

FEN BİLİMLERİ LABORATUVARI ÖĞRETMEN REHBER KİTABI



T.C. MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI
ORTAÖĞRETİM GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Fen Bilimleri Laboratuvarı Öğretmen Rehber Kitabı

Yazarlar

Dr. Güllü POLAT

Musa ÖZCAN

Müge ÖZGÜ



DEVLET KİTAPLARI

2023

Genel Yayın Yönetmeni

Halil İbrahim TOPÇU

Yayın Koordinatörü

Bilgen KERKEZ

Dil Uzmanları

Bahar KAPLAN

Hakan GÜVENÇ

Görsel Tasarımcılar

Banu ÇAM

Dinçer CAN

Program Geliştirme Uzmanı

Nurgül KENDİRLİOĞLU GÜNHAN

Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı

Dilay AK

Rehberlik Uzmanı

Berna Serap TÜRK

Her hakkı saklıdır ve Milli Eğitim Bakanlığına aittir. Kitabın metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiç bir surette alınıp yayımlanamaz



İSTİKLÂL MARŞI

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Dalgalar 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

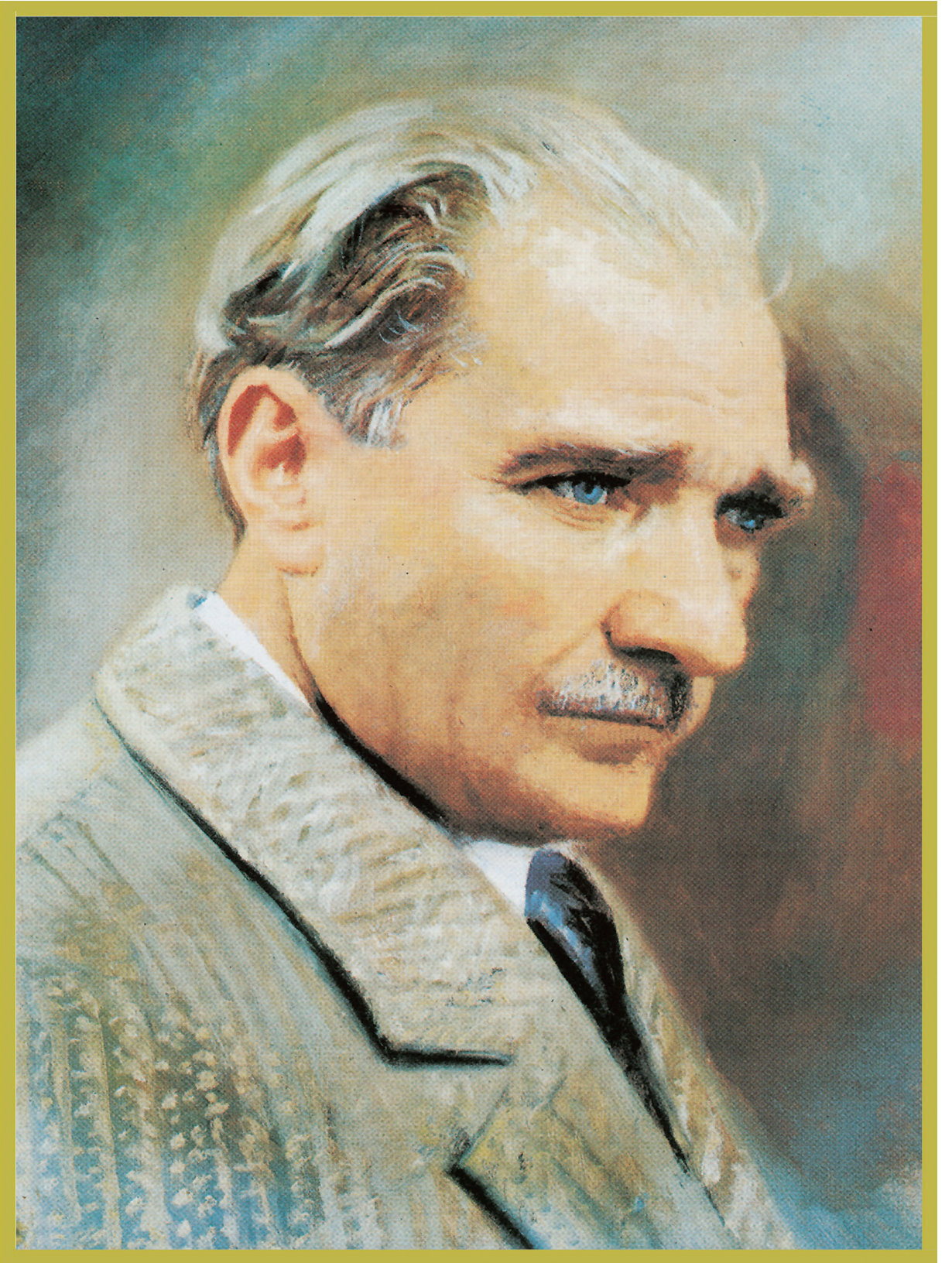
GENÇLİĞE HİTABE

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 isteyen 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 namûsait 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

KİTABIN TANITIMI	9
ÖN SÖZ	11
FEN BİLİMLERİ VE DENEY	12

1. BÖLÜM

LABORATUVARLAR VE GENEL İŞLEYİŞLERİ.....	13
1.1. Laboratuvar Güvenlik Kuralları	14
1.2. Kimyasal Hijyen Planı	16
1.3. Malzeme Güvenlik Bilgi Formu	17
1.4. Kimyasal Madde Etiketleri	18
1.5. Kimyasal Madde Alımında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar	23
1.6. Kimyasal Madde Takip Sistemi	23
1.7. Kimyasal Maddeleri Saklama Koşulları	24
1.8. Güvenli Raf Depolama Modeli İçin Öneriler	25
1.9. Sıkıştırılmış Gaz Tüplerini Depolama, Muhafaza Etme ve İşleme	28
1.10. Laboratuvarda Üretilen Kimyasal Atık Miktarını ve/veya Toksisitesini Azaltmak İçin Bazı Stratejiler	30
1.11. Kimyasal Maddelerin İmhası İçin Önerilen Prosedürler	32

2. BÖLÜM

LABORATUVAR ÇALIŞMALARİ ÖNCESİ BİLİNMESİ GEREKENLER	35
2.1. Laboratuvar Güvenliğı ve Risk Değerlendirmesi	36
2.2. Laboratuvarda Bulunması Gereken Güvenlik ve Acil Durum Ekipmanları	45
2.3. Laboratuvar Kazaları ve İlk Yardım	51
2.4. 21. Yüzyıl Becerileri	64
2.5. Web Ortamında Güvenli Bilgi Arama	72

3. BÖLÜM

LABORATUVAR TEKNİKLERİNE GİRİŞ	75
3.1. Laboratuvarda Sık Kullanılan Cam Malzemeler	76
3.2. Laboratuvar Malzemeleri ve Kullanım Alanları	78
3.3. Laboratuvarda Kullanılan Temel Yöntem ve Teknikler	116
3.4. Laboratuvarda Ölçme	136
3.5. Laboratuvardaki Bazı Ölçme Araçları ve Kullanımı	142

4. BÖLÜM

ÖRNEK LABORATUVAR UYGULAMALARI	159
4.1. Deney Türleri	160
4.2. Deney Türlerine Göre Örnek Uygulamalar	164
4.3. Deney Değerlendirme ve Raporlandırma Süreci	176

EKLER	179
EK A Güvenlik İşaretleri	180
EK B Yangından Korunma Derneği Tehlike Etiketleri	184
EK C Birbiriyle Uyumsuz Kimyasallar	186
EK Ç Yangın Söndürücülerin Doğru ve Yanlış Kullanımı	187
EK D Güvenlik Bilgi Formu Formatı ve Örneği	188
EK E Kimyasal Maddelerin ve Mikroorganizmaların Vücuda Giriş Yolları	204
EK F Zararlı Maddelere Maruz Kalma Limitleri	206
EK G Kimyasal Maddeye Maruz Kalınması Hâlinde Yapılması Gerekenler	210
EK Ğ Kullanımlarında Dikkat Edilmesi Gereken Kimyasallar	212
EK H Bazı Zararlı Maddelerin, Karışımların ve Eşyaların İmalatı, Piyasaya Arzı ve Kullanımıyla İlgili Kısıtlamalar	213
EK I Örnek Deney Raporu Formatı	216
EK İ Değerlendirme Formları	217
Periyodik Tablo	224
Sözlük	225
Kaynakça	228

Ünitenin numarasını gösterir.



Ünitenin adını gösterir.

Bölüm başlığını gösterir.

Konu başlığını gösterir.

Laboratuvar malzemesinin adını gösterir.



Laboratuvar malzemesinin görselini gösterir.

Görsel numarasını gösterir.

Laboratuvar malzemesinin açıklamasını gösterir.



Görsel adını gösterir.

Labor & Kunst Technik des Geistes

Ölçme, fen bilimlerinde yapılan bilimsel çalışmalarda büyük önem taşımaktadır. Ölçme, bir özelliğin miktarını belirleme işlemidir. Ölçme ve sayma işlemleri birbirinden farklıdır. Sınırlı öğretiler kullanılarak, ölçme sonuçları, kesin ve nettir. Kişiden kişiye geçmezdir. Sayma işlemleri kesin sonuç verirken ölçme işlemleri kesin sonuç vermez, belirsizdir. Ölçme işlemi yapıldığından nicelik çoğunlukla ölçü aletinde sayıya veya sembollere ifade edilir. Her ölçü aletinin bir *düyarlılık (hasasseti)* vardır. *Düyarlılık* miktarı ölçü aleti yapıldığı tasarıma ile birlikte belirlenir ve daha hassas ölçümler yapılabilir.

Ölçme İşlem Basamakları

Ölçme işlemi üç basamak halinde yapılmaktadır.

1. Öcölcecek özelliğın belırlenmesi
Bir cismin kütlesinin öcölmesinde öcölün özelliğ "kütle"dir.
2. Öcölcecek niteliğey uygun araç seçimi ya da hazırlanması
Kütle öcölümü için eşit kollu terazı kullanılacaktır.
3. Öcölme işlemi sonucunun sayı veya sembollerle ifade edilmesi
Cismin kütlesi 250 gram olarak öcölümüştür.

Duyarlılık

Ölçme araçlarında kullanılan birim ile ilgili bir kavramdır. Birimi küçük olan ölçme aracı birimi büyük olan ölçme araçlarından daha doğrudur. Küçük birimli ölçme araçları arasında edel ölçme araçları, büyük birimli ölçme araçları arasında edel ölçme araçları arasında daha doğrudur ve daha kesin sonuç, bilimsel olarak. Görsel 3.18'de ölçme araçları ile ölçülen kütlesi değeri 239 gramdır ve bu araç ile 1 gramdan büyük ölçme araçlarıdır. Görsel 3.18'de ölçme araçları ile ölçülen kütlesi değeri 3,4 gramdır ve bu araç ile 1 gramdan büyük ölçme araçlarıdır.



Bir ölçme aygıtının duyarlılık sınırı, göstergesindeki en yakın iki bölmenin yansıkadır.

- Bölüm başlığını gösterir.

Konu anlatımını gösterir.

136

Deney bilgilerini gösterir.

Deney hakkında bilgilerin olduğu bölümü gösterir.

Deneyde uyulması gereken talimatları gösterir.

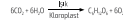
Deneyde kullanılan malzemeleri gösterir.

- *Güvenlik işaretlerini gösterir.*

Yapılabi Amaçları Göre Deneyler	
Kapalı Üçlü Deney	
Deney No	1
Deney Süresi	40 + 40 dk.
Deneyin Adı	Farklı Dalga Boyundaki (Kırmızı, Yeşil, Sarı, Mavi) Işığın Fotosentez Hızına Etkisi
Deneyin Amacı	Farklı dalga boyundaki fotosentez hızına etkisini inceleyebilmek.
Kısım	12.2.2.3. Fotosentez hızı arttıran faktörlerin değerlendirilmesi.

Teorik Bilgi

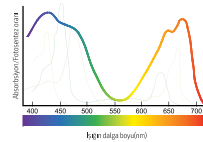
Bitkisel fotosentez, bitkinin kloroplast taşıyan kısımlarında gerçekleşen dönüştürme olaydır. Yüksek enerjili ışık kloroplastlarda CO_2 gazının indirgenerek organik bileşiklerin üretilmesi olarak tanımlanabilir. Bu olay sırasında su ve enzimler kullanılır; yüksek enerjili kimyasal bağ enerjisine dönüşürdür.



Fotosentez için CO_2 , H_2O , ışık, klorofil ve enzimler gereklidir. Fotosentez ile canlıların yaşam ortamındaki CO_2 ve O_2 dengesi sağlanmaktadır. Bitkiler, besin piramidinin alt basamağını oluşturur. Doğadaki tüm canlıların yaşamı, bitkilerin fotosentez ile ürettiği besin ve enerji dengesimine bağlıdır.

Fotosentez hızına etki eden çevresel etmenler; CO_2 konsantrasyonu, sıcaklık, ışık şiddeti, ışık dalga boyu, H_2O miktarı, bazı kimyasallar ve mineral tuzlardır. Fotosentez hızı farklı dalga boylarındaki ışıkta farklıdır; kırmızı ve mor ışık diğer yeşil ışıkten çok etkili olur. CO_2 miktarı arttıkça fotosentez hızı da artar. Fotosentez hızı sıcaklıkla da ilişkilidir. Fotosentez hızı sıcaklıkla artar ancak belirli bir sıcaklığa kadar. Bu sıcaklık fotosentez için en uygun sıcaklıktır. Fotosentez hızı sıcaklıkla artar ancak belirli bir sıcaklığa kadar. Bu sıcaklık fotosentez için en uygun sıcaklıktır.

mor ıstıkta yüksek kıen yeşil ıstıkta düşük değerdedir. Aşıda verilen grafikte de ifade edilen bu durumun sebebi; kloroplastlardaki klorofil moleküllerinin kırmızı ve mor ıstığı absorblaması, yeşil ıstığı ise yansıtmamasıdır.



Yönerge

Gerekli güvenlik önlemlerini alarak deney basamaklarını takip ediniz. Deney sonunda verilen değerlendirme sonuçlarını dikkate alarak deney raporunu yazınız ve zamanında teslim ediniz. Size verilen öz değerlendirme, grup değerlendirme veya akran değerlendirme formlarını da raporunuza ekleyiniz.

- Deney Matzemeleri

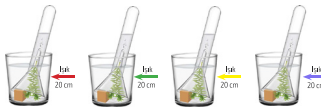
- Su büküsü
- Termometre
- %1'lik bikarbonat çözeltisi
- Makas
- Özdeş **İkiz** Neşli, mor ve sarı renkli **İşık** kaynağı
- 4 adet cam huni
- Musluk suyu
- 4 adet 500 mL'lik beherglas
- 4 adet deney tüpü
- 4 adet küçük tahta küp

167

Cesek Laboratory Hygiene

Deneğin Yapısı

- [illegible]



Deney Sonuçları

Deney sonucu elde ettiğiniz veriler ile tabloyu doldurunuz. Verileri yorumlayınız.

	Kırmızı Işık	Yeşil Işık	Sarı Işık	Mavi Işık
Kabarcık Sayısı				

Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi

11. Fotosentez hızına etki eden diğer faktörlerden herhangi birini seçerek nasıl bir deney planlarsınız? Kısaça açıklayınız.

Not: Öğretmen Ek 1'de verilen kontrol listesi ve Ek 16'da verilen dereceli puanlama anahtarına doldurulmalıdır. Bu deney bireysel olarak yapıyorsa dört farklı kaynakla ilgili tek tek, grup deneyi olarak yapıyorsa aynı anda gerçekleştirilmelidir.

- Deneyin yapılışında takip edilmesi gereken işlem basamaklarını gösterir.

- Deney sonucu ulaşılan bilgilerin yazılacağı alanı gösterir.

- Deney sonuçlarının değerlendirildiği bölümü gösterir.

ÖN SÖZ

Laboratuvarlar; teorik bilgilerin pratiğe dönüştüğü, ölçümlerin yapıldığı, disiplinler arası ilişkilerin bütünleştiği, gözlem ve analizlerin yapılmasının sağlandığı ortamlardır. Güvenlik, laboratuvar çalışmalarında çevre ve insan sağlığının korunması için en önemli unsurdur. Bu nedenle de olası tehlikelere karşı tüm risklerin önceden belirlenerek en az düzeye indirilmesi gerekir.

Laboratuvarda güvenlik; çalışan herkesin bireysel olarak temel laboratuvar güvenlik kurallarını bilmesini ve bu kurallara uymasını zorunlu kılar. Laboratuvar güvenliği çalışanların davranışları, bilgi ve becerileriyle doğrudan ilgili olduğundan laboratuvar çalışanlarının bilgilendirilmesi ve bilgilendirme eğitimlerinin sürekliliği büyük önem taşır.

Laboratuvar çalışmaları temel laboratuvar güvenlik kurallarına uymanın yanı sıra deri, göz, sindirim veya solunum yoluyla maruz kalınan kimyasal, biyolojik ve fiziksel tehlikeler sonucu oluşabilecek laboratuvar kazaları ve bu kazalarda ilk yardım uygulamaları hakkında bilgi sahibi olmayı gerektirir. Çalışmalar sırasında laboratuvarda kullanılan temel malzemelerin, alet ve cihazların, temel yöntem ve tekniklerin doğru seçilip dikkatli ve yeterli miktarda kullanılması hem ortaya çıkabilecek kazaları hem de ekonomik kayıpları en aza indirir. Bu amaçla hazırlanan *Fen Bilimleri Laboratuvarı Öğretmen Rehber Kitabı*; "Laboratuvarlar ve Genel İşleyişleri", "Laboratuvar Çalışmaları Öncesi Bilinmesi Gerekenler", "Laboratuvar Tekniklerine Giriş" ve "Örnek Laboratuvar Uygulamaları" olmak üzere dört ana bölümden ve bu bölümlerde verilen bilgilerin desteklendiği eklerden oluşmaktadır.

*"Fen Bilimleri Laboratuvarı Öğretmen Rehber Kitabı"*nda laboratuvar çalışmalarında uyulması ve dikkat edilmesi gereken kurallar hatırlatılırken çevre ve insan sağlığını koruma temelinde öngörülen çalışma programının sorunsuz olarak yürütülebilmesi amaçlanmaktadır.

*"Fen Bilimleri Laboratuvar Öğretmen Rehber Kitabı"*nın fen bilimleri öğretmenlerinin laboratuvar çalışmalarında fayda sağlamasını dileriz.

FEN BİLİMLERİ VE DENEY

Fen Bilimleri İçin Deney Yapmanın Önemi

Fen öğretimi için laboratuvar;

- » Amacına uygun şekilde araç gereçle donatılmış, deney uygulamalarının ya da gösteri deneylerinin yapıldığı, özel derslik veya çalışma yerleridir.
- » Öğrencilere öğretilmek istenen konu veya kavramın birinci elden veya gösteri yoluyla öğretiminin yapıldığı ortamlardır.

Fen bilimleri derslerinin temelini oluşturan laboratuvarın birçok kullanım amacı bulunmaktadır.

Deney Yapmanın Amaçları

Fen bilimlerinde laboratuvar kullanımının amaçlarından bazıları aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

- Fen bilimleri konu ve kavramları çoğunlukla soyut ve karmaşık olduğundan bu tür konuların öğrencilere kavratılabilmesi için öğrencilerin laboratuvarda somut deneyimler kazanmalarını sağlamak.
- Öğrencilere bilimin özünü kavrayabilmeleri için gerekli olan bilimsel araştırma yöntemlerini öğretmek, problem çözme, inceleme, analiz etme ve genelleme becerilerini kazandırmak.
- Öğrencilerin kazandıkları deneyimlerle geniş bir sahada kullanabilecekleri özel yeteneklerinin gelişmesini kolaylaştırmak.
- Yapılan uygulamalar ile öğrencilerin fen bilimlerine karşı olan tutumlarını olumlu şekilde geliştirmek.
- Yapılan deneyleri günlük hayatta karşılaştığı olaylar ile ilişkilendirme becerisi kazandırmak.
- Fen bilimlerine olan ilginin artmasını sağlamak.
- Soru sorma, araştırma, gözlem ve inceleme yöntemleriyle öğrencilerin teknik ve bilimsel süreç becerilerinin gelişmesini sağlamak.
- Öğrencilerin yaratıcı ve eleştirel düşünme becerilerine katkı sunmak.
- Bilinen teori ve modellerin zamanla değişebileceği fikrini kazandırmak.
- Ezber yaparak öğrenme yerine yaparak ve yaşayarak öğrenmelerini sağlamak.

Laboratuvar Uygulamalarının Önemi ve Yararları

Laboratuvar; bilginin işlendiği, öğrencilerin bilişsel, psikomotor ve işlem yeteneklerinin arttığı bir ortamdır. Fen bilimlerindeki deney uygulamalarında öğrenciler aktif katılım sağladığı için yaparak, yaşayarak ve gözlemleyerek öğrenmeler gerçekleşmektedir. Öğrenciler; bu sayede konu ve kavramları anlar, günlük hayatla ilişkilendirir. Kısaca laboratuvar sayesinde öğrencilerin edindiği teorik bilgiler pratiğe dönüşür. Konuların soyuttan somuta dönüştürülmesi ve günlük hayatla bağlantıların kurulması fen öğretiminin niteliğini artırır. Laboratuvar uygulamalarının öğrencilerin el becerilerinin gelişmesi, iş birlikli çalışma ile bilgi paylaşımının üst düzeyde olmasına imkân vermesi ve öğrencilere çeşitli deneyimler kazandırması açısından da büyük önemi vardır.

Laboratuvar uygulamalarının öğrencilere yararları aşağıdaki gibidir.

- Öğrencilerin bir deney yürütmede ihtiyaç duyduğu beceri ve teknik bilgilerin gelişmesine yardım eder.
- Öğrenciler, laboratuvar uygulamaları ile fen bilimlerindeki temel yasaları bizzat deneyerek ispatlama olanağına sahip olurlar. Bu durum, öğrencilerin fen bilimlerine karşı olumlu tutum geliştirmelerine olanak sağlar.
- Öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini (gözlem yapma, veri kaydetme, karşılaştırma, sayı-uzay ilişkileri kurabilme) edinmelerine olanak sağlar.
- Öğrencilerin olay ve durumları doğrudan inceleyerek bilgi edinmelerini sağlar.
- Öğrencilerin yaratıcı ve eleştirel düşünme becerilerinin gelişmesine katkı sağlar.
- Her öğrencinin kendi bilgi ve becerisine göre öğrenme durumlarını düzenlemesine imkân tanır.

Fen bilimlerinin en önemli özelliği, deney ve gözleme dayalı olmasıdır. Bu yönüyle bakıldığında bu dersin temelini laboratuvar yönteminin oluşturması gerekmektedir.



1. LABORATUVARLAR VE GENEL İŞLEYİŞLERİ

- 1.1. Laboratuvar Güvenlik Kuralları
- 1.2. Kimyasal Hijyen Planı
- 1.3. Malzeme Güvenlik Bilgi Formu
- 1.4. Kimyasal Madde Etiketleri
- 1.5. Kimyasal Madde Alımında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar
- 1.6. Kimyasal Madde Takip Sistemi
- 1.7. Kimyasal Maddeleri Saklama Koşulları
- 1.8. Güvenli Raf Depolama Modeli İçin Öneriler
- 1.9. Sıkıştırılmış Gaz Tüplerini Depolama, Muhafaza Etme ve İşleme
- 1.10. Laboratuvarda Üretilen Kimyasal Atık Miktarını ve/veya Toksisitesini Azaltmak İçin Bazı Stratejiler
- 1.11. Kimyasal Maddelerin İmhası İçin Önerilen Prosedürler

1. LABORATUVARLAR VE GENEL İŞLEYİŞLERİ

Fen öğretiminin amacı; eleştirel düşünen, araştıran, gözlem yapan, günlük hayatla fen konuları arasında bağlantı kuran, karşılaştığı sorunları bilimsel yöntemlerle çözen, geniş ve bilimsel bakış açısına sahip bireyler yetiştirmektir. Fen öğretimi, bu amaç doğrultusunda laboratuvar çalışmaları ile desteklenmektedir.

Laboratuvarlar; deney, gözlem ve araştırmaların yapıldığı, ölçümlerin kontrollü koşullarda gerçekleştirildiği, deney ve araştırmalara yardımcı alet ve cihazların bulunduğu yerlerdir. Laboratuvarda gözlem veya soyut algılamalar somutlaşarak anlam kazanır. Laboratuvarlar; okullarda, üniversitelerde, hastanelerde, kliniklerde, fabrikalarda, enstitülerde, araştırma ve gözlem alanlarında bulunmaktadır.

Laboratuvarlarda genel işleyişin ve öngörülen çalışmaların sorunsuz bir şekilde yürütülebilmesi için laboratuvar güvenlik kurallarının bilinmesi gerekmektedir. Bunun yanı sıra güvenlik ekipmanları, kimyasal maddeleri sınıflandırma, etiketleme, depolama, oluşan atıkların yönetimi gibi öncelikle güvenliğe hizmet eden laboratuvar hijyen planı da hazırlanmalıdır.

1.1. LABORATUVAR GÜVENLİK KURALLARI

Laboratuvarlarda çalışmaya başlamadan önce iş sağlığı ve güvenliği için laboratuvar güvenlik kuralları ve kimyasal maddelerle güvenli bir şekilde nasıl çalışılacağı konusunda bilgi edinmek gerekir. Laboratuvarların çalışma yapılan ciddi ortamlar olduğu unutulmamalı ve laboratuvarlarda düzeni bozacak veya tehlikeye yol açabilecek şekilde hareket edilmemelidir. Laboratuvarda çalışırken kişinin sadece kendi hayatından değil, laboratuvar ortamında bulunan herkesin hayatından sorumlu olduğu unutulmamalıdır. Bu nedenle genel laboratuvar güvenlik kuralları öğrenilmeli, herhangi bir deneye başlamadan önce yapılacak olan deneyin risk ve tehlikeleri iyice araştırılmalıdır. Araştırma sonrasında gerekli tedbirler alınarak deney dikkatlice yapılmalıdır.

Laboratuvar genel güvenlik kuralları şunlardır:

1. Yazılı ve sözlü olarak ifade edilen tüm talimatlar dikkatle takip edilmelidir.
2. Laboratuvarda acil durumda kullanılacak olan yangın tüpleri, alarm düğmeleri, ilk yardım malzemeleri, çıkış kapılarının konumları ve kullanımları gibi bilgiler önceden bilinmelidir.
3. Deney öncesi -yapılabilecek hata ve gereksiz kimyasal harcamaların önlenmesi amacıyla- deney planı çıkarılmalıdır.
4. Zararlı olabilecek kimyasallar ile çalışıldığı unutulmamalıdır.
5. Sorumlu kişi izin vermedikçe kimyasal maddelere, deney düzeneklerine, diğer malzeme ve cihazlara dokunulmamalıdır.
6. Laboratuvar önlüğü giyilmeli ve önlüğün önü iliklenmelidir.
7. Laboratuvarda çalışıldığı sürece çalışmanın özelliğine göre gözlüğü ve cildi korumak için gözlük, yüz maskesi, eldiven gibi koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır.
8. Laboratuvarda kontak lens kullanılmamalıdır.
9. Kimyasal madde dökülmesine ve cam kırılmasına tedbir olarak daima kapalı ayakkabı giyilmelidir.
10. Uzun saçlar mutlaka toplanmalı, yüzük ve bilezik gibi takılar çalışmaya başlamadan önce çıkarılmalıdır.
11. Laboratuvara herhangi bir şekilde yiyecek ve içecek girilmemeli, laboratuvarda yiyecek ve içecek kesinlikle tüketilmemelidir.
12. Cep telefonları çalışma alanının uzağında bulundurulmalıdır.
13. Laboratuvarda dikkat dağıtacak veya tehlikeye neden olacak hareketlerde bulunulmamalı, deney yapılırken telefon ve benzeri dikkat bozucu cihazlarla uğraşılmalıdır.
14. Laboratuvar ortamında çalışılırken her türlü açık yara mutlaka yara bandı gibi uygun tıbbi malzeme ile kapatılmalıdır.

15. Kimyasal madde ambalajları üzerindeki etiketler dikkatlice okunmalı ve bu etiketlere göre gerekli önlemler alınmalıdır.
16. Kimyasal madde ambalajı üzerindeki etiketler koparılmamalı, karalanmamalı, etiketi olmayan veya zarar görmüş olanlar kullanılmamalıdır.
17. Eller; göz ve ağıza sürülmemeli, çalışma bittikten sonra hemen sabun ve suyla yıkanmalıdır.
18. Çalışma alanı her zaman düzenli ve temiz tutulmalıdır. Kırık, çatlak ve kirli cam eşyalar kullanılmamalıdır.
19. Çalışma bittikten sonra kullanılan tüm malzemeler ve çalışma alanı temizlenmeli, malzemeler yerlerine bırakılmalıdır.
20. Laboratuvarlarda içinde kimyasal madde olan hiçbir kap etiketsiz olmamalıdır.
21. Çalışma sırasında meydana gelen atıklar, talimatlar doğrultusunda belirtilen atık kutularına atılmalıdır.
22. Laboratuvar da deney yaparken kullanılmış olan önlük, eldiven gibi güvenlik ekipmanları laboratuvar dışında kullanılmamalıdır.
23. Laboratuvar dan çıkmadan önce gaz vanaları ve musluklar kapatılmalı, gereksiz ışıklar söndürülmelidir.

Laboratuvar da kimyasal maddelerle çalışırken bu maddelerin insan sağlığına ve çevreye zarar vereceği unutulmamalı, olası bir kaza durumunda ve deney yaparken zarar görmemek için ne yapılması gerektiği bilinmelidir.

▼ Kimyasal Maddelerle Çalışırken Uyulması Gereken Kurallar

- » Kimyasal maddelere çıplak elle dokunulmamalı, kimyasal maddelerin tadına bakılmamalı ve bu maddeler koklanmamalıdır.
- » Katı hâldeki maddeler, şişelerden daima temiz bir spatül ile alınmalıdır. Aynı spatül, temizlenmeden başka bir madde için kullanılmamalıdır.
- » Şişenin etiketli kısmı, bir sıvı başka bir kaba dökülmek üzere şişe eğildiğinde üst tarafta kalmalıdır. Dökme işleminden sonra şişenin ağız kısmında kalan sıvı damlacıkları şişe kapağıyla silinerek alınmalıdır.
- » Kimyasal madde ambalaj kapağının şişeye temas eden tarafı masayla temas edecek şekilde bırakılmamalıdır. Aksi durum hem masanın hem de şişe içindeki kimyasal maddenin zarar görmesine neden olabilir.
- » Tehlike yaratabileceği için kimyasal maddeler birbirine gelişigüzel karıştırılmamalıdır.
- » Kimyasal madde bulunduran hiçbir kap etiketsiz olmamalıdır. Kimyasal madde bulunduğu kaptan başka bir kaba aktarıldığında veya çözelti hazırlandığında kap etiketlenmelidir. Etiket üzerine çözelti veya numunenin adı, hazırlandığı tarih, yoğunluğu, derişimi gibi gerekli olabilecek bilgiler not edilmelidir.
- » Ambalajından alınan kimyasal madde kullanılsa bile hiçbir zaman tekrar orijinal şişesine konulmamalıdır.
- » Sıvı kimyasallar pipet ile çekilirken puar veya otomatik pipet gibi cihazlar kullanılmalı, asla ağızla çekilmemelidir.
- » Eter, aseton, alkol gibi uçucu ve yanabilen maddeler; gerekli miktarda ve ağız kapalı bir kapta, bek alevi, elektrikli ısıtıcı gibi ısı kaynaklarından uzak tutularak deney tezgâhında bulundurulmalıdır.
- » Derişik asitlerle çalışırken dikkatli olunmalı, asit çözeltisi hazırlanacaksa asit yavaş yavaş su içerisine dökülüp seyreltilmeli, asla asit üzerine su eklenmemelidir.
- » Bazı tepkimeler sonucu tehlikeye neden olacak yoğun ısı, koku veya gaz çıkışı söz konusu olmaktadır. Bu tür deneyler, zararlı maddelerin laboratuvar ortamına yayılmadan tahliye edilmesi için çekerocakta yapılmalıdır.
- » Tüpün ağız kısmı, tüp içindeki maddeleri ısıtırken olası tehlikeyi önlemek için deney yapan kişiye veya başkasına yönlendirilmemelidir.

▼ Öğretmenlerin Sorumlulukları

- » Öğretmen, yukarıda ifade edilen talimatlar doğrultusunda laboratuvar kontrolünü yapar. Laboratuvarda yeterli düzeyde koruyucu ekipman bulunmasını sağlar. Yangın söndürme tüpü, ilk yardım ekipmanları gibi acil durumda kullanılabilecek ekipmanların laboratuvarda bulunup bulunmadığının kontrolünü yapar. Gidirebileceği aksaklıkları giderir, gideremeyeceği aksaklıkları okul idaresine bildirir.
- » Laboratuvarda yangın çıkması ihtimaline veya diğer ihtimallere karşı elektrik, su ve gaz kontrollerini düzenli olarak yapar.
- » Laboratuvarın güvenliği açısından camların ve kapıların emniyet kontrollerini yapar.
- » Deneyler sırasında öğrencilerin zarar görmemesi için gerekli tedbirlerin alınıp alınmadığını kontrol ederek gerekli uyarıları yapar.
- » Deney araç gerecinin bakım ve temizliğinin kontrolünü yapar.
- » Laboratuvar çalışmalarından çıkan atıkların kurallara uygun olarak toplanmasını sağlar ve bunları okul idaresine bildirir.
- » Laboratuvarların kimyasal deposu olarak kullanılmamasını sağlar.
- » Kimyasal madde envanterini tutar ve belirli zaman aralıklarında güncellemesini yapar.

1.2. KİMYASAL HİJYEN PLANI

Laboratuvarlarda eğitim ve araştırma amacının yanı sıra farklı riskleri beraberinde getiren çeşitli kimyasallar kullanılmaktadır. Bu kimyasallar; toksik, yanıcı ve korozif özellikte olabildiği gibi su veya diğer bazı maddelerle reaksiyona girerek de tehlike kaynağı oluşturabilir. Kimyasal maddelerin kullanıldığı koşullar riskin derecesini belirlemektedir. Kimyasal hijyen planı, kullanılan kimyasal maddelerden kaynaklanabilecek olası fiziksel ve kimyasal tehlikelerden korunmak amacıyla hazırlanır. Emniyet bilincini geliştirir ve laboratuvarlarda emniyetli çalışma uygulamalarını teşvik eder. Bu plan; kimyasal maddeleri sınıflandırma, etiketleme, depolama, güvenlik bilgi formu, laboratuvar güvenlik kuralları ve güvenlik ekipmanları, laboratuvar kazaları ve ilk yardım, laboratuvar atıklarının depolanması ve imhası konularını içerecek şekilde hazırlanır.

Doğal hâlde bulunan, üretilen, herhangi bir işlem sırasında kullanılan veya atıklar da dâhil olmak üzere ortaya çıkan, bizzat üretilmiş olup olmadığına ve piyasaya arz olunup olunmadığına bakılmaksızın her türlü element, bileşik veya karışımlar **kimyasal madde** olarak tanımlanır. Kimyasal maddelerin doğru bir şekilde sınıflandırılması; etiketleme, depolama, güvenlik ekipmanlarının kullanılması, laboratuvar kazalarında ilk yardım uygulanması, laboratuvar atıklarının depolanması ve imhası konularında doğru işleyişin gerçekleşmesini sağlar.

Kimyasal maddelerle teması önlemek, bunun mümkün olmadığı hâllerde en aza indirmek ve bu maddelerin tehlikelerinden korunabilmek için gerekli tüm önlemlerin alınması gerekir. Tehlikeli kimyasal maddeler aşağıda verildiği şekilde sınıflandırılır.

1. Patlayıcı maddeler
2. Radyoaktif maddeler
3. Korozif (aşındırıcı) maddeler
4. Biyolojik tehlikesi olan maddeler
5. Toksik (zehirli) maddeler
6. Kanserojen maddeler
7. Reaktif maddeler
8. Sıkıştırılmış gazlar

Kimyasal maddeler, genel olarak yapılan bu sınıflandırma yanında dört zararlılık sınıfı içeren ve kimyasal güvenlik değerlendirme sistemi olarak bilinen zararlılık sınıflandırmasına göre incelenir.

Bir maddenin kimyasal güvenlik değerlendirmesi aşağıdaki basamakları içerir.

- a) İnsan sağlığı zararlılık değerlendirmesi,
- b) Fizikokimyasal zararlılık değerlendirmesi,
- c) Çevresel zararlılık değerlendirmesi,
- ç) Kalıcı, biyobirikimli ve toksik (PBT) ve çok kalıcı ve çok biyobirikimli (vPvB) değerlendirmesi.

Kimyasalların sınıflandırılması ve etiketlenmesi için Küresel Uyumlaştırma Sistemi'ne (Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals-GHS) göre zararlılık sınıflarına uygun risk piktogramları belirlenmiştir. İnsan sağlığı ve çevrenin kimyasalların zararlarından korunması yönünde güncel küresel uygulamaların Türkiye'de de uygulanabilmesi için 2013 yılında hazırlanan yönetmelik doğrultusunda "Maddelerin ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi ve Ambalajlanması Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik" 10 Aralık 2020 tarih ve 31330 mükerrer sayılı Resmî Gazete'de yayımlanmıştır. Bu yönetmeliğe göre GHS Zararlılık Piktogramları ve Zararlılık Sınıfları Güvenlik İşaretleri başlığı ile EK A'da verilmiştir. Kimyasalların sınıflandırılması ve etiketlenmesinde iletişimi kolaylaştırmak amacıyla ABD Ulusal Yangından Korunma Birliği tarafından geliştirilen ve NFPA 704 (National Fire Protection Association-704) etiket sistemi olarak bilinen yangından korunma derneği tehlike etiketleri ise EK B'de verilmiştir.

1.3. MALZEME GÜVENLİK BİLGİ FORMU

Güvenlik bilgi formları; kimyasalın özelliklerini, fiziksel zararlarını, sağlığa ve çevre sağlığına zararlarını, kimyasal maddelerden koruyucu önlemleri, depolama ve taşıma için gerekli güvenlik önlemlerini içerir. Kimyasalların özelliklerinin bilinmesi sağlık açısından önemli olduğu kadar çalışma esnasında meydana gelebilecek herhangi bir kaza sonrasında yapılacak ilk yardımın ne olacağının saptanması açısından da önemlidir. Bu amaçla 03.12.2014 tarih ve 29204 sayılı Resmî Gazete'de Zararlı Maddeler ve Karışımlara İlişkin Güvenlik Bilgi Formları Hakkında Yönetmelik yayımlanmıştır. Bu yönetmelik ile piyasaya arz edilen zararlı maddelerin ve karışımların insan sağlığı ve çevre üzerinde yaratabilecekleri olumsuz etkilere karşı etkin kontrolünü ve gözetimini sağlamak üzere güvenlik bilgi formlarının hazırlanması sağlanır. İlgili yönetmelikte verilen güvenlik bilgi formu formatı EK D1'de, formun doldurulmuş örneği EK D2'de verilmiştir. Kimyasal maddeler kullanılmadan önce güvenlik bilgi formları [GBF (Material Safety Data Sheet, MSDS)] dikkatle incelenerek zararları hakkında bilgi edinilmeli ve bu uyarılara uygun koşullarda deneysel çalışmalar yürütülmelidir. Güvenlik bilgi formları, her kimyasal madde için aşağıda verilen şu bilgileri içerir.

1. Maddenin/karışımın ve şirketin/dağıtıcının kimliği
2. Zararlılık tanımlaması
3. Bileşimi/içindekiler hakkında bilgi
4. İlk yardım önlemleri
5. Yangınla mücadele önlemleri
6. Kaza sonucu yayılmaya karşı önlemler
7. Elleçleme ve depolama
8. Maruz kalma kontrolleri/kişisel korunma
9. Fiziksel ve kimyasal özellikler
10. Kararlılık ve tepkime
11. Toksikolojik bilgiler
12. Ekolojik bilgiler
13. Bertaraf etme bilgileri
14. Taşımacılık bilgileri
15. Mevzuat bilgileri
16. Diğer bilgiler

1.4. KİMYASAL MADDE ETİKETLERİ

Kimyasal maddelerle çalışırken ya da kimyasal maddeleri depolarken bu maddelerin uygunluk grubuna göre ayrılması ve herhangi birinin zararına maruz kalınmaması için uygun koruyucu önlemlerin alınması gerekir. Alınması zorunlu olan bu önlemlerden biri, uygun etiketleme ve işaretleme yapılmasıdır. Uygun şekilde yapılmış etiketleme ve işaretlemeler çalışma ortamından kaynaklanan olumsuzluklardan korunmayı sağlar. Her kimyasal madde ambalajının üzerinde çeşitli uyarı, risk ve önlem bilgileri bulunur. Kimyasal maddeleri kullanmadan önce bu etiketler dikkatle okunmalı ve kullanırken gerekli tedbirler alınmalıdır. Kimyasal madde ambalajları üzerinde bulunan etiketler; risk piktogramı olarak adlandırılan, özellikle sağlık ve güvenlik amaçlı, temel uyarı işaretlerini içerir.

Kimyasal maddelerde etiket uygulamaları için yasal gereklilikler, 11.12.2013 tarih ve 28848 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan "Maddelerin ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi ve Ambalajlanması Hakkında Yönetmelik" ile açıkça ifade edilmiştir. Bu yönetmeliğe göre zararlı olarak sınıflandırılan ve ambalaj içinde bulunan madde veya karışımın etiketinde şu bilgiler yer alır:

- Tedarikçinin adı, adresi ve telefon numarası
- Ambalaj üzerindeki miktar başka bir yerde belirtilmediği sürece halka sunulan ambalaj içindeki madde veya karışımın miktarı
- Maddenin veya karışımın kimliği
- Uygun zararlılık işaretleri
- Uygun uyarı kelimeleri
- Uygun zararlılık ifadeleri
- Uygun önlem ifadeleri
- Uygun ilave bilgi bölümü

Kimyasal madde ambalajları üzerindeki etiketler; bu kimyasal maddeyi üreten, depolayan, taşıyan, satan ve kullananlar için önemli bir bilgi kaynağıdır. Etiketler her zaman ambalajların üzerinde bulunmalıdır. Bu etiketler; kimyasal maddelerin kimyasal formülü, kimyasal ve ticari isimleri, kaynama noktası, yoğunluk gibi fiziksel özelliklerini açıkça belirtmekle birlikte kimyasalın zararlı, zehirli veya patlayıcı gibi özelliğini belirten işaretler ile güvenlik ve risk kodlarını içerir. Kimyasalların taşıdığı özel risk faktörleri hakkında kullanıcıyı bilgilendirmek üzere etiketlerinde uluslararası düzeyde kullanılan "R" ile gösterilen risk kodları ve söz konusu riskleri ortadan bütünüyle kaldırmak veya minimize edebilmek için alınması gereken önlemleri belirten "S" kodları olarak bilinen güvenlik kodları bulunmaktadır. 2018 yılından önce piyasaya sürülen kimyasal madde etiketleri üzerinde bulunan ve Tablo 1.1'de birkaç örneği verilen R ve S kodları yerine 2013 tarihli yukarıda belirtilen maddelerin ve karışımların sınıflandırılması ile ilgili yönetmelikle H ve P kodları getirilmiştir. Bu kodların amacı, başta can ve mal kaybı olmak üzere insan sağlığı ve çevreye yönelik olası tehlikelerin önlenmelerine veya minimize edilmelerine yardımcı olmaktır.

Tablo 1.1: R ve S Kod Örnekleri ve Anlamları

Kod	Anlamı	Kod	Anlamı
R1	Kuru hâlde iken "patlama riski" taşır.	S1	"Kilit altında" saklayınız.
R2	Sürtünme, şiddetli çarpma, ateş (alev) veya diğer tutuşturucu kaynaklarla "patlama riski" taşır.	S2	"Çocukların ulaşamayacağı yerde" saklayınız.
R3	Sürtünme, şiddetli çarpma, ateş (alev) veya diğer tutuşturucu kaynaklarla "çok yüksek patlama riski" taşır.	S3	"Serin yerde" saklayınız.
R4	Metallerde çok hassas ve "patlayıcı nitelikte bileşikler" oluşturur.	S4	Yaşam alanlarından uzak tutunuz.
R5	Isıtma ile "patlama riski" oluşabilir.	S5	Kimyasalı, üretici firmanın önerdiği "... sıvısı içinde" saklayınız.
		S5.1	Su içinde saklayınız.
		S5.2	Petrol içinde saklayınız.
		S5.3	Parafin yağı içinde saklayınız.

İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nda çalışanları uyarmak, olası iş kazası ve meslek hastalıklarını önleyebilmek ve güvenlik işaretlerinin uygulanmasında asgari gereklilikleri belirlemek için 11.09.2013 tarih ve 28762 sayılı Resmî Gazete'de "Sağlık ve Güvenlik İşaretleri Yönetmeliği" yayımlanmıştır. Bu yönetmelikte sağlık ve güvenlik işaretleri; özel bir nesne, faaliyet veya durumu işaret eden levha, renkli, sesli veya ışıklı sinyal, sözlü iletişim ya da el kol işareti yoluyla iş sağlığı ve güvenliği hakkında bilgi ya da talimat veren, tehlikelere karşı uyarı işaretleri olarak tanımlanmıştır. Bu durumu tanımlayan, özel bir davranışa sevk eden bir işaret levhası veya ışıklandırılmış yüzey üzerinde kullanılan şekiller de **sembol** veya **piktogram** olarak adlandırılmıştır. Söz konusu yönetmelikte işaretlerin renkleri, şekilleri, boyutları ve anlamları belirtilerek hangi koşullarda kullanılması gerektiği de açıkça ifade edilmiştir. Bu amaçla kullanılan güvenlik işaretleri EK A'da verilmiştir. Tablo 1.2'de görüldüğü gibi tehlikeli duruma sebep olabilecek hareket ve davranışları yasaklayan yasak işaretleri kırmızı, dikkatli olunması ve önlem alınması gerekliliğini vurgulayan uyarı işaretleri sarı, özel eylem veya davranış vurgulayan ya da kişisel koruyucu donanım kullanım zorunluluğunu anlatan zorunluluk işareti mavi, acil çıkış veya ilk yardım işareti yeşil renk ile ifade edilir.

Tablo 1.2: Sağlık ve Güvenlik İşaretleri Yönetmeliği'ne Göre Güvenlik Renkleri ve Bu Renklerin Anlamları

Renk	Anlamı ve Amacı	Talimat ve Bilgi
Kırmızı	Yasak işareti	Tehlikeli hareket veya davranış
	Tehlike alarmı	Dur, kapat, düzeneği acil durdur, tahliye et
	Yangınla mücadele ekipmanı	Ekipmanların yerinin gösterilmesi ve tanımlanması
Sarı	Uyarı işareti	Dikkatli ol, önlem al, kontrol et
Mavi (1)	Zorunluluk işareti	Özel bir davranış ya da eylem Kişisel koruyucu donanım kullan
Yeşil	Acil çıkış, ilk yardım işareti	Kapılar, çıkış yerleri ve yolları, ekipman, tesisler
	Tehlike yok	Normale dön
(1) Mavi	Sadece dairevi bir şekil içinde kullanıldığında emniyet rengi olarak kabul edilir.	
(2) Parlak Turuncu	Emniyet işaretleri dışında sarı yerine kullanılır. Özellikle zayıf doğal görüş şartlarında floresan özellikli bu renk çok dikkat çekicidir.	

Kendi özel amaçlarına göre yasaklama, uyarı, emir, kaçış yolu, acil durumlarda kullanılacak ya da yangınla mücadele amaçlı ekipmanı belirten işaret levhalarının biçim ve renkleri yönetmelikle belirlenmiştir.

1. Yasaklayıcı işaretler: Daire biçiminde olup beyaz zemin üzerine siyah piktogram, kırmızı diyagonal çizgi (kırmızı kısımlar işaretin alanının en az %35'ini kapsayacak şekilde) ile gösterilen işaretlerdir. Görsel 1.1'de verildiği gibi "Sigara içilmez", "Yetkisiz kimse giremez" ve "Dokunma" yasak anlamında kullanılmaktadır.



Görsel 1.1: Örnek yasaklayıcı işaretler ve bu işaretlerin anlamları

2. Uyarı İşaretleri: Üçgen şeklinde sarı zemin üzerine siyah piktogram, siyah çerçeve olacak şekilde düzenlenmektedir. Görsel 1.2'de örnekleri verildiği gibi "Düşme tehlikesi", "Toksik madde", "Elektrik tehlikesi" uyarı anlamında kullanılmaktadır.



Görsel 1.2: Örnek uyarı işaretleri ve bu işaretlerin anlamları

3. Emredici İşaretler: Daire biçiminde olup mavi zemin üzerine beyaz piktogram olarak verilmektedir. Görsel 1.3'te görüldüğü gibi "Gözlük tak", "Eldiven giy", "Koruyucu elbise giy" ve "Yüz siperi kullan" şeklinde ve emir anlamında kullanılmaktadır.



Görsel 1.3: Örnek emredici işaretler ve bu işaretlerin anlamları

4. Acil Çıkış ve İlk Yardım İşaretleri: Dikdörtgen veya kare biçiminde olup yeşil zemin üzerine beyaz piktogram şeklinde düzenlenir. Görsel 1.4'te acil durumda çıkış yönlerini gösteren piktogramlar verilmiştir.



Görsel 1.4: Örnek acil çıkış işaretleri

5. Yangınla Mücadele İşaretleri: Dikdörtgen veya kare biçiminde olup kırmızı zemin üzerine beyaz piktogram şeklinde düzenlenir. Görsel 1.5'te yangınla mücadelede kullanılan piktogram örnekleri verilmiştir.



Görsel 1.5: Örnek yangınla mücadele işaretleri

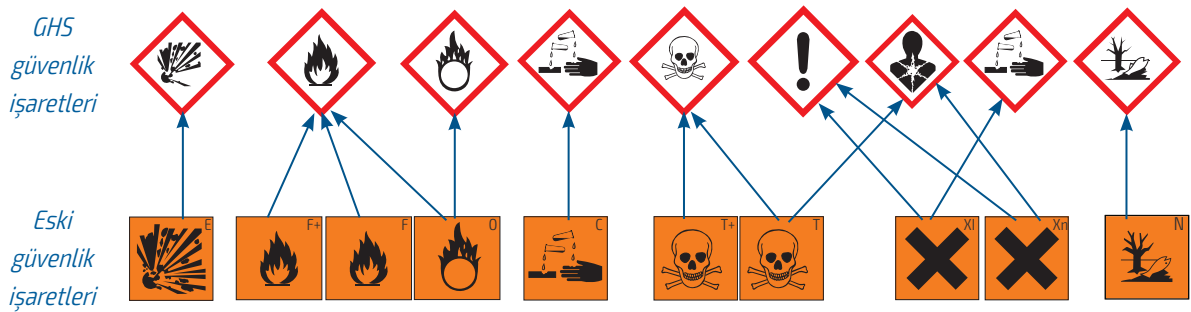
Kimyasal madde etiketleri, ihraç edilen kimyasallar için ilgili ülkenin yönetmeliklerine göre ve uluslararası taşımacılık kuralları çerçevesinde hazırlanmalıdır. Küresel Uyumlaştırma Sistemi, kimyasalların sınıflandırılması ve eti-

ketlenmesi için Global Uyumlaştırma Sistemi'dir. Tablo 1.3'te birkaç örneği verilen bu sistem kimyasal maddelerin sınıflandırma kodları yanında zararlılık ifadeleri (H ibareleri) ve önlem ifadeleri (P ibareleri) içermektedir.

Tablo 1.3: Küresel Uyumlaştırma Sistemi Tarafından Belirlenen Kimyasal Madde Sınıflandırma Kodları

Zararlılık İfadeleri (H İbareleri)			Önlem İfadeleri (P İbareleri)		
Kod	Zararlılık Sınıfı	Zararlılık İfadesi	Kod	Zararlılık Sınıfı	Önlem İfadesi
H300	Akut toksisite (ağız yolu ile)	Yutulması hâlinde öldürücüdür.	P402	Su ile temas ettiğinde alevlenir gazlar çıkaran maddeler ve karışımlar	Kuru yerde depolayın.
H314	Ciltte aşınma/tahriş	Ciddi cilt yanıklarına ve göz hasarına yol açar.	P403	Alevlenir gazlar Oksitleyici gazlar Basınç altındaki gazlar Alevlenir sıvılar	İyi havalandırılan yerde depolayın.
H360	Üreme sistemi toksisitesi	Doğmamış çocukta hasara yol açabilir veya üremeye zarar verebilir.	P404	Su ile temas ettiğinde alevlenir gazlar çıkaran maddeler ve karışımlar	Kapalı kapta saklayın.
H340	Eşey hücre mutajenitesi	Genetik hasara yol açabilir.	P405	Akut toksisite-ağız yolu ile	Kilit altında saklayın.

Sınıflandırma kriterleri, etiketleme kuralları ve güvenlik bilgi formlarının hazırlanmasına yönelik rehberlerin uyumlaştırılması yoluyla tehlikeli kimyasalların güvenlik değerlendirme sistemine göre fiziksel, çevresel, sağlıksal zararlılık ve güvenlik bilgilerinin global seviyede harmonizasyonu için bir temel teşkil eder. GHS; aynı kimyasal için dünya çapında farklı fiziksel, çevresel ve sağlıksal zararlılık tehlike bilgilerinin oluşturulmasının önlenmesi amacıyla Birleşmiş Milletler (BM) düzeyinde geliştirilmiştir. GHS'nin bir diğer amacı da ticareti kolaylaştırmaktır. Kullanılan güvenlik işaretleri yerine GHS sistemine göre karşılığı olan yeni işaretler Görsel 1.6'da görüldüğü gibidir.

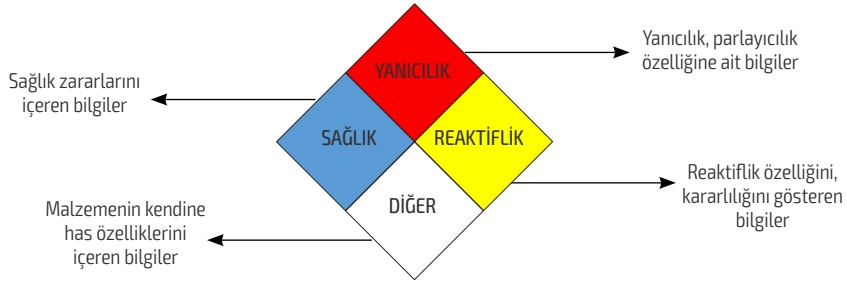


Görsel 1.6: Güvenlik işaretleri

CLP ise Avrupa Birliği tarafından Maddelerin ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi ve Ambalajlanmasına ilişkin etiketleme sistemidir (EU Regulation on Classification, Labeling and Packaging of Substances and Mixtures-CLP). CLP'nin amacı, insan ve çevre sağlığını korumak ve bunu AB ülkelerinde ortak bir iletişim dili oluşturarak standart şekilde uygulamaktır. Avrupa Birliği üyesi ülkelerde kimyasal madde veya karışım üreten, bu ülkelere kimyasal madde veya karışım ithal eden üreticilerin CLP tüzüğüne usul ve esaslara göre sınıflandırma, etiketleme ve ambalajlama yükümlülüğü vardır.

Diğer bir etiketleme sistemi NFPA, acil durum müdahalesi için maddelerin tehlikelerinin işaretlenmesine yönelik bir yöntem tanımlayarak tehlike iletişimini kolaylaştırmak için kullanılır.

NFPA 704 etiketleme sisteminde Tehlike Elması olarak da adlandırılan dört ayrı eş kutucuğa bölünmüş eş-kenar bir dörtgen kullanılır ve tehlike iletişiminde verilecek olan mesaj, Görsel 1.7'de görüldüğü gibi renklerle ifade edilir. Tehlike Elması; acil bir duruma müdahale edilirken atılacak ilk adımlarda kullanılması gereken kuryucu ekipman, uygulanması gereken prosedür ve alınması gereken önlemleri gösterir.



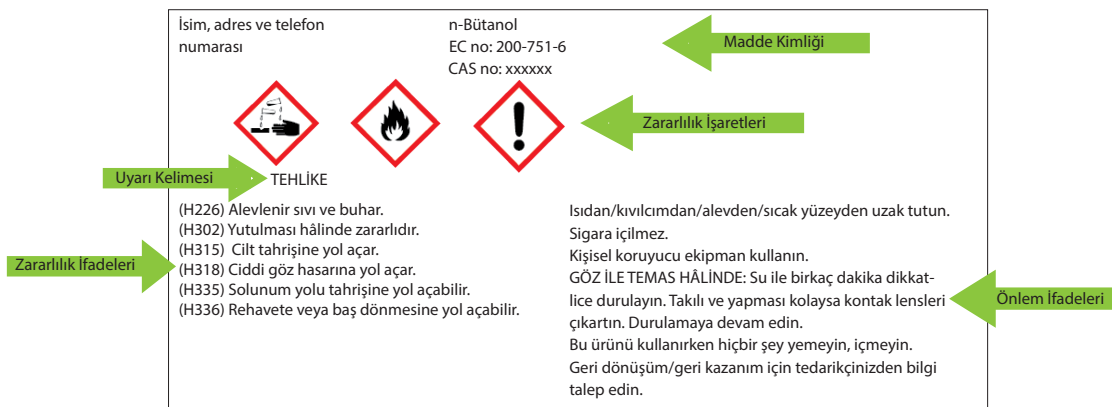
Görsel 1.7: NFPA 704 etiketleme sisteminde Tehlike Elması

Tehlike Elması'nın alt kısmında beyaz renk ile gösterilen kutucuk, söz konusu maddenin aşındırıcı (COR), kanserojen (C) veya su ile reaksiyon vereceği için yanma anında su kullanılmaz (W) gibi özel durumlarını gösterir. NFPA 704 etiketleme sistemi ayrıca bu bilgilerin derecesini ifade etmek için Tablo 1.4'te gösterildiği gibi kod sistemi içerir. Kırmızı, mavi ve sarı renk kodlarının ifade ettiği genel bilgiler dışında sıfırdan dörde kadar rakam kodları da kullanılır. 0 (sıfır) tehlike olmadığını gösterirken 4'e doğru tehlikenin yükseldiği işaret edilir. NFPA 704 etiket sistemine göre renk ve rakam kodları yangından korunma derneği tehlike etiketleri başlığı ile EK B'de verilmiştir.

Tablo 1.4: NFPA 704 Etiketleme Sistemine Göre Kodlama

Kod	Sağlık	Yanıcılık	Reaktiflik
0	Sağlık tehlikesi yok.	Normal şartlarda tutuşma tehlikesi yok.	Normal şartlarda tehlike yok, kararlı madde.
1	İyileşebilen hafif yaralanmalar.	Kızdırılırsa tutuşabilir.	Yüksek sıcaklık ve basınçta kararlılığı bozulan madde.
2	Geçici ve hafif yaralanmalar.	Isıtılırsa tutuşabilir.	Normal olarak dengesiz olan ve kimyasal değişikliğe uğrayan maddeler.
3	Hemen tedavi edilmezse kalıcı ağır hastalıklar.	Normal sıcaklıkta da yanma tehlikesi.	Kararsız olup su ve diğer malzemelerle patlayıcı duruma geçebilen maddeler.
4	Hayati tehlike taşıyan hastalıklar, hemen müdahale edilmesi gereken yaralanmalar.	Her sıcaklıkta aşırı derecede yanıcı .	Normal koşullarda da patlayıcılık özelliği gösteren maddeler.

Etiketleme sistemlerine örnek olması açısından Görsel 1.8'de bir kimyasal madde şişesi üzerinde var olan etiket verilmiştir.



Görsel 1.8: Kimyasal madde etiket örneği

1.5. KİMYASAL MADDE ALIMINDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR

Çevre ve insan sağlığı açısından tehlikeli olan kimyasal maddeler gereğinden fazla satın alınmamalıdır. Bunun sağlanabilmesi için de öncelikle envanter oluşturulmalı ve buna göre ihtiyaç olan kimyasal madde ve miktarı tespit edilmelidir. Laboratuvarında yapılacak deneyler gözden geçirilerek satın alma sırasında daha az tehlikeli olan kimyasal maddeler tercih edilmelidir. Özellikle alternatif imkânı varsa yanıcı, patlayıcı, zehirli, parlayıcı olmayan kimyasallar seçilmelidir. Alınacak kimyasallar için taşıma ve depolama koşullarının karşılanıp karşılanamayacağı dikkate alınarak taşıma ve depolaması kolay, depolama masrafları düşük, kolay temin edilebilir kimyasallar tercih edilmelidir. Güvenlik bilgi formu bulunmalı ve küresel uyum sistemine uygun veya eş değer nitelikte olmalıdır. Güvenlik bilgi formu; piyasaya arz edilen kimyasallar için Türkçe, ihraç edilen kimyasallar için ihraç edilen ülkenin resmî dillerinden birinde hazırlanmış olmalıdır. Teslim alınan kimyasalların ambalajlarına da dikkat etmek gerekir.

Zararlı madde ve ürünler; normal depolama ve taşıma şartlarında, sızma, kaçak, dökülme, bulaşma ve benzeri yollarla ambalaj dışına çıkmaları önlenecek şekilde ambalajlandıktan sonra piyasaya arz edilebilir. Ambalajların şekli ve etiketleri, genel görünüm ve kapsamı açısından gıda maddelerinin ambalajları ile aynı veya karıştırılabilir benzerlikte olmamalıdır. Zararlı kimyasal madde ve ürünlerin ambalaj kaplarına konulmasında aşağıdaki genel kurallara uyulması zorunludur.

- Ambalajlanan madde, ambalaj kabının dışına bulaşmamalıdır.
- Ambalaj kabı; içine konulan maddeden etkilenmemeli, maddenin özelliklerini değiştirmemelidir.
- Sıvı hâlinde madde ve ürünlerin ambalajlanmasında, ısı genleşmeler sonucu patlama, yırtılma gibi istenmeyen durumların önüne geçilebilmesi için kaplarda boş hacim bırakılmalıdır.
- Hava yolu ile taşınacak her türlü ambalaj kabının hava basıncı değişimlerinin etkisiyle karşılaştığında dayanıklı olacak şekilde tasarlanması gerekir.
- Maddenin ambalajlanmasında iç içe kaplar kullanılmışsa iç kaptan dış kaba sızma olmamalıdır. Cam, seramik gibi kırılabilir malzemeden yapılmış iç kaplar ile ambalajlamada, kırılmanın önlenmesi için iç ve dış kaplar arasında şok direncine sahip uygun destekleme malzemeleri kullanılmalı veya benzeri önlemler alınmalıdır.
- Çok tehlikeli oldukları için bir sıvı ile ıslatılarak veya seyreltilerek korunması gereken maddelerin ambalajlanmasında kaçakları tamamen önleyecek tasarımlar kullanılmalı ve yeterli önlemler alınmalıdır.
- Taşıma ve depolama sırasında, sıcaklığın artması, hava basıncı değişimi, çalkalanma gibi nedenlerle kap içindeki madde tehlikeli boyutlarda gaz oluşturuyor ve basıncı artıyorsa fazla gazı dışarı atarak otomatik basınç ayarlamasını sağlayacak sistemler takılmış kaplar kullanılmalıdır. Bunun yanı sıra çıkan gazın tehlikeli ve zararlı olması durumunda tehlikeyi önleyici başka önlemlerin alınması gerekir.
- Ambalaj olarak kullanılacak her türlü madde, malzeme ve araç; kullanım amacına uygun fonksiyon testlerinden geçirilir.

1.6. KİMYASAL MADDE TAKİP SİSTEMİ

Laboratuvarında kimyasalların kullanılması, sistemli ve uygun bir biçimde takip edilmediği takdirde çevre ve insan sağlığı için son derece zehirli ve tehlikeli olabilir. Kimyasalların yönetimi; envanter ve satın alımdan üretim hattına, depolama ve atık konumlarına kadar geniş bir alanı içine alır. Kimyasal madde takip sistemi temel olarak aşağıdaki aşamaları içerir.

- Kimyasal Madde Seçimi, Tedarik ve Satın Alma
- Kimyasal Madde Envanterinin Tutulması: Laboratuvarında hangi maddelerin var olduğunu, hangi deneylerin yapılabileceğini ve ihtiyacı ne kadar süreyle karşılayacağını bildirmesi açısından iyi bir kayıt tutma sürecinin önemli bir parçasıdır. Hazırlanan envanter listesi; kimyasal ismi ve türü, tedarikçi/satıcı ismi ve türü, güvenlik bilgi formu içermelidir. Bunların dışında kimyasal maddenin hangi deneylerde kullanıldığı, miktarı, depolama koşulları ve yeri de belirtilmelidir.

- Kimyasal Depolama, Taşıma ve Kullanma Uygulamaları: Kimyasalların laboratuvara getirilmesi ve kullanıma başlanması aşamalarında çevre ve insan sağlığına zarar vermeyecek şekilde gerekli önlemlerin alınarak depolamaya, taşımaya, işlemeye ve kullanmaya hazırlıklı olmayı sağlar.
- Acil Durum Müdahale Planı, Kazalar, Olaylar ve Döküntülerin Islah Planı: Laboratuvarda çalışan öğretmen ve öğrencileri istenmeyen tehlikelere maruz kalmaya karşı korumak amacıyla hazırlanan acil durum kimyasal olay yönetimi planına sahip olmak önemlidir. Yangında, bir kimyasalın yere dökülmesinde veya cam kırılmasıyla meydana gelen kesiklerde acil yapılması gerekenleri içerir.

Zararlı kimyasal madde ile ürünlerini üretenler, çevre ve insan sağlığına zarar vermeyecek şekilde depolama yapmakla yükümlüdür. Bu maddelerin kötü amaçlı veya sorumsuz kişilerin eline geçmemesi ve amaç dışında kullanılmaması için gerekli önlemler ilgililer tarafından alınmalıdır. Zararlı kimyasal madde ve ürünlerin bulunduğu depolar; depolanan maddenin oluşturabileceği zararlar göz önüne alınarak gerekli ısı, izolasyon, yıldırımdan koruma, havalandırma, alarm, yangın söndürme gibi sistemler ile donatılır ve amacına uygun malzemelerle gerekli güvenlik sağlanır. Depolara ve bunların yakınına depolanan madde veya ürünlerin yükleme, boşaltma ve kullanımları sırasında ortaya çıkabilecek tehlikeler, bu tehlikelere karşı korunma önlemleri ile ilgili uyarı işaretleri ve yazıları asılır. Zararlı kimyasal madde ve ürünleri; ilaç, hayvan ilacı, gıda maddesi, hayvan yemi ve bunların katkı maddeleri ile aynı depolara konulamaz. Korozif, az zehirli ve tahriş edici özelliği ile etiketlenmiş olan madde ve ürünlerin depolanmasında insan ve çevre sağlığı açısından işletmede gerekli yerlerde uyarı levhaları bulundurulur. Çok zehirli özelliği ile etiketlenmiş olan madde ve ürünler kilitli mekânlarda depolanır. Düzenli olarak son kullanım tarihleri izlenmeli ve günü geçen kimyasal maddeler atık depolamaya gönderilmelidir.

1.7. KİMYASAL MADDELERİ SAKLAMA KOŞULLARI

Kimyasal maddeler yapısına, risk gruplarına ve saklama koşullarına göre muhafaza edilebilmeli, gerekiyorsa havalandırma sistemli ve kilitlenebilir bir dolap tahsis edilmelidir. Güvenli depolama için ilk adım; katı, sıvı veya gaz formlarındaki tüm kimyasallar dikkate alınarak güvenlik bilgi formlarından yararlanarak güncel bir envanterin çıkarılmasıdır. Kimyasal envanteri, kimyasallar ve tehlikeleri hakkında yeterli bilgiye sahip olan teknik bir personel tarafından hazırlanmalıdır. Envanter çıkarılması esnasında gerekli kişisel koruyucu donanımlar (gözlük, eldiven, önlük, koruyucu ayakkabı vb.) giyilmeli ve etiketlenmemiş, şişkin, sızdıran, paslanmış ya da çatlak kimyasal ambalajlar ayrılmalıdır. Bir envanterde Tablo 1.5'te görüldüğü gibi kimyasalın adı, ambalajı (g, kg, mL, L vb.), formülü, markası, tehlike sınıfı, adedi ve depolandığı yer gibi bilgiler bulunmalıdır. Ayrıca envanterin hangi bina için yapıldığı, envanteri yapan kişinin adı, soyadı ve iletişim bilgileri de bulunmalıdır. Envanter sadece kullanılabilir durumda olan kimyasallar için değil, atılması gerekenler için de tutulmalıdır. Envanter sayesinde hem depolardaki maddelerin giriş ve çıkışı kontrol edilmiş hem de yangın gibi acil durumlarda tehlikelerin farkında olunması sağlanmış olur.

Tablo 1.5: Örnek Envanter Listesi

Kimyasal Adı	Ambalaj Miktarı	Kimyasal Formül	Marka	Tehlike İşareti	Adet	Yer
Metil alkol	1 L	CH ₃ OH			5	Dolap No. Raf No.
Aseton	1 L	C ₃ H ₆ O			3	Dolap No. Raf No.
1-Bütanol (n-bütanol)	1 L	CH ₃ (CH ₂) ₃ OH			5	Dolap No. Raf No.

▼ Depo Düzeninin Sağlanması İçin Genel Kurallar

- » Depodaki tüm kimyasallar alfabetik olarak değil, sınıf kodu ile etiketlenmelidir.
- » Kimyasalların yerleştirilmesinde birbiriyle temas etmemesi gerekenler dikkate alınarak hareket edilmelidir.
- » Kimyasal maddelerin yerleştirildiği rafların (yükseltgen maddelerin konduğu raflar dışında) tahta olması tercih edilmelidir.
- » Kimyasal maddelerin depolandığı raflar duvara sıkıca tutturulmalıdır.
- » Tüm rafların ön kısımları, deprem gibi doğal afetler sırasında şişelerin yerlere yuvarlanma riskini önlemek amacıyla bir koruma seti ile çevrelenmelidir.
- » Raf yüksekliği 2 m'yi geçmemelidir.
- » Depolanması özel bir durum gerektiren kimyasallar kendileri için ayrılan kabinlerde bulundurulmalıdır (Parlayıcı ve yanıcı kimyasallar için korumalı dolap kullanımı gibi.).
- » Depodaki tüm kimyasalların kayıtlı olduğu bir envanter sistemi olmalıdır.
- » Depoda duman dedektörü ve benzeri yangın uyarı sistemlerinden birisi bulundurulmalıdır. Bu alanlarda otomatik devreye giren su ile söndürme sistemleri bulunmamalıdır.

1.8. GÜVENLİ RAF DEPOLAMA MODELİ İÇİN ÖNERİLER

Birbirinden farklı ve çeşitli tehlikeleri olan kimyasalların güvenli depolanmasında depolama gruplamaları kullanılabilir. Birbirinden farklı ve uygun çeşitli depolama stratejileri uygulanabilir. İlk başta basit bir şekilde uyumlu kimyasal gruplarına göre kimyasallar ayrılabilir. Uyumlu depolama grupları aşağıdaki gibi düzenlenebilir.

- Organik bazlar, alevlenirler ve toksikler
- Piroforik maddeler ve suyla tepkime veren maddeler
- İnorganik bazlar, oksitleyiciler ve toksikler
- Organik asitler, alevlenirler ve toksikler
- Oksitleyiciler, organik peroksitler ve asitler
- Oksitleyicileri içermeyen inorganik asitler ve yanıcılar
- Aslen reaktif olmayanlar veya alevlenirler veya reaktifler
- Toksik sıkıştırılmış gazlar, alevlenir ve reaktif olmayanlar
- Uyumlu patlayıcılar veya diğer yüksek kararsız maddeler
- Çözücüler de içeren reaktif olmayan alevlenirler ve yanıcı maddeler
- Diğer depolama sınıflarıyla uyumsuz olan bütün diğer depolama sınıfları

Kimyasalların güvenli depolanmasında yukarıda belirtilen depolama gruplarının yapılabilmesi için de birbiri ile uyumlu ve uyumsuz kimyasal maddelerin tespit edilmesi gerekir. Bu tespit etme işlemi için dört aşama izlenir.

1. Tehlike Sınıflamasının Yapılması: Mevcut kimyasalların etiketlerinden yararlanarak tehlike sınıfları belirlenir. Bazı kimyasallar birden fazla tehlike sınıfında yer alabilir, böyle bir durumda bu kimyasala ait malzeme güvenlik bilgi formuna bakılarak öne çıkan tehlike sınıfı belirlenmelidir. Yaygın olarak bilinen tehlike sınıfları şunlardır:
 - Patlayıcı maddeler
 - Toksik maddeler
 - Oksitleyici maddeler
 - Sıkıştırılmış gazlar
 - Alevlenebilir maddeler
 - Radyasyon içeren maddeler
 - Korozyif maddeler
 - Biyolojik tehlike içeren maddeler

2. pH Değerinin Belirlenmesi: Mevcut kimyasallar pH değerlerine göre ayırmaya devam edilir. Buna göre maddelerin asidik, bazik ve nötr olmak üzere üç sınıfa ayrılması gerekir. Asidik ve bazik maddeler bir arada depolanmaz.
3. Genel Kimyasal Yapının Belirlenmesi: Maddelerin genel kimyasal yapıları, organik ve inorganik olarak ikiye ayrılır. Bu ayrım, özellikle aşındırıcı ve oksitleyici kimyasalların depolanmasında büyük önem taşımaktadır.
4. Maddenin Hâllerinin Belirlenmesi: Maddeler katı, sıvı ve gaz olmak üzere sınıflandırıldıktan sonra katı, sıvı ve gaz maddeler birbirinden ayrı depolanmalıdır. Bu durum, özellikle sızma veya dökülme gibi durumlarda tehlikenin sınırlandırılması açısından önemlidir.

Avustralya'da WorkSafe Victoria (Vörksejy Viktorya) kurumu tarafından yayımlanan "Tehlikeli Maddelerin Depolanması ve Elleçlenmesine İlişkin Uygulama Kuralları" (Code of Practice for the Storage and Handling of Dangerous Goods) rehberinde detaylı bilgi bulunmadığında kimyasalların birlikte depolanmasında Tablo 1.6'da verilen depolama matrisi kullanılabileceği bilgisine yer verilmiştir. Güvenlik bilgi formlarında yer alan kimyasala özgü öneriler de dikkate alınmalıdır. Bu depolama matrisinden yararlanarak hangi kimyasalların birlikte depolanabileceği, hangi kimyasalların ayrı depolanması gerektiği ve hangi kimyasalların ne koşullarda birlikte depolanabileceği anlaşılır.

Tablo 1.6: Kimyasalları Birlikte Depolama Matrisi

Sınıf	Alevlenir Gazlar	Alevlenir ve Toksik Olmayan Gazlar	Toksik Gazlar	Alevlenir Sıvılar	Alevlenir Katılar	Kendiliğinden Yanabilen	Su ile Temas Ettğinde Tehlike Oluşturan	Oksitleyici	Organik Peroksit	Toksik	Aşındırıcı
Alevlenir Gazlar	A	E	C	B	B	D	B	D	D	C	B
Alevlenir ve Toksik Olmayan Gazlar	E	A	B	E	E	E	E	B	E	B	B
Toksik Gazlar	C	B	A	C	C	C	C	C	C	B	B
Alevlenir Sıvılar	B	E	C	A	B	D	B	D	D	B	C
Alevlenir Katılar	B	E	C	B	A	D	B	D	D	C	B
Kendiliğinden Yanabilen	D	E	C	D	D	A	B	D	D	C	B
Su ile Temas Ettğinde Tehlike Oluşturan	B	E	C	B	B	B	A	D	D	C	D
Oksitleyici	D	B	C	D	D	D	D	A	D	F	D
Organik Peroksit	D	E	C	D	D	D	D	D	A	F	D
Toksik	C	B	B	C	C	C	C	F	F	A	B
Aşındırıcı	B	B	B	B	B	B	B	D	D	B	G

Kimyasalları birlikte depolama matrisinde kullanılan A, B, C, D, E, F ve G harfleri aşağıda verildiği şekilde değerlendirilir.

- A: Aynı sınıftaki tehlikeli maddeler genellikle uyumlu olarak düşünülür.
- B: Bu sınıftaki maddeler güvenlik bilgi formunda belirtilmiş olan istisnalar dışında genellikle tepkimeye girmez. Buna rağmen maddelerin uyumu konusundaki riskler göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin döküntü, sızıntı veya yangın durumlarında ikinci madde farklı tehlikelere neden olabilir ya da riski artırabilir. Bu yüzden ilave kontrol önlemleri gereklidir.

- C: Bu sınıftaki maddelerin genellikle tepkimeye girmeyecekleri düşünülür fakat tehlikeli senaryoların meydana gelme ihtimali de göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin bir yangın olayında toksik gazların salınımı riski artacaktır.
- D: Bu sınıftaki tehlikeli maddelerin tepkimeye girmesi olasıdır. Bazı durumlarda tepkime; yangın, patlama, toksik veya aşındırıcı gazların salınımı ile sonuçlanabilir. Bu maddelerden birinin yanması durumunda diğerinin de ortamda bulunması yangını hızlandırabilir. Bu maddeler, riskin tamamen kontrol altına alındığı durumlar dışında birlikte veya yakın depolanmamalıdır.
- E: Alevlenir ve toksik olmayan gazların oksitleyici özelliği varsa D geçerlidir, diğer durumda B geçerlidir.
- F: Toksik maddeler aynı zamanda yanma tehlikesi olan maddelerse D geçerlidir, diğer durumda B geçerlidir.
- G: Bir madde konsantre güçlü asit ve diğeri güçlü alkali ise D, diğer durumda A geçerlidir.

Kimyasal maddelerin birbirleriyle etkileşime girip tehlikeli reaksiyona sebep vermemesi için özellikle laboratuvarlara yönelik örneği Tablo 1.7'de verilen bir depolama anlayışı temel alınmalıdır. Tablodaki örnekten sadece izopropanol ve etil alkolün aynı depo dolabı içinde depolanabileceği söylenebilir. Depolama matrisi temel alınarak birbiriyle temas etmemesi gereken kimyasal maddelerin listesi birbiriyle uyumsuz kimyasallar başlığı ile EK C'de verilmiştir.

Tablo 1.7: Örnek Kimyasal Madde Depolama Tablosu

Kimyasal Madde	Tehlike Sınıfı	pH	İnorganik/Organik	Katı/Sıvı
Amonyum Hidroksit	Aşındırıcı	Bazik	İnorganik	Sıvı
Sülfürik Asit	Aşındırıcı	Asidik	İnorganik	Sıvı
İzopropanol	Yanıcı	Nötr	Organik	Sıvı
Asetik Asit	Aşındırıcı	Asidik	Organik	Sıvı
Nitrik Asit	Aşındırıcı/Oksitleyici	Asidik	İnorganik	Sıvı
Etil Alkol	Yanıcı	Nötr	Organik	Sıvı
Formalin	Toksik	Nötr	Organik	Sıvı

Bazı kimyasallar, laboratuvarında bekleme sürelerine göre ayrılır. Açıldıktan sonra çeşitli reaksiyonlar sonucu kendi özelliğini yitirip farklı kimyasallar oluşturabilir. Bu konuda en çok karşılaşılan durum, kimyasalların bekleme sürelerini aştıkları zaman peroksit oluşturarak özelliklerini yitirmesidir. Tablo 1.8'de peroksit oluşturma eğiliminde olan bazı kimyasalların bekleme süreleri verilmiştir. Depoda bulunan her kimyasal maddenin etiketlenmesi zorunludur. Etiket üzerinde kimyasal maddenin adı, tehlike sınıfı, zarar vereceği hedef organ, satın alma tarihi, kullanılmaya başlandığı tarih ve son kullanım süresi bulunmalıdır. Peroksit oluşturma özelliğinde olan kimyasal maddelerin etiketleri, satın alınma tarihi ve kullanılmaya başladığı tarihi içermelidir. Bu kimyasal maddelerin etiketlerinde "Kullanılmaya başlandığı tarihten itibaren 3-6-9 aylık veya 1 yıllık bir sürede imha edilmelidir." açıklaması bulunmalıdır.

Tablo 1.8: Peroksit Oluşturma Özelliğindeki Kimyasallar

Kullanım Süresi	Peroksit Oluşturma Özelliğindeki Kimyasallar
3 ay	Bütadien (sıvı), kloropren (sıvı), divinil asetilen, izopropil eterler, potasyum, sodyum amid, viniliden klorür
6 ay	Asetal, akrolein, akrilonitril, primer alkoller, sekonder alkoller, eterler, ketonlar, bütadien, sikloheksan, sikloheksen, metil asetilen, olefinler
1 yıl	Bütadien (gaz), vinil asetilen, kloropren (gaz), vinil asetat, stiren, vinil klorür

Tüm kimyasal maddeler birbiri ile uyumlu olmadığından yan yana durmasında sakınca olan veya özel tehlike arz eden kimyasallar için Tablo 1.9'da belirtilen kurallar çerçevesinde hareket edilmelidir.

Tablo 1.9: *Depolanması Özel Koşul Gerektiren Kimyasallar*

Kimyasal Madde	Açıklama
Alevlenebilir Uçucu Sıvılar	Alevlenebilir maddeler/sıvılar, özel kabinlerde veya ayrı bir odada depolanmalıdır. Depo odası; havalandırma, yangına karşı koruma ve elektriksel özellikler açısından uygun şekilde donatılmış olmalıdır.
Oksitleyici Katı ve Sıvılar	Tüm kimyasallardan ayrı bir yerde depolanmalıdır.
Soğutma Gerektiren Kimyasallar	Özel soğutucularda depolanmalıdır (buzdolabı gibi).
Oksitleyici ve Mineral Asitler	Yaklaşık pH değeri 2 olan organik asitler (perklorik asit hariç) çelik kabin içinde depolanmalıdır.
Kanserojen Maddeler, Zehirli/Toksik Sıvılar ve Katı Kimyasallar	Kilitli bir dolap içerisinde muhafaza edilmelidir.
Sıvı Asitler	Özel bir dolapta depolanmaları -çok zorunlu olmamakla birlikte- tercih edilmelidir.
Alevlenebilir ve Su-Hava ile Reaksiyona Giren Katılar	(Kükürt, fosfor, fosfor pentaoksit ve bazı metal tozları) Mineral yağ veya ikinci bir ambalaj içinde paketlenmelidir.
Flor	Diğer kimyasallardan ayrı olarak depolanmalıdır.

Depolama sırasında dikkat edilmesi gereken özel durumlardan biri de su ile tepkimesi tehlikeli sonuçlar doğuran kimyasal maddelerdir. Su ile ekzotermik ve patlayıcı tepkimeye neden olan bazı kimyasallar Tablo 1.10'da verilmiştir. Bunların dışında birbiriyle temas etmemesi gereken kimyasallar için EK C'de verilen listeden yararlanılmalıdır.

Tablo 1.10: *Su ile Patlayıcı Tepkime Veren Kimyasal Örnekleri*

Kimyasal Madde/Sınıf	Örnek
Alkali Metaller	Li, Na, K, Rb, Cs
Alkali Metal Hidrürleri	LiH, NaH, KH, RbH
Grignard Bileşikleri	R-Mg-X ve Ar-Mg-X
Anorganik Halojenürler	POCl ₃ , SO ₂ Cl ₂ , SOCl ₂
Metal Halojenürler	AlCl ₃ , SnCl ₄ , TiCl ₄
Fosfor Pentaoksit	P ₂ O ₅
Kalsiyum Karbür (Karpit)	CaC ₂

1.9. SIKIŞTIRILMIŞ GAZ TÜPLERİNİ DEPOLAMA, MUHAFAZA ETME VE İŞLEME

Gazlar, reaktif ve inert ortam olarak kullanılabildiği gibi kimyasal reaksiyon sonucu da açığa çıkabilir. Bazı analitik işlemlerde yardımcı madde olarak da kullanılabilir. Gaz ile çalışmak beraberinde bazı problemleri de getirir. Gazlar hızla laboratuvar ortamına yayılabilir. Yanıcı gazlar, çok kolay tutuşan karışımlar oluşturabilir; zehirli gazlar, çalışanlara çeşitli zararlar verebilir. Basıncı gazların tehlikesi ise çok daha fazladır. Gazların çoğu sıvılaştırılmış veya sıkıştırılmış hâlde basınçlı tüplerde bulunur. Dikkatli kullanılmayan veya ısıya maruz kalan tüpler tehlike kaynağıdır. Gaz tüpleri ile ilgili dikkat edilmesi gereken temel hususlar aşağıdaki gibidir.

- Gaz tüpleri, kolay çıkmayacak etiketle etiketlenmelidir. Etiketle tüpün içerdiği gaz cinsi belirtilmelidir.
- Gaz tüpüne bağlanacak bir kart üzerine üretici firmanın adı, dolum tarihi, bulunduğu laboratuvarın numarası, kullanıcının adı ve kullanım süresi not edilmelidir.
- Gaz tüpleri, yere yatay ve özel taşıyıcı ile taşınmalıdır.
- Gaz tüplerini taşımadan önce üzerlerindeki regülatörü çıkarmak ve güvenlik başlığını takmak gerekmektedir.
- Gaz tüpleri, düşme veya çarpma sonucu patlayabilir. Bu nedenle bulundukları zemin veya duvara monte edilmelidir.
- Gaz tüpleri; su veya çözgen buharlarının yoğun olduğu, korozif maddelerin bulunduğu yerlere konmamalıdır.
- Tüplerin depolandığı odalar sıklıkla havalandırılmalıdır.
- Tüpler, doğrudan güneş ışığına maruz kalmamalıdır.

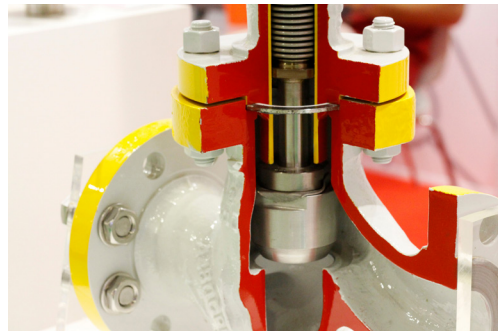
- Dolu ve boş tüpler -karışmalarını önlemek amacıyla- ayrı bölümlerde depolanmalıdır.
- Yanıcı gaz içeren tüpler; oksijen ve azot oksit tüpleri ile aynı ortamda depolanmamalıdır.
- Gaz tüpleri, açık aleve ve yüksek sıcaklıklara maruz bırakılmamalıdır.
- Tüpler, mümkünse laboratuvarlarda bırakılmamalıdır. Yangın anında yangın söndüren kişiler için büyük tehlike doğurur. Tüpler, laboratuvar dışında muhafaza edilmeli; gaz, borularla laboratuvara getirilmelidir.
- Tüpler; laboratuvara yakın, havalandırılabilen ve ısıya karşı izole edilmiş odalarda muhafaza edilmelidir. Bu imkân yoksa tüp deneyden önce laboratuvara getirilir, deney sonunda muhafaza edileceği odaya geri götürülür.
- Asansörde zehirli veya boğucu gaz tüplerinin taşınması sırasında insanların da o asansörü kullanmasına izin verilmemelidir.
- Tüpler kullanılmadığı zaman üzerindeki basınç göstergesi sökülüp tüpün başlığı tekrar takılmalı ve bu şekilde muhafaza edilmelidir.
- Toksik ve korozif gazlar laboratuvarıda çekeroçakta ve küçük tüpler içinde bulundurulabilir.

Gaz Tüplerinden Gaz Alınması

Tüplerin ağız kısmında, yan tarafta basınç düşürücünün takılacağı vidalı bir bağlantı ucu bulunur. N_2 , O_2 , asal gazlar, gaz hâlindeki hidrokarbonlar, CO ve CO_2 gibi yüksek basınç altındaki gazlar bir basınç düşürücü manometre yardımıyla tüpten dışarı alınır. Amonyak, HCl, SO_2 ve Cl_2 gibi sıvılaştırmış gazlar ise Görsel 1.9'da gösterilen tipte basit bir iğneli valf ile tüpten dışarı alınabilir.



a) İğneli valf



b) İğneli valf mekanizmasının açık hâli

Görsel 1.9 (a,b): Gazın iğneli valf ile tüpten dışarı alınması

Gazın cinsine göre farklı valfler kullanılmalıdır. Valflerin montajı, konuyla ilgili teknik kişiler tarafından yapılmalıdır. Gaz dışarı alınırken önce ana valfin kapalı olan çıkış valfi açılır. Ana valf elle açılmıyorsa tüp kesinlikle zorlanmamalı ve satıcı firmaya geri gönderilmelidir. Ana valfin çalışmaması genellikle korozif gazların etkisi sonucu oluşmakta olup açılmaya çalışılması büyük tehlikelere neden olabilir. En sonunda ince valf (basınç düşürücünden önceki valf) açılır ve istenen gaz debisine ayarlanır. Korozif gazlarla çalışıldıktan sonra iğneli valf yıkanır ve kurulanır. İğnenin temizlenmeden ve kurutulmadan kullanılması bir sonraki çalışmada hataya sebep olabilir. Boşalan tüplerin üzerine "BOŞ" etiketi asılmalıdır.

Gazların İletilmesi

Gazlar, bağlantı kısımları sızdırmayan ve kullanılan gaza dayanıklı hortumla cihaza gönderilir. Silikon hortumlar bu amaca uygundur. Gaz iletimi sırasında hortum içinde katı reaksiyon ürünleri oluşmuşsa tıkanma sonucu basınç artma tehlikesi ortaya çıkar. Bu tip reaksiyonlar sürekli olarak kontrol edilmelidir. İçinden gaz geçen bütün sistemlerde gazın çıkış ucu basınçsız olmalı ve bir çekeroçak içinde bulunmalıdır. Reaksiyon sırasında gazın adsorplanıp adsorplanmadığı, sisteme monte edilen bir sabun köpüklü debimetre ile kontrol edilebilir. Toksik veya tahriş edici özellikteki gazlar çekeroçak içine verilmemeli, mümkünse uygun bir ortamda adsorplanmalıdır [Örneğin zehirli fosgen gazı ($COCl_2$), sodyum hidroksit çözeltisi tarafından adsorplanabilir.]. Adsorplama çözeltisi, geçen gaz miktarına uygun olmalı; ekzotermik reaksiyonlarda gerekli soğutma yapılmalıdır.

Avrupa Birliği uyum çalışmaları çerçevesinde sanayide ve tıpta kullanılan gaz tüplerinin içlerindeki gaz ve gaz karışımlarının tanıtımı için kullanılan renk kodlamasında değişiklik yapılmıştır. Kimyasal maddenin sınıfına göre gaz tüpleri için kullanılan renk kodları Tablo 1.11'de verilmiştir.

Tablo 1.11: Gaz Tüpleri İçin Kullanılan Renk Kodları

Renk	Kimyasal Maddenin Tehlike Sınıfı
Sarı	Zehirli ve/veya aşındırıcı
Kırmızı	Alevlenebilen
Açık mavi	Yükseltgen (oksitleyici)
Parlak yeşil	Tepkimeye girmeyen (inert)

Sanayi gaz tüpleri önceki uygulamada ayrı değerlendirilirken bu değişiklikle birlikte aynı standart içine alınmıştır. Bu standart, sıvılaştırılmış petrol gazları içeren tüplere (LPG) veya yangın söndürücülere uygulanmaz. Eski ve yeni renk kodlamalarının kargaşa yaratmaması için yeni standartta uygun hâle getirilen tüplerin omuzlarına karşılıklı gelecek şekilde iki adet (N) harfi [İngilizce new (yeni) kelimesinin ilk harfi] konulması zorunlu hâle getirilmiştir. Tanıtım renkleri, tüpün omuz bölgesine uygulanmalıdır. Tüpün gövdesi ve vana koruma sistemi, diğer amaçlara yönelik olarak renklendirilebilir. Bununla birlikte tüp gövdesinde ve vana koruma sisteminde kullanılan renklerin tehlikenin yanlış anlaşılmasına yol açan renkler olmasından kaçınılmalıdır. Tablo 1.12'de bazı gaz tüplerinin endüstriyel ve tıbbi kullanım renkleri verilmiştir.

Tablo 1.12: Bazı Gaz Tüplerinin Endüstriyel ve Tıbbi Kullanım Renkleri

Gazın Adı ve Formülü	Endüstriyel Rengi	Tıbbi Kullanım Rengi
Oksijen (O ₂)	Beyaz	Beyaz
Diazot monoksit (N ₂ O)	Mavi	Mavi
Azot (N ₂)	Siyah	Siyah
Karbon dioksit (CO ₂)	Gri	Gri
Helyum (He)	Kahverengi	Kahverengi
Asetilen (C ₂ H ₂)	Kestane rengi	Uygulanamaz
Argon (Ar)	Koyu yeşil	Koyu yeşil
Yanıcı gaz (H ₂ , CH ₄)	Kırmızı	Uygulanamaz
Zehirli ve/veya aşındırıcı gaz (CO, NH ₃ , AsH ₃)	Sarı	Uygulanamaz

1.10. LABORATUVARDA ÜRETİLEN KİMYASAL ATIK MİKTARINI VE/VEYA TOKSİSİTESİNİ AZALTMAK İÇİN BAZI STRATEJİLER

İnsan faaliyeti sonucu ortaya çıkan, üretenin işine yaramayan, doğrudan faydası olmadığı için elden çıkarılan veya tesiste bulunması istenmediği için uzaklaştırılması gereken her türlü madde **atık** olarak tanımlanır. Laboratuvarlarda kullanılan kimyasal atıklar, belli kurallar çerçevesinde depolanıp atılmadıklarında ve/veya imha edilmedikleri takdirde insan sağlığı ve çevre açısından potansiyel tehlike kaynakları olup ölümlerle de sonuçlanabilen çeşitli hastalıklara neden olabilmektedir. Toplanan atıklar, okul idaresi tarafından yapılması gereken bir organizasyonla atık bertaraf firmalarından birine gönderilir.

Atıkların oluşumundan bertarafına kadar çevre ve insan sağlığına zarar vermeden yönetiminin sağlanması, oluşumunun azaltılması ve atıkların yeniden kullanımı, geri dönüşümü, geri kazanımı gibi yollar ile doğal kaynak kullanımının azaltılması amacıyla 02.04.2015 tarih ve 29314 sayılı Resmî Gazete'de Atık Yönetimi Yönetmeliği yayımlanmıştır. Bu yönetmeliğe göre atıklar 20 sınıfta listelenmiş olup bazıları patlayıcı, oksitleyici, tahriş edici, korozif,

kanserojen gibi özelliklerine göre tehlikeli atık olarak belirlenmiştir. Laboratuvarlarda yaygın olarak oluşabilecek bazı tehlikeli atık kaynakları aşağıda verilmiştir.

- Kullanılmış, bozulmuş ve kontamine kimyasallar
- Boyalar
- Yağlar
- Bozulmuş deney ürünleri ve kimyasallar
- Deney ekipmanı ve temizleme artıkları
- Ham madde döküntüleri ve deney sonrası açığa çıkan kimyasal karışımlar
- Ham madde ambalajlarındaki atıklar
- Raf ömrü bitmiş kimyasallar

Laboratuvar çalışmaları sırasında oluşan atıklar, doğru ve güvenli bir şekilde imha edilmeli veya depolanmalıdır. Aksi takdirde giderler tıkanabilir ve kimyasal etkileşim sonucu yaralanma gibi vakalar meydana gelebilir. Laboratuvarlarda gerek inşaat aşamasında gerekse çalışma esnasında güvenlik önlemleri alınmalı ve bunlar sadece çalışma değil, atık yönetimine ilişkin önlemleri de içermelidir. Laboratuvar çalışmaları sırasında tehlikeli gaz, duman ve buhar çıkışları oluşur. Bu maddeler boğucu, tahriş edici veya sistemik etkili maddeler olabilir. Laboratuvarlarda oluşan toz atıklar da alerji yapabilir, tahriş edici olabilir veya akciğerlere yerleşerek solunum sistemine zarar verebilir. Tüm bunlara önlem olarak inşaat aşamasında merkezî havalandırma sistemi yapılmalı ve güçlü çekerocaklar kurulmalıdır. Havalandırma sisteminde laboratuvarlarda oluşan kirli hava uzağa atılmalı ve havalandırmaya alınan temiz hava, kirli hava çıkışından uzakta olmalıdır. Sıvı atıklar da gaz atıklar gibi solunum yoluyla vücuda girebilir ya da deri yoluyla nüfuz edebilir. Sıvı atıkların dökülmesine ve çevrenin kirlenmesine karşı gerekli önlemler alınmalıdır.

Laboratuvar atıklarına ilişkin alınabilecek temel önlemler aşağıdaki gibidir.

1. Atığın türüne uygun atık kapları kullanılmalıdır.
2. Atık kapları, kapakları kapalı durumda saklanmalı ve uygun olarak etiketlenmelidir.
3. Atıklar, laboratuvar içinde belirlenmiş bir yerde saklanmalıdır.
4. Tıbbi atıklar; 25.01.2017 tarih ve 29959 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'ne uygun olarak taşınmalı, depolanmalı ve bertaraf edilmelidir. Bu yönetmeliğe göre tıbbi atıkların sınıflandırılması enfeksiyöz atıklar, patolojik atıklar ve kesici-delici atıklar şeklinde yapılmalıdır. Tıbbi atıkların doğru şekilde toplanması, taşınması, depolanması ve bertaraf edilmesi bulaşıcı hastalıkları önlemede ve çevre sağlığını korumada önemli bir yere sahiptir. Tıbbi atıklar hiçbir şekilde evsel atıklar, ambalaj atıkları ve tehlikeli atıklarla karıştırılmamalıdır. Tıbbi atıkların toplanmasında yırtılmaya, delinmeye, patlamaya ve taşınmaya dayanıklı, orijinal orta yoğunluklu polietilen ham maddeden sızdırmaz, çift taban dikişli ve körüksüz olarak üretilen, en az 10 kg kaldırma kapasiteli, üzerinde görülebilecek büyüklükte ve her iki yüzünde "Uluslararası Biyotehlike" amblemi ile "Dikkat Tıbbi Atık" ibaresi taşıyan, kırmızı renkli plastik torbalar kullanılır. Torbalar en fazla $\frac{3}{4}$ oranında doldurulur, torbaların ağzları kapatılır.
5. Radyoaktif atıklar ise 09.03.2013 tarih ve 28582 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Radyoaktif Atık Yönetimi Yönetmeliği ve 02.09.2004 tarih ve 25571 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Radyoaktif Madde Kullanımından Oluşan Atıklara İlişkin Yönetmelik hükümlerine göre depolanmalı ve bertaraf edilmelidir.
6. Havalandırma sistemine filtreler takılmalı ve filtrelerin düzenli kontrolleri yapılmalıdır.

Atık depolama ve imhası kadar önemli olan diğer bir nokta, oluşacak atık miktarının en aza indirilebilmesi için gerekli önlemlerin alınması ya da kimyasal işlemlerle zararsız hâle getirilmesidir. Laboratuvarlardaki kimyasal atıkların atılması ve imhası için "Atık Yönetimi Yönetmeliği"nin ilgili hükümleri çerçevesinde hareket edilmeli, atık maddeler mümkünse bazı kimyasal işlemlerle zararsız hâle getirilmelidir. Atık envanterleri hazırlanmalı ve periyodik olarak güncellenmelidir.

Az miktardaki alkali metallerin zararsız hâle getirilmesi için uygulanma aşamaları aşağıdaki gibidir.

- Alkali metalleri dönüştürmek için iki ağızlı bir balon kullanılır. Bunlardan birine dimroth soğutucusu, diğerine bir karıştırıcı takılır. Soğutucunun kıvrım kısmı mümkünse metal olmalıdır. Dönüştürülecek alkali metal inert bir çözücü içinde bulunmalıdır (Örneğin ligroin veya eser hâldeki suyu alınmış başka bir çözücü.). Sodyumu dönüştürmek için üzerine yavaş yavaş metanol veya etanol damlatılarak reaksiyon oluşumu sağlanır.
- Potasyum ve potasyum-sodyum alaşımlarında ise izopropanol ile ligroin karışımı kullanılır. Reaksiyonun tamamlanmasından sonra damla damla su ilave edilir. Seyreltilmiş olan bu çözelti lavaboya dökülebilir.
- Asit anhidritleri ve asit kloritleri, buzla soğutulan %10'luk sodyum hidroksit çözeltisine damla damla ve karıştırılarak ilave edilir.
- Dimetil sülfat ve dietil sülfat bir huniden dikkatlice derişik ve buzla soğutulmuş amonyak çözeltisine damla damla ilave edilir. Bu sırada amonyak çözeltisi süratli bir şekilde karıştırılmalıdır.
- Bronz, sodyum tiyosülfat ile bromüre indirgenir.
- Organik lityum bileşikler, inert gaz atmosferinde izopropanol ilave edilerek parçalanır.
- Lityum alüminyum hidrürün bozunması sırasında özel bir dikkat göstermek gerekir. Asetik asit, etil esteri ile dietil eter koruyucu gaz altında sırasıyla 1/3 oranında metal bir soğutucu kullanılarak karıştırılır. Buna izopropanol ilave edilir. Cihazdan çıkan gaz, hortumla çekerocağa verilir.

1.11. KİMYASAL MADDELERİN İMHASI İÇİN ÖNERİLEN PROSEDÜRLER

Laboratuvar atıklarının biriktirilmesinde kimyasal etkilere dayanıklı kaplarla işe başlanmalıdır. Bütün kaplar; sızdırmaz olmalı, iyi havalandırılan bir yerde (örneğin çekerocakta) muhafaza edilmelidir. Çeşitli laboratuvarlarda elde edilen deneyimlere göre kimyasalların içinde bekletilebilecekleri iki sınıf kap türü belirlenmiştir. Buna göre organik çözenler, yüksek yoğunluklu polietilen kaplarda biriktirilmeli; sulu atıklar ise plastik kaplar içinde toplanmalıdır.

Kimyasal atıkların toplanması aşağıda verilen genel kurallar doğrultusunda yapılmalıdır.

- Organik çözücüler atık madde şişesinde toplanır.
- Atık madde şişeleri cam ise en fazla 5 litre, kırılmaz bir maddeden yapılmışsa en fazla 10 litre hacminde olmalıdır.
- Farklı organik çözücüler atık madde şişesinde karıştırmadan önce birbiriyle etkileşip etkileşmediklerine dair bir tüp içinde karıştırılarak bir ön kontrol yapılabilir. Ayrıca zamana bağlı olarak bazı reaksiyonların gerçekleşmesi olasılığına karşı gerekli önlemler alınmalıdır.
- Ağır metal tuzları ve bunların çözeltileri özel atık madde kaplarında toplanmalıdır.
- Deneyisel çalışmalarda kullanılmış olan cıva ayrı bir şişede toplanarak tekrar kullanılmalıdır.
- Kromatografi kolon dolgu maddeleri ve plakaları ile filtrasyon katıları ayrı bir kapta biriktirilmelidir.
- Deneyler sırasında kirlenmiş vakum pompası yağları ve ısıtma banyosu yağları ayrı toplanmalı ve saklanmalıdır.
- Cam malzemeyi temizleme amacıyla kanserojen özellik gösteren kromik asit tercih edilmemelidir. Alkolde hazırlanmış kuvvetli potasyum hidroksit çözeltisi, kromik asite alternatif olarak kullanılabilir. Zorunlu olarak kromik asit çözeltisi (yıkama asiti) kullanılmışsa atık çözelti bir şişede saklanmalıdır.
- Biriktirme sırasında sağlığa zararlı gazların açığa çıktığı işlemler, çekerocak içinde veya döner buharlaştırıcıda yapılmalıdır.

Laboratuvar atıkları, çeşitli kimyasal madde gruplarına ayrılmalı ve gerektiğinde uygun bir yöntemle nötralize edilmelidir. Kapların üzerine grup adları ve risk sembolleri konmalıdır. Atıklar, aşağıdaki harflerle sembolize edilen kaplarda toplanmalıdır.

- A: Halojen içermeyen organik çözen ve çözeltiler.
- B: Halojenli organik çözen ve çözeltiler. Bu çözeltiler, hiçbir şekilde alüminyum kaplara konmamalıdır.
- C: Katı atıklar. Bu atıklar; plastik torba, şişe veya orijinal kaplarda toplanabilir.
- D: Tuz çözeltileri. pH değerleri 6-8'e ayarlanmalıdır.

- E: Zehirli inorganik atıklar, ağır metal tuzları ve bunların çözeltileri. Bu tür maddeleri içeren kaplar; çok sağlam olmalı, sıkıca kapatılmalı ve uygun şekilde etiketlenmelidir.
- F: Zehirli yanıcı bileşikler. Sağlam, sızdırmaz ve etiketli kaplarda toplanmalıdır.
- G: Cıva ve inorganik cıva tuzları.
- H: Geri kazanılabilecek metal tuzları atıkları. Her metal tuzu atığı ayrı kapta toplanmalıdır.
- I: İnorganik katılar.

Küçük miktarlardaki atıklar, toplandıktan sonra mümkünse zararsız hâle getirilmelidir. Nötralizasyon sırasında da şiddetli reaksiyonlar oluşabileceğinden dikkatli olunmalı ve deneyimli eleman tarafından az miktarda maddeyle, yeterli büyüklükte kaplar kullanılarak yapılmalıdır. Laboratuvar atıklarının bertaraf edilmesi için uygulanabilecek bazı işlemler aşağıda verilmiştir.

1. Çok az miktardaki halojensiz çözenler, halojenli çözenlerle birlikte muhafaza edilebilir. Atıklar içinde peroksit bulunup bulunmadığı tespit edilmelidir.
2. Organik asitlerin sulu çözeltileri sodyum bikarbonatla dikkatle nötralize edilmeli, pH değeri kontrol edildikten sonra D kabına konmalıdır. Aromatik karboksilik asitler, seyreltik hidroklorik asitle çöktürülür ve süzülür. Çökelek, C kabına; süzüntü, D kabına konur.
3. Organik bazlar ve aminler A veya B kabına konabilir. Hoş olmayan kokuları (buharlaşmayı) önlemek için seyreltik HCl veya H_2SO_4 ile nötralize edilebilir.
4. Nitriller ve merkaptanlar sodyum hipoklorit çözeltisiyle birkaç saat süreyle karıştırılarak oksitlendirilmeli, oksitleyici maddenin kalan kısmı tiyosülfatla nötralize edilmelidir. Organik faz, A kabına; sulu faz, B kabına alınır.
5. Suda çözünen aldehitler, seyreltik hidrojen sülfid çözeltisiyle reaksiyona sokularak bisülfidlere dönüştürüldükten sonra A veya B kabına konur.
6. Organometalik bileşikler genellikle organik bir çözügede çözünmüş durumdadır. Bu bileşikler, kapalı çekerocakta n-butanol içine damla damla ilave edilir ve oluşan yanıcı gaz dışarı alınır. Gaz çıkışı tamamlandıktan sonra 1 saat daha karıştırılmaya devam edilir ve üzerine fazlaca su ilave edilir. Organik faz, A kabına; sulu faz, B kabına alınır.
7. Kanserojen, çok toksik ve zararlı bileşikler F kabına alınır. Bununla birlikte alkil sülfatlar gibi kanserojen bileşikler, buzla soğutulmuş amonyak içine şiddetle karıştırma yapılırken damla damla ilave edilerek zararsız hâle getirilebilir. pH değeri kontrol edilen karışım D kabında toplanır.
8. Organik peroksitler, Perx (Pereks) testiyle tespit edilip uzaklaştırılır. Organik atıklar, A veya B kabına; sulu çözeltiler, D kabına alınır.
9. Asit halojenürleri yüksek miktardaki metanol içine damla damla ilave edilerek metil esterlerine dönüştürülür. Bu reaksiyon, birkaç damla HCl eklenerek hızlandırılabilir. NaOH ile nötralize edilir, pH değeri kontrol edilerek B kabına konur.
10. İnorganik asitler ve anhidritleri, buzlu su içine dikkatlice karıştırılarak seyreltilmeli ve NaOH çözeltisiyle nötralize edilmelidir. D kabına konmadan pH değeri kontrol edilmelidir. Dumanlı sülfürik asit, dikkatle damıtılarak %40'lık sülfürik asitle karıştırılır. Bu sırada buzla soğutma yapılmalıdır.
11. İnorganik bazlar gerektiğinde karıştırma yapılarak suya ilave edilir, çekerocakta HCl ile nötralize edilir. pH değeri kontrol edildikten sonra D kabına konur.
12. İnorganik tuzlar, I kabında; nötral tuz çözeltileri, D kabında toplanır.
13. Ağır metal tuzları ve çözeltileri E kabına konur. Raney nikeli, sulu süspansiyon hâlinde HCl içine çözünme oluncaya kadar ilave edilir. Raney nikeli veya süzülen çökeleği kurutulmamalıdır. Aksi taktirde buharı kendiliğinden tutuşur.
14. Talyum tuzları ve sulu çözeltileri çok toksik özellikleri nedeniyle ciltle temas etmemeli, E kabında toplanmalıdır.
15. İnorganik selenyum bileşikler zehirlidir ve E kabında toplanır. Sulu çözeltideki selenyum tuzları derişik nitrik asitle reaksiyona sokularak elementel selenyum geri kazanılabilir. Karışıma sodyum bisülfid çözeltisi katılınca elementel selenyum çöker, sulu faz D kabına konur.

16. Berilyum ve tuzları kanserojendir, ciltle temas ettirilmemeli ve teneffüs edilmemeli, E kabında muhafaza edilmelidir.
17. Siyanürler; pH değeri 10-11 aralığında H_2O_2 ile önce siyanatlara oksitlenir, sonra pH değeri 8-9 aralığında oksidanın fazlasının ilavesiyle CO_2 bileşiğine yükseltgenir ve D kabında toplanır.
18. Azidler ise sodyum tiyosülfatlı ortamda iyotla reaksiyona sokularak azota dönüştürülür.
19. İnorganik peroksitler ve oksidanlar (brom ve iyot gibi) asidik sodyum tiyosülfat çözeltisiyle indirgenerek zararsız hâle getirilebilir ve D kabına konur.
20. HF ve inorganik florür çözeltileri hiçbir şekilde ciltle temas ettirilmemeli, çekerocakta pencere dışından işleme tabi tutulmalıdır. Bu tür atıklar, $CaCO_3$ ile CaF_2 şeklinde çöktürülür. Çökelek, I kabına; süzüntü, D kabına alınır.
21. Sıvı inorganik halojenürler ve hidrolize duyarlı reaktifler soğutulmuş %10'luk NaOH çözeltisine damla damla ilave edilerek zararsız hâle getirilir, E kabında toplanır.
22. Beyaz fosfor, havada ekzotermik bir reaksiyonla fosfor pentaoksida yükseltgenebildiğinden daima su içinde saklanmalıdır. Beyaz fosfor çok zehirli olup dikkatli bir şekilde ve 10 numaralı işleme göre deaktive edilir. Kırmızı fosfor toksik değildir, oksitleyici maddelerle temas ettirilmemeli ve I kabında depolanmalıdır.
23. Alkali metaller, inert bir çözgen içine alınır. 2-propanol içerisine damla damla karıştırılarak ilave edilir, çıkan H_2 gazı uzaklaştırılır. Gaz çıkışı sona erince karışıma su ilave edilir. D kabına konur.
24. Değerli metal atıkları H kabında toplanır.
25. Sulu çözeltiler D kabına konur.
26. Alüminyum alkil bileşikler şiddetle hidrolize uğrar. İnert gaz atmosferinde petrol eteri gibi inert bir çözgen ile seyreltilen bu bileşiklere önce damla damla 1-oktanol, sonra damla damla su eklenir ve F kabında saklanır.
27. Biyokimya laboratuvarının başlıca atıkları olan karbonhidratlar, aminoasitler ve sulu atıklar D kabında, organik çözgenle karışmış hâldeyse A veya B kabında biriktirilir.

▼ Asitlerin Güvenli Bertaraf Edilmesi

- » Derişik asit çözeltisi, soğuk su ya da buzlu su ile en az 1/10 oranında seyreltilir (Her zaman su üzerine asit konmalıdır.).
- » pH değeri 5-10 olana kadar Na_2CO_3 veya $CaCO_3$ eklenerek nötralize edilir.
- » Varsa katı parçacıkların çökmesi için beklenir.
- » Çözelti, en az 50 katı su ile birlikte lavaboya dökülür.
- » Katı parçacıklar kuruduktan sonra çöpe atılabilir.

▼ Bazların Güvenli Bertaraf Edilmesi

- » Derişik baz çözeltisi, konsantrasyonu \leq %5 olacak şekilde soğuk su ya da buzlu su ile karıştırılır (Her zaman su üzerine baz konmalıdır.).
- » pH 5 olana kadar %5'lik HCl çözeltisi eklenerek nötralize edilir.
- » Çözelti, en az 50 katı su ile birlikte lavaboya dökülür.

Kimyasal maddeleri taşıma, depolama veya kimyasal maddelerle çalışma sırasında kimyasalların dökülmesi, saçılması veya kimyasal madde ile temas edilmesi gibi tehlikeli durumlar ortaya çıkabilir. Bu tehlikelerden korunmak için önlük, eldiven gibi uygun kişisel koruyucu ekipmanlar yeterli olmayabilir. Herhangi bir kaza durumunda temel ilk yardım bilgilerine ihtiyaç duyulabilir. Herhangi bir kazada ya da yaşamı tehlikeye düşüren bir durumda sağlık görevlileri tıbbi yardımı sağlayıncaya kadar yaralıyı kurtarmak ya da durumun daha kötüye gitmesini önlemek amacıyla olay yerinde tıbbi araç gereç aranmaksızın mevcut araç ve gereçlerle yapılan ilaçsız uygulamalar **ilk yardım** olarak tanımlanır. İlk yardımın temel amaçları; yaşamsal fonksiyonların sürdürülmesini sağlamak, hasta ya da yaralının durumunun kötüleşmesini engellemek ve iyileştirmeyi kolaylaştırmaktır. Bir kaza geliştiği anda öncelikle kaza yerinde emniyetin sağlanması (koruma), acil yardım servisleri, itfaiye gibi yardım ekiplerine haber verilmesi (bildirme) ve daha sonra yaralıya ilk yardım yapılması (kurtarma) gerektiği unutulmamalıdır.



2. LABORATUVAR ÇALIŞMALARİ ÖNCESİ BİLİNMEİ GEREKENLER

- 2.1. Laboratuvar Güvenliği ve Risk Değerlendirmesi
- 2.2. Laboratuvarda Bulunması Gereken Güvenlik ve Acil Durum Ekipmanları
- 2.3. Laboratuvar Kazaları ve İlk Yardım
- 2.4. 21. Yüzyıl Becerileri
- 2.5. Web Ortamında Güvenli Bilgi Arama

2. LABORATUVAR ÇALIŞMALARI ÖNCESİ BİLİNMESİ GEREKENLER

Güvenli bir laboratuvar çalışması; her durumda güvenlik kurallarını bilmeyi ve uygulamayı, karşılaşılabilecek tehlike ve riskleri tanımlamayı, kontrol etmeyi, önlemeyi veya bunların etkisini en aza indirmeyi gerektirir. Aynı zamanda kaza olasılıklarına hazırlıklı olmak ve gerektiğinde acil durum müdahalesi hakkında bilgi sahibi olmak da önem taşımaktadır. Bu gereklilikler için aşağıda belirtilen hususlar göz önüne alınarak değerlendirme yapılmalı, ihtiyaç duyulacak bilgiler elde edilmelidir.

- Fiziksel, kimyasal veya biyolojik tehlikeler
- Elektriksel tehlikeler
- Cihazların bakım ve periyodik kontrollerinin yapılması
- Kullanılacak yöntem ve tekniğin seçilmesi
- Teknolojiden nasıl yararlanılacağına bilinmesi

Bu değerlendirme kriterlerine göre örneğin tehlikeli ve toksik olan kimyasal maddelerin yerine daha az tehlikeli, alternatif bir maddeyi araştırmak ve uygun koruyucu ekipman ile çalışmak insan ve çevre güvenliğine ve enerji tasarrufuna katkı sağlayan bir iyileştirme olabilir. Bunun yanı sıra ayırma ve saflaştırma işleminde çözücü gerektirmeyen bir teknik seçmek de benzer fayda sağlayacaktır.

2.1. LABORATUVAR GÜVENLİĞİ VE RİSK DEĞERLENDİRMESİ

Laboratuvar ortamı ve yapılan çalışmaların doğası gereği laboratuvarlar; kimyasal, biyolojik ve fiziksel tehlikelerin söz konusu olduğu yerlerdir. Bu tehlikelerin risk oluşturup oluşturmadığı, oluşturuyor ise tehlikeye maruz kalınması durumunda bunun sonuçlarının ne olacağı ve bu sonuçlarla nasıl mücadele edilmesi gerektiği bilinmelidir. Bu nedenle laboratuvar güvenliğinin temelini risk değerlendirme oluşturur. 29.12.2012 tarih ve 28512 sayılı Resmî Gazete'de iş yerlerinde iş sağlığı ve güvenliği yönünden yapılacak risk değerlendirmesinin usul ve esaslarını düzenlemek amacıyla İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği yayımlanmıştır. Bu yönetmeliğe göre

- Tehlike: İş yerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek, çalışanı veya iş yerini etkileyebilecek zarar veya hasar verme potansiyeli,
- Risk: Tehlikeden kaynaklanacak kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuç meydana gelme ihtimali,
- Risk Değerlendirmesi: İş yerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin belirlenmesi, bu tehlikelerin riske dönüşmesine yol açan faktörler ile tehlikelerden kaynaklanan risklerin analiz edilerek derecelendirilmesi ve kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması amacıyla yapılması gerekli çalışmalar

şeklinde tanımlanmıştır.

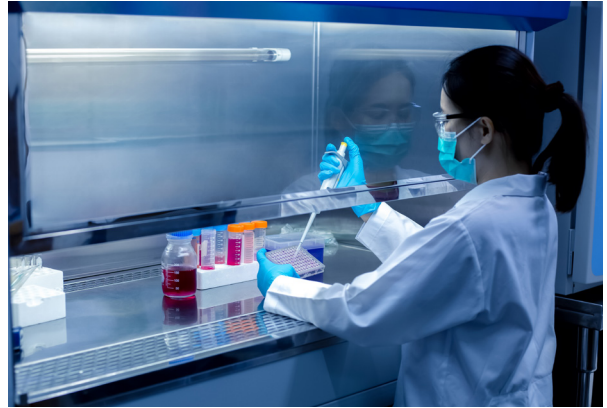
İlgili yönetmelik doğrultusunda iş sağlığı ve güvenliği yönünden laboratuvar ortamının ve çalışanların sağlık ve güvenliğini sağlama, sürdürme ve geliştirme amacı ile aşamaları aşağıdaki şekilde sıralanan risk değerlendirmesi yapılır.

1. Tehlikelerin Tanımlanması: Tehlikeler tanımlanırken çalışma ortamında bulunan fiziksel, kimyasal, biyolojik, ergonomik ve benzeri tehlike kaynaklarından oluşan veya bunların etkileşimi sonucu ortaya çıkabilecek tehlikeler belirlenmelidir. Bu belirleme yapılırken aşağıda değinilen hususlar, bu hususlardan etkilenecekler ve ne şekilde etkilenebilecekleri göz önünde bulundurulmalıdır.
 - a) Laboratuvarın yeri ve konumu nedeniyle ortaya çıkabilecek tehlikeler.
 - b) Çalışmayı yürüten kişiden kaynaklı tehlikeler.
 - c) Çalışmaya uygun kişisel koruyucu ekipmanların kullanılmamasından veya çalışanların fiziksel özelliklerine uygun tasarlanmamasından kaynaklanabilecek tehlikeler.

- ç) Çalışmada kullanılan madde, yöntem ve teknik, cihazlar, araç ve gereç kaynaklı tehlikeler.
- d) Kuvvetli akım, aydınlatma, topraklama gibi elektrik tesisatının bileşenleri ile ısıtma, havalandırma, atmosferik ve çevresel şartlardan korunma, yangın önleme ve mücadele ekipmanı ile benzeri yardımcı tesisat ve donanımlardan kaynaklanabilecek tehlikeler.
- e) Çalışanların laboratuvar güvenliği ile ilgili bilgilendirilmemesi veya uygun talimat verilmemesi sonucu ortaya çıkabilecek tehlikeler.
2. Risklerin Belirlenmesi ve Analizi: Tespit edilmiş olan tehlikelerin her biri ayrı ayrı dikkate alınarak bu tehlikelerden kaynaklanabilecek risklerin hangi sıklıkta oluşabileceği ile bu risklerden kimlerin, nelerin, ne şekilde ve hangi şiddette zarar görebileceği belirlenir. Bu belirleme yapılırken mevcut kontrol tedbirlerinin etkisi de göz önünde bulundurulur. Analiz edilen riskler, kontrol tedbirlerine karar verilmek üzere etkilerinin büyüklüğüne ve önemlerine göre en yüksek risk seviyesine sahip olandan başlanarak değerlendirilir.
3. Risk Kontrol Adımları: Risk kontrol adımları aşağıda verilen hususlara dikkat edilerek uygulanır.
- a) Analiz edilerek etkilerinin büyüklüğüne ve önemine göre sıralı hâle getirilen risklerin kontrolü amacıyla yapılan planlamaya göre riskin tamamen bertaraf edilmesi, bu mümkün değil ise riskin kabul edilebilir seviyeye indirilmesi için aşağıdaki adımlar uygulanır.
- Tehlike veya tehlike kaynaklarının ortadan kaldırılması.
 - Tehlikelinin, tehlikeli olmayanla veya daha az tehlikeli olanla değiştirilmesi.
 - Riskler ile kaynağında mücadele edilmesi.
- b) Risk kontrol adımları uygulanırken toplu korunma önlemlerine, kişisel korunma önlemlerine göre öncelik verilmesi ve uygulanacak önlemlerin yeni risklere neden olmaması sağlanır.
- c) Belirlenen risk için kontrol tedbirlerinin hayata geçirilmesinden sonra yeniden risk seviyesi tespiti yapılır. Elde edilen sonuç kabul edilebilir risk seviyesinin üzerinde ise risk kontrol adımları tekrar edilir.

Risk yönetimi, temelde dört düzeyde oluşturulur. Belirlenen tehlikeler ve bunlara bağlı risk kontrolleri önem sırasına göre "tehlikenin yok edilmesi için önlemler, mühendislik önlemleri, yönetsel önlemler ve kişisel önlemler" olarak sıralanabilir. Örneğin elektrolit bir çözelti ihtiyacını karşılamak için kullanılan ve göze sıçraması hâlinde çok tehlikeli olan hidroklorik asit çözeltisini sodyum klorür çözeltisi ile değiştirmek, birinci düzeyde en iyi kontrol yöntemidir. İkinci düzeyde yer alan mühendislik kontrolleri, tehlikenin kaynağında sınırlandırılmasını ve etrafa zarar vermesini engellemeyi hedefler. Örneğin tehlikeli kimyasallarla çalışırken Görsel 2.1'deki gibi çekerocek kullanılması, bulaş riski olan tehlikeli mikroorganizmalarla çalışırken biyogüvenlik kabiniinde çalışılması bir mühendislik kontrolüdür. Yanıcı ya da parlayıcı kimyasalların yangına dayanıklı özel dolaplarda saklanması, kesici-delici malzemelerin kullanıldıktan sonra uygun malzemeden yapılmış atık kaplarda toplanması mühendislik kontrolüne örnektir. Özellikle mikrobiyoloji laboratuvarlarında bulunan ve tek yönlü hava akımını sağlayan havalandırma-iklimlendirme sistemleri de patojenlerin dış ortama kaçmasını engellediğinden yine önemli bir mühendislik kontrolüdür.

Üçüncü düzeyde yer alan yönetsel kontroller ise yönetim sorumluluğunda olan, işleyiş ile ilgili yazılı kural ve uygulamaların oluşturulmasını ve bunlarla ilgili bilgilendirme yapılmasını, eğitimlerin verilmesini, risk değerlendirme çalışmalarını ve kontrol önlemlerini içerir. Her laboratuvar için bir laboratuvar güvenliği kitapçığı hazırlanması yönetsel kontrol için örnektir. Dördüncü düzey olarak ifade edilen kişisel önlemler, kişisel koruyucu donanımların kullanılması ile sağlanır. Eldiven, önlük ve maske gibi kişisel koruyucu ekipmanlar, kişi ile tehlike arasında bir engel oluşturarak kişiyi tehlikelerden koruyan sistemlerdir.



Görsel 2.1: Çekerocek kullanımı

Kişisel koruyucu donanımlar hiçbir zaman mühendislik önlemlerinin yerini almamalı, onlarla birlikte kullanılmalıdır. Biyolojik ve kimyasal tehlikelere yönelik kontrol önlemlerinden bazıları Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1: *Biyolojik ve Kimyasal Tehlikelere Yönelik Bazı Kontrol Önlemleri*

Kontrol Önlemleri	Biyolojik Tehlikeler	Kimyasal Tehlikeler
Mühendislik	Biyogüvenlik kabini İnsineratör Otoklav Güvenli iğne uçları Tek yönlü havalandırma	Çekerocak Kapaklı santrifüjler Kimyasal dolaplar Kimyasal depo Otomatik pipetler
Kişisel	Laboratuvar önlüğü Lateks/nitril eldiven Partikül filtreli respiratör (solunum cihazı) Gözlük Yüz siperi Maske	Laboratuvar önlüğü Nitril/butir eldiven Kimyasal kartuşlu respiratör Gözlük Yüz siperi Maske
Yönetimsel	Risk değerlendirme Standart uygulama prosedürleri Laboratuvar güvenliği eğitimleri Çalışan sağlığı ve sürveyans programları İşleme yönelik eğitimler (çekerocak, santrifüj kullanımı gibi)	

Biyolojik Tehlikeler

Laboratuvar kaynaklı biyolojik tehlikeler; insan sağlığını tehdit eden parazitler, mantarlar, bakteriler, virüsler ve mikroorganizmaların toksinleridir (Görsel 2.2). Bu tehlikelerin risk oluşturup oluşturmadığı, tehlikeye maruz kalma olasılığı ve maruz kalındığı takdirde bunun sonuçlarının ne olacağı ile ilişkilidir. Biyolojik etkenler; aerosolize olarak solunum yoluyla, sıçrayarak mukozalar yoluyla, kesici-delici alet yaralanmaları ve doğrudan temas ile deri yoluyla veya yutarak ağız yoluyla bulaşabilir. Biyolojik etkenler, aşağıda belirtilen farklı maruz kalma yollarıyla vücuda girerek bulaş tehlikesi oluşturur.



Görsel 2.2: *Biyolojik tehlike*

- **Solunum Yoluyla Bulaş:** Havada asılı kalan sıvı veya katı parçacıklar aerosol olarak adlandırılır. Havada aerosol yapıda bulunan biyolojik etkenlerin parçacık boyutu 5 mikrometreden büyük ise hava ile fazla uzağı taşınamadan 1 metreden daha kısa bir uzaklıkta yer çekimi etkisi ile çöker. Bulaşma, bu boyuta sahip parçacıklarda daha çok yüzeylere elle teması yoluyla olur. Bununla birlikte kaynağa yakın kişilerde solunum yoluyla bulaşma da gerçekleşebilir. 5 mikrometreden küçük parçacık boyutuna sahip biyolojik etkenler, havada daha uzun süre asılı kalabilir ve hava akımları ile 1,5 metreden 60 metreye kadar mesafelere taşınabilir. 5 mikrometreden küçük parçacıklar, solunum yolunun doğal savunma engellerini aşarak doğrudan alveollere ulaşabilir. Bu biyolojik etkenler hem ortamda uzun süre kalmaları hem de alveollere doğrudan ulaşabilmeleri nedeniyle ciddi enfeksiyon riski oluşturur.
- **Cilt ve Mukoza Yoluyla Bulaş:** Laboratuvarlarda sık görülen bulaş yollarından olan deri ve mukozalardan bulaş, perkütan yaralanmalarla ve temas yoluyla olabilir. Kesici-delici cisimler ile gerçekleşen yaralanmalar perkütan yaralanma olarak adlandırılır ve deri yoluyla olan bulaşlar içerisinde en riskli olanıdır. Kesici-delici cisimlerle olan bu yaralanmalarda enfeksiyöz ajanlar, derinin koruyucu mekanizmalarını aşarak doğrudan dolaşıma girer. Bu nedenle yaralanan kişiyi enfekte etme riski çok yüksektir. Perkütan yaralanmalar; sıklıkla iğne batması, cam kırıkları ve bistüri ile gerçekleşebilir. Bu tür malzemelerin atık torbaları yerine kesici-delici atık kabına atılmasına özellikle dikkat edilmelidir. Biyolojik materyal, çalışmalar sırasında dökülebilir/sıçrayabilir ve önlem alınmadığı takdirde deri ve mukozalara temas edebilir. Örneğin sıçrama olmuş ve dekontamine edilmemiş bir yüzeye dokunduktan sonra elin göze veya ağıza götürülmesi ile bulaşma olabilir.
- **Sindirim Yoluyla Bulaş (Ağız Yoluyla Yutma):** Ağız yoluyla bulaşın en önemli nedenlerinden biri ağızla pipetlemedir. Bunun dışında biyolojik materyalin ağıza sıçraması, kontamine materyalin ya da elin ağıza götürülmesiyle gerçekleşebilir. Laboratuvarıda yiyecek ve içeceklerin tüketilmesiyle de bulaş riskiyle karşılaşılır. Gıda ve içecekler laboratuvarıda kesinlikle tutulmamalı ve tüketilmemelidir.

Bir enfeksiyon etkeninin toplumdaki bulaş yolu ile laboratuvardaki bulaş yolu farklı olabilir. Laboratuvar kaynaklı enfeksiyonların çoğu, damlacıklar hâlinde havadan solunum yoluyla bulaştan oluşmaktadır. Maruz kalınan bazı mikroorganizmaların vücuda giriş yolları ve insan vücuduna etkileri EK E2'de verilmiştir.

Laboratuvardaki biyolojik riskler temel olarak iki açıdan değerlendirilir.

1. **Çalışılan Mikroorganizmadan Kaynaklanan Riskler:** Çalışılan mikroorganizmaların virülans faktörleri, enfeksiyöz dozları, bulaş yolu ve dış ortamda stabilitesi gibi özelliklerine bağlı olarak değişen risklerdir. Mikroorganizmaların enfektivitesini etkileyen faktörlerin başında enfeksiyöz doz gelir. Enfeksiyöz doz, bir patojenin enfeksiyon oluşturma için gerekli en düşük miktarı ifade eder. Enfeksiyöz dozunun düşük olması, patojenin bulaşma ve enfekte etmesinin ne kadar kolay olduğunu gösterir.
2. **Yapılan İşleme Bağlı Riskler:** Çalışmalar sırasında santrifüjleme, vorteksleme, pipetleme yapılması ya da bistüri gibi kesici-delici alet kullanılması mikroorganizmalara temas riskini artırır.

Laboratuvarlarda bu iki risk faktörü de dikkate alınmalı ve kontrol önlemleri bu bakış açısıyla değerlendirilmelidir.

Mikrobiyoloji laboratuvarlarında, kötüye kullanıldığında toplum için büyük riskler oluşturabilecek çok sayıda tehlikeli mikroorganizma ve toksin bulunmaktadır. Bunlar değerli biyolojik materyaller olarak adlandırılır ve üç temel başlıkta değerlendirilir.

- **Patojenler ve Toksinler:** Epidemik ve pandemilere yol açma olasılığı olan, doğal ya da sentetik mikroorganizmalar ve toksinleri kapsar.
- **Aşılar ve Farmasötik Ürünler:** Ticari potansiyeli sahip olan ürünler ve klonlanmış genler bu sınıfta değerlendirilmektedir.
- **Stoklar ve Referans Kökenler:** Özellikle halk sağlığı tehdidi oluşturabilecek mikroorganizma stokları ve referans kökenler bu kapsamdadır.

Bu şekilde sınıflandırılan değerli biyolojik materyallere izinsiz erişimi, bunların çalınmasını ve kötüye kullanımını engellemek amacıyla alınan kurumsal ve kişisel önlemler **biyoemniyet** olarak tanımlanır. Değerli biyolojik materyaller, biyolojik silah olarak kötü amaçlarla kullanılabilir. Kötüye kullanım potansiyeli olan ve özellikle biyoterör

etkinliklerde kullanılacak değerli biyolojik materyaller, sınıflandırılmış etkenler adı ile listelenmektedir. Dolayısıyla bu tür biyolojik etkenlerle çalışan, stoklarında bulunduran laboratuvarların ayrıca bir biyoemniyet programına sahip olmaları gerekmektedir.

Kimyasal Tehlikeler

Laboratuvarlarda metaller, asitler, bazlar, boyalar, indikatörler, tampon çözeltiler, besi yerleri, yüzey temizleyiciler, dezenfektanlar, sıkıştırılmış gazlar, organik çözücüler gibi pek çok farklı kimyasal madde kullanılmaktadır (Görsel 2.3). Bu kimyasal maddeler; kişilere, ortama ve çevreye tehlikeli olabilir. 12.08.2013 tarih ve 28733 sayılı Resmî Gazete'de iş yerinde bulunan, kullanılan veya herhangi bir şekilde işlem gören kimyasal maddelerin etkilerinden kaynaklanan mevcut veya ortaya çıkması muhtemel risklerden çalışanların sağlığını korumak ve güvenli bir çalışma ortamı sağlamak için asgari şartları belirlemek amacıyla Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik yayımlanmıştır. Bu yönetmeliğe göre



Görsel 2.3: Kimyasal tehlike

- Kimyasal Madde: Doğal hâlde bulunan, üretilen, herhangi bir işlem sırasında kullanılan veya atıklar da dâhil olmak üzere ortaya çıkan, bizzat üretilmiş olup olmadığına ve piyasaya arz olunup olunmadığına bakılmaksızın her türlü element, bileşik veya karışım,
- Tehlikeli Kimyasal Madde: Patlayıcı, oksitleyici, çok kolay alevlenir, kolay alevlenir, alevlenir, toksik, çok toksik, zararlı, aşındırıcı, tahriş edici, alerjik, kanserojen, mutajen, üreme için toksik ve çevre için tehlikeli özelliklerden bir veya birkaçına sahip maddeler ve müstahzarlar veya yukarıda sözü edilen sınıflamalara girmemekle beraber kimyasal, fizikokimyasal veya toksikolojik özellikleri ve kullanılma veya iş yerinde bulundurulma şekli nedeni ile çalışanların sağlık ve güvenliği yönünden risk oluşturabilecek maddeler veya mesleki maruziyet sınır değeri belirlenmiş maddeler,
- Patlayıcı Madde: Atmosferik oksijen olmadan da ani gaz yayılımı ile ekzotermik reaksiyon verebilen ve/veya kısmen kapatıldığında ısınma ile kendiliğinden patlayan veya belirlenmiş test koşullarında patlayan, çabucak parlayan katı, sıvı, macunumsu, jelatinimsi hâldeki maddeler,
- Oksitleyici Madde: Özellikle yanıcı maddelerle olmak üzere diğer maddeler ile de temasında önemli ölçüde ekzotermik reaksiyona neden olan maddeler,
- Çok Kolay Alevlenir Madde: 0 °C'den düşük parlama noktası ve 35 °C'den düşük kaynama noktasına sahip sıvı hâldeki maddeler ile oda sıcaklığında ve basıncı altında hava ile temasında yanabilen, gaz hâldeki maddeler,
- Kolay Alevlenir Madde: Enerji uygulaması olmadan, ortam sıcaklığında hava ile temasında ısınabilen ve sonuç olarak alevlenen maddeler veya ateş kaynağı ile kısa süreli temasta kendiliğinden yanabilen ve ateş kaynağının uzaklaştırılmasından sonra da yanmaya devam eden katı hâldeki madde veya parlama noktası 21 °C'nin altında olan sıvı hâldeki maddeler veya su ya da nemli hava ile temasında, tehlikeli miktarda, çok kolay alevlenir gaz yayan maddeler,
- Alevlenir Madde: Parlama noktası 21 °C-55 °C arasında olan sıvı hâldeki maddeler,
- Toksik Madde: Az miktarlarda solunduğunda, ağız yoluyla alındığında, deri yoluyla emildiğinde insan sağlığı üzerinde akut veya kronik hasarlara veya ölüme neden olan maddeler,
- Çok Toksik Madde: Çok az miktarlarda solunduğunda, ağız yoluyla alındığında, deri yoluyla emildiğinde insan sağlığı üzerinde akut veya kronik hasarlara veya ölüme neden olan maddeler,
- Zararlı Madde: Solunduğunda, ağız yoluyla alındığında, deri yoluyla emildiğinde insan sağlığı üzerinde akut veya kronik hasarlara veya ölüme neden olan maddeler,

- Aşındırıcı Madde: Canlı doku ile temasında dokunun tahribatına neden olabilen maddeler,
- Tahriş Edici Madde: Mukoza veya cilt ile direkt olarak ani, uzun süreli veya tekrarlanan temasında lokal eritem, eskar veya ödem oluşumuna neden olabilen, aşındırıcı olarak sınıflandırılmayan maddeler,
- Alerjik Madde: Solunduğunda, cilde nüfuz ettiğinde aşırı derecede hassasiyet meydana getirme özelliği olan ve daha sonra maruz kalınması durumunda karakteristik olumsuz etkilerin ortaya çıkmasına neden olan maddeler,
- Üreme İçin Toksik Madde: Solunduğunda, ağız yoluyla alındığında, deriye nüfuz ettiğinde erkek ve dişilerin üreme fonksiyon ve kapasitelerini azaltan ve/veya doğacak çocuğu etkileyecek kalıtsal olmayan olumsuz etkileri meydana getiren veya olumsuz etkilerin oluşumunu hızlandıran maddeler,
- Çevre İçin Tehlikeli Madde: Çevre ortamına girdiğinde çevrenin bir veya birkaç unsuru için hemen veya sonradan kısa veya uzun süreli tehlikeler gösteren maddeler

şeklinde tanımlanmıştır. Bu yönetmeliğe göre kimyasal maddelerle çalışmalarda yapılacak risk değerlendirmesinde aşağıda belirtilen hususlara özellikle dikkat edilmelidir.

1. Kimyasal maddenin sağlık ve güvenlik yönünden tehlike ve zararları
2. Türkçe malzeme güvenlik bilgi formu
3. Maruziyetin türü, düzeyi ve süresi
4. Kimyasal maddenin miktarı, kullanma şartları ve kullanım sıklığı
5. Mesleki maruziyet sınır değerleri ve biyolojik sınır değerleri
6. Birden fazla kimyasal madde ile çalışılan işlerde, bu maddelerin her biri ve birbirleri ile etkileşimleri

Laboratuvarda kullanılan kimyasal maddelerin tehlike ve zararları; kimyasal maddenin miktarı, kimyasal maddeye maruz kalma yolu, maruziyet düzeyi ve süresi gibi etkenlere bağlı olarak değişir. Kimyasal madde ile çalışanlarda kimyasal madde teması olan vücut bölgesinde lokal etkiler görülebilir ya da kimyasal maddenin temas bölgesinden emilerek dolaşıma katılması sonucu yaygın sistemik etkiler meydana gelebilir. Bazı durumlarda her iki etki birden görülebilir. Kimyasalların etkileri vücuda giriş yolu, doz ve temas süresine bağlı olarak akut veya kronik olarak da ortaya çıkabilir. Bu etkiler, iritasyondan kansere ve ani ölümlere kadar ciddi boyutlara ulaşabilir. Biyolojik etmenlere benzer şekilde kimyasalların vücuda girişi; solunum, cilt ve sindirim yolu ile gerçekleşebilir. Maruz kalınan bazı kimyasalların vücuda giriş yolları ve insan vücuduna etkileri EK E1'de verilmiştir.

- Solunum Yoluyla Maruz Kalma: Kimyasal gazlara, kimyasal gaz buharlarına, uçucu kimyasallara solunum yolu ile maruz kalınabilir. Gaz ve buharın solunum yolundan emilim; kimyasalın buhar basıncına, solunan hava içerisindeki konsantrasyonuna, molekül yapısı, vücut sıvılarındaki çözünürlüğü ve tanecik boyutu gibi yapısal özelliklerine bağlıdır. Kimyasalın buhar basıncı ne kadar yüksek olursa havadaki konsantrasyonu da o ölçüde artar ve tehlike riski yükselir. Düşük buhar basıncına sahip bir kimyasal, toksik özelliği nedeniyle daha yüksek tehlike riski oluşturabilir. Metanol, aseton, hidrojen klorit gibi suda çözünen gazlar; burun ve trakeada (soluk borusu) çözünür ve bu bölgeden emilir.
- Deri ve Mukoza Yoluyla Maruz Kalma: Genellikle derideki yara, kesik, döküntü yoluyla veya ciltten emilim ile gerçekleşir. Deride hasar olması, kimyasalların penetrasyonunu artırır. Deriden emilim; kimyasalın konsantrasyonuna, reaktivitesine, su ve yağda çözünürlüğüne, temas süresine ve temas bölgesine bağlı olarak değişir.
- Sindirim Yoluyla Maruz Kalma (Ağız Yolu): Genellikle ağızla pipetleme veya kontamine cisimlerin ağıza götürülmesi sonucu gerçekleşir. Emilim, kimyasalın fiziksel özelliklerine ve çözünme hızına bağlıdır. Yağda çözünen kimyasallar, suda çözünenlere göre daha hızlı emilir.

Kimyasala maruz kalma yolunun yanı sıra kimyasala maruz kalma süresi, dozu veya kimyasal maddenin toksik, karsinojen (kansere yapıcı, kanserojen) olması gibi zararlı etkileri önemlidir. Kimyasalların toksik etkileri, bazen alımı

takiben hemen ortaya çıkar. Akut toksisite olarak adlandırılan bu etki, kimyasal maddenin oral ya da deri yoluyla tek doz ya da 24 saat içinde tekrarlayan dozlarla alındığında ya da solunum yoluyla 4 saatlik bir maruz kalma süresinden sonra oluştuğu istenmeyen etkileri tanımlar.

Risk değerlendirmeleri aşamaları doğrultusunda kimyasalların tehlikeli etkilerinden korunmak üzere yönetsel önlemler ile mühendislik ve kişisel kontrol önlemleri alınmalıdır. Kimyasalların zarar verici etkilerinin, tehlikeli dozlarının, maruz kalma (bulaş) yollarının çalışanlar tarafından bilinmesi ve gerekli önlemlerin alınması gerekir. Bu amaçla Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik'te mesleki maruziyet sınır değeri, 8 saatlik sürede, çalışanların solunum bölgesindeki havada bulunan kimyasal madde konsantrasyonunun zaman ağırlıklı ortalamasının üst sınırı olarak tanımlanmış ve meslek hastalıklarına sebep olabilecek kimyasalların maruziyet sınır değerleri belirtilmiştir. Bu yönetmelikte belirtilen meslek hastalıklarına sebep olabilecek kimyasalların maruziyet sınır değerleri EK F'de verilmiştir. Aynı yönetmelikte, ayrıca Tablo 2.2'de verilen kimyasal maddelerden veya bu maddelerin kullanıldığı işlemlerden kaynaklanan sağlık ve güvenlik risklerinden çalışanların korunması için belirtilen oranlardan fazla bulunması hâlinde bu maddelerin üretilmesi ve kullanılması yasaklanmıştır.

Tablo 2.2: Üretimi ve Kullanımı Yasaklanan Kimyasal Maddeler

EINECS No ⁽¹⁾	CAS No ⁽²⁾	Madde Adı	Yasak Uygulanmayacak Limit Değer
202-080-4	91-59-8	2-naftilamin ve tuzları	%0,1 (ağırlıkça)
202-177-1	92-67-1	4-aminodifenil ve tuzları	%0,1 (ağırlıkça)
202-199-1	92-87-5	Benzidin ve tuzları	%0,1 (ağırlıkça)
202-204-7	92-93-3	4-nitrodifenil	%0,1 (ağırlıkça)

⁽¹⁾ EINECS: Avrupa Mevcut Ticari Kimyasal Maddeler Envanteri.

⁽²⁾ CAS: Kimyasal maddelerin servis kayıt numarası.

Çalışanların kanserojen veya mutajen maddelere maruziyetinden kaynaklanabilecek sağlık ve güvenlik risklerinden korunması amacıyla 06.08.2013 tarih ve 28730 sayılı Resmî Gazete'de Kanserojen veya Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik yayımlanmıştır. Bu yönetmeliğe göre

- Kanserojen madde;
 1. Solunduğunda, ağız yoluyla alındığında, deriye nüfuz ettiğinde kanser oluşumuna neden olabilecek veya kanser oluşumunu hızlandırabilecek madde veya müstahzarlar,
 2. Aşağıda verilen maddeler, işlemler ve bu işlemler sırasında ortaya çıkan madde veya müstahzarlar,
 - » Üreamin üretimi,
 - » Kömür kurumu, kömür katranı ve ziftinde bulunan polisiklik aromatik hidrokarbonlara maruziyete neden olan işler,
 - » Bakır-nikel cevherinin kavrulması ve elektro rafinasyonu işleminde açığa çıkan toz, serpinti ve dumana maruziyete neden olan işler,
 - » Kuvvetli asit işlemi ile isopropil alkol üretimi,
 - » Sert odun tozuna maruziyete neden olan işler,
- Mutajen madde; solunduğunda, ağız yoluyla alındığında, deriye nüfuz ettiğinde kalıtsal genetik hasarlara yol açabilecek veya bu etkinin oluşumunu hızlandırabilecek madde veya karışımlar

şeklinde tanımlanmış ve kanserojen veya mutajen maddeler için maruziyet sınır değerleri belirtilmiştir. Tablo 2.3'te bu yönetmelikte verilen mesleki maruziyet sınır değerleri verilmiştir.

Tablo 2.3: *Kanserojen ve Mutajen Maddelerin Mesleki Maruziyet Sınır Değerleri*

EINECS ⁽¹⁾	CAS ⁽²⁾	Madde Adı	Sınır Değerler		Açıklama
			mg/m ³⁽³⁾	ppm ⁽⁴⁾	
200-753-7	71-43-2	Benzen	3,25 ⁽⁵⁾	1 ⁽⁵⁾	Deri ⁽⁶⁾
200-831	75-01-4	Vinilklorür monomeri	7,77 ⁽⁵⁾	3 ⁽⁵⁾	-
-	-	Sert ağaç tozları	5,0 ⁽⁵⁾⁽⁷⁾	-	-

⁽¹⁾ EINECS: Mevcut kimyasal maddelerin Avrupa envanteri.

⁽²⁾ CAS: Kimyasal abstrakt servis numarası.

⁽³⁾ mg/m³: Bir metre küp havadaki maddenin miligram olarak değeri (20 °C sıcaklıkta ve 760 mm cıva basıncında).

⁽⁴⁾ ppm: Bir metre küp havadaki maddenin mililitre olarak değeri (mililitre/metreküp).

⁽⁵⁾ Sekiz saatlik referans zamanına göre hesaplanan veya ölçülen değer.

⁽⁶⁾ Deri yoluyla da maruziyetin olabildiği durumlar.

⁽⁷⁾ Sert ağaç tozu diğer ağaç tozları ile karışık ise karışımın tümü için kullanılan değer.

Kimyasallar; yangınlara, korozyona ve patlamalara neden olarak çalışanların dışında laboratuvar ortamına ve ortamda bulunan alet ve cihazlara da zarar verebilir. Bazı kimyasallar, çalışmalar sırasında atıklarının su ve toprağa karışması ile doğaya zararlar verebilir. Kullanımında özellikle dikkat edilmesi gereken bazı kimyasallar EK Ü'de verilmiştir. 11.12.2013 tarih ve 28848 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Maddelerin ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi ve Ambalajlanması Hakkında Yönetmelik'e göre madde ve karışımlar fiziksel, sağlıksal veya çevresel zararlılık durumuna göre sınıflandırılmıştır. Bu yönetmeliğe göre yapılan sınıflandırma Tablo 2.4'te verilmiştir.

Tablo 2.4: *Madde ve Karışımların Fiziksel, İnsan Sağlığına veya Çevreye Yönelik Zararlılık Sınıfı*

Fiziksel Zararlar	Sağlığa İlişkin Zararlar	Çevresel Zararlar
Patlayıcılar	Akut toksisite	Sucul ortam için zararlı
Alevlenir gazlar	Cilt aşınması/tahrişi	Ozon tabakasına zararlı
Aerosoller	Ciddi göz hasarı/göz tahrişi	
Oksitleyici gazlar	Solunum veya cilt hassaslaştırıcı	
Basınç altındaki gazlar	Eşey hücre mutajenitesi	
Alevlenir sıvılar	Kanserojenite	
Alevlenir katılar	Üreme sistemi toksisitesi	
Kendiliğinden tepkimeye giren maddeler ve karışımlar	Belirli hedef organ toksisitesi-tek maruz kalma	
Piroforik sıvılar	Belirli hedef organ toksisitesi-tekrarlı maruz kalma	
Piroforik katı maddeler	Aspirasyon zararı	
Kendiliğinden ısınan madde ve karışımlar		
Su ile temas ettiğinde alevlenir gazlar çıkaran madde ve karışımlar		
Oksitleyici katılar		
Oksitleyici sıvılar		
Organik peroksitler		
Metaller için aşındırıcı		

Maddelerin ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi ve Ambalajlanması Hakkında Yönetmelik'e göre bir maddenin Tablo 2.3'e göre sınıflandırmasını belirlemek için kimyasal güvenlik değerlendirmesi yapılır.

Bu kimyasal güvenlik değerlendirmesi 4 adımda gerçekleştirilir.

1. İnsan sağlığı zararlılık değerlendirmesi
2. Fizikokimyasal özelliklerin insan sağlığı zararlılık değerlendirmesi
3. Çevresel zararlılık değerlendirmesi
4. PBT ve vPvB değerlendirmesi

İnsan Sağlığı Zararlılık Değerlendirmesi: İnsan sağlığı zararlılık değerlendirmesi; maddenin emilim, metabolizma, dağılım ve boşaltım gibi toksikokinetik özelliklerini belirlemek amacıyla aşağıdaki etki grupları dikkate alınarak yapılır.

- Akut etkiler (örneğin akut toksisite, tahriş edicilik ve aşındırıcılık)
- Hassaslaştırma
- Tekrarlanan doz toksisitesi
- Kısa CMR etkileri diye ifade edilen kanserojen, eşey hücre mutajenitesi ve üreme sistemine toksisitesi

Fizikokimyasal Zararlılık Değerlendirmesi: İnsan sağlığına yönelik potansiyel etkiler, en az aşağıdaki fizikokimyasal özellikler için değerlendirilir.

- Patlayıcılık
- Alevlenirlik
- Oksitleme potansiyeli

Çevresel Zararlılık Değerlendirmesi: Çevresel zararlılık değerlendirmesi, maddenin aşağıda belirtilen yollarla çevre üzerindeki olası potansiyel etkilerini içerir.

- Sucul (çökelti dâhil) etkiler
- Karasal etkiler
- Atmosferik katmanları içeren etkiler
- Gıda zinciri birikimi yoluyla oluşabilecek etkiler
- Atık su arıtma sistemlerinin mikrobiyolojik aktiviteleri üzerindeki etkisi

PBT ve vPvB Değerlendirmesi: PBT; bir maddenin kalıcılık (P), biyobirikim (B) ve toksisite (T) özelliğine sahip olduğunu ifade eder. vPvB ise çok kalıcı (vP) ve çok biyobirikimli (vB) özelliği ifade etmekte kullanılır. Sucul türlerde biyokonsantrasyon faktörü 2.000'den yüksek olan madde biyobirikimlilik kriterini karşılar. Maddenin aşağıda yer alan durumlardan herhangi birine sahip olması ise kalıcılık kriterini taşıdığını gösterir.

- Deniz suyunda bozunma yarı ömrü 60 günden fazla
- Tatlı suda ya da nehir ağzı suyunda bozunma yarı ömrü 40 günden fazla
- Deniz çökeltisinde bozunma yarı ömrü 180 günden fazla
- Tatlı su ya da nehir ağzı suyu çökeltisinde bozunma yarı ömrü 120 günden fazla
- Toprakta bozunma yarı ömrü 120 günden fazla

Maddenin sucul türlerde biyokonsantrasyon faktörü 5.000'den yüksek ise madde çok biyobirikimli (vB) kriterlerine girer. Çok kalıcı (vB) kriterine girmesi için ise aşağıda yer alan durumlardan herhangi birini karşılaması gerekir.

- Deniz suyu, tatlı su veya nehir ağzı suyunda bozunma yarı ömrü 60 günden fazla
- Deniz suyu, tatlı su veya nehir ağzı suyu çökeltisinde bozunma yarı ömrü 180 günden fazla
- Topraktaki bozunma yarı ömrü 180 günden fazla

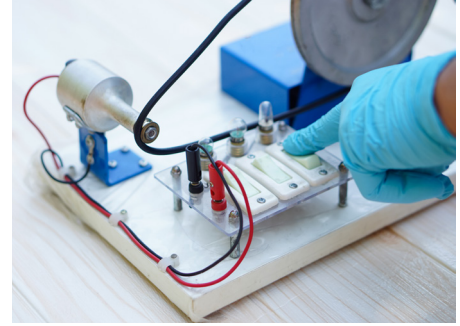
Çeşitli kullanım alanlarına sahip maddelerin faydalarından çok özellikle insan sağlığı ve çevre açısından zararlı etkileri çok ciddi boyuttadır ve kullanılmaması gerekir. 23.06.2017 tarih ve 30105 sayılı Resmî Gazete'de Kimyasalların Kaydı, Değerlendirilmesi, İzni ve Kısıtlanması Hakkında Yönetmelik yayımlanmıştır. Bu yönetmelikte belirtilerek

kısıtlanmış olan, kendi hâlinde, karışım içinde ya da eşya içinde bulunan madde; kısıtlamaların koşullarına aykırı olarak imal edilemez, piyasaya arz edilemez veya kullanılamaz. Maddenin bilimsel araştırma ve geliştirme kapsamında imal edilmesi, piyasaya arz edilmesi veya kullanılması için bu koşul geçerli değildir ve kullanılması durumu izne tabidir. Yönetmelikle kısıtlanan maddelerden bazıları EK H'de verilmiştir.

Fiziksel Tehlikeler

Laboratuvarda karşılaşılabilecek fiziksel tehlikeler; ısı, elektrik, yangın, sıkıştırılmış gazlar, gürültü, kayma ve düşmeye neden olan tehlikelerdir (Görsel 2.4). Radyoaktif tehlikeler de fiziksel tehlikeler ile birlikte değerlendirilmektedir. Elektrik ile çalışan cihazlar hem yangına sebep olmaları hem de elektrik çarpmasına yol açmaları nedeniyle tehlikelidir. Özellikle ıslak elle müdahale veya laboratuvar zemininin ıslak olması gibi hâllerde tehlike riski daha da yükselir. Islak veya düzgün olmayan zeminler, uygun monte edilmemiş dolap, raf veya cihazlar ya da ayakaltındaki kablolar, borular, açık çekmeceler kayma ve düşmeye neden olan tehlikelerdir. Bu tehlikeler, laboratuvar çalışanlarında ciddi yaralanmalara yol açabilecek risk grubu olarak değerlendirilmeli ve bu tür tehlikelerden korunmak için gerekli kontrol önlemleri alınmalıdır.

Laboratuvarda maruz kalınabilecek diğer bir risk, ultraviyole (UV) ışınlarından kaynaklı tehlikelerdir. UV, iyonize radyasyon türlerinden biridir. Elektromanyetik spektrumda 10^{-4} cm'den küçük dalga boyuna sahip olanlar, iyonize radyasyon alanı; 10^{-4} cm'den büyük olanlar ise non-iyonize radyasyon olarak tanımlanır. İnsan sağlığı açısından özellikle iyonize radyasyon zararlıdır. Gama ve X ışınları da bu alanda bulunur. Bu ışınlar, kimyasal bağları koparır ve DNA yapısında da hasara yol açar. UV lambalar ve UV ışık kaynağı kullanılan translüminatör ve floresan mikroskobu gibi aygıtlar başlıca tehlike kaynaklarıdır.



Görsel 2.4: Fiziksel tehlike

2.2. LABORATUVARDA BULUNMASI GEREKEN GÜVENLİK VE ACİL DURUM EKİPMANLARI

Laboratuvarlarda yanıcı, patlayıcı, aşındırıcı, tahriş edici, toksik özelliklere sahip zararlı kimyasal maddeler veya çeşitli mikroorganizmalarla çalışılırken aynı zamanda kesici-delici özelliklere sahip birçok tehlikeli aletten de yararlanır. Bu nedenle laboratuvarlar, çeşitli kazaların ve bulaş risklerinin yüksek olduğu tehlikeli ortamlardır. Güvenli ve sağlıklı bir çalışma ortamının sağlanabilmesi için laboratuvarların

- Havalandırma sistemi,
- Çekerocek,
- Kimyasal madde deposu,
- Laboratuvar muslukları,
- Vücut ve göz duşları

gibi temel donanımlara sahip olarak inşa edilmiş olması gerekir. Güvenli bir laboratuvar ortamının sağlanabilmesi için aşağıda sıralanan, laboratuvarda bulunması gereken emniyet donanımlarının yerleri ve gerektiğinde nasıl kullanılacağı konusunda bilgilendirme yapılmalı ve eğitim verilmelidir.

- Laboratuvar girişi, çıkışı ve kaçış işaretleri
- Kişisel koruyucu donanımlar
- Yangın alarmı
- Yangın söndürücüler

- Yangın tahliye projesi
- Acil boşaltma planları ve toplanma yeri
- Acil kapatma vana ve anahtarları (elektrik, gaz, çekercok ve bek için)
- Göz duşları ve vücut duşları
- İlk yardım çantası ve ilk yardım sorumlusu
- Kırık cam toplama kapları
- Biyolojik kirli atık toplama kapları
- Tehlikeli madde atık toplama kapları
- Tehlike, dikkat ve diğer uyarı işaretleri
- Güvenlik Bilgi Formları
- Kimyasal dökülme ve saçılmalarında kullanılan maddeler (zeolit, kil)

Ne kadar dikkatli çalışılsa da kimyasalların ortama sızması, dökülmesi gibi kazalarla veya kimyasallara maruz kalınması, cihazların kullanımı sırasında elektrik çarpması gibi tehlikeli olaylarla karşılaşılabilir. Oluşabilecek bu ve benzeri tehlikeleri önlemek veya etkilerini azaltmak için genel laboratuvar güvenlik kurallarına uymak gerekir. Laboratuvar güvenlik kurallarının başında eldiven, önlük, yüz siperi gibi mevcut standartlara ve yapılacak çalışmalara uygun kişisel koruyucu ekipmanları kullanmak gelir.

29 Kasım 2006 tarih ve 26361 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği'nde kişisel koruyucu donanım (KKD);

1. Bir veya birden fazla sağlık ve güvenlik tehlikesine karşı korunmak için kişilerce giyilmek veya taşınmak amacıyla tasarlanmış herhangi bir cihaz, alet veya malzeme,
2. Kişiyi aynı anda bir veya daha fazla muhtemel risklere karşı korumak amacıyla imalatçı tarafından bir bütün hâline getirilmiş birçok cihaz, alet veya malzemeden oluşmuş bir donanım,
3. Belirli bir faaliyetin yapılması için korunma amacı olmaksızın, taşınan veya giyilen donanımla birlikte kullanılan, ayrılabilir veya ayrılamaz nitelikteki koruyucu cihaz, alet veya malzeme şeklinde tanımlanır. Kişisel koruyucu donanımları, amaçlanan doğrultuda kullanımı sırasında karşılaşılan tüm risklere karşı yeterli koruma sağlamalıdır. Bu amaçla tüm kişisel koruyucu donanımlarda bulunması gereken genel özellikler aşağıdaki şekilde sıralanabilir.
 1. KKD, tehlike içeren iş yapılırken öngörülebilir koşullarda ve amaçlanan doğrultuda kullanımı sırasında kullanıcıyı mümkün olan en yüksek düzeyde koruyacak şekilde ergonomik olmalıdır.
 2. KKD malzemesi ve parçaları, bozulma sonucu ortaya çıkan maddeler de dâhil olmak üzere öngörülebilir koşullarda kullanımı sırasında kullanıcının sağlık ve hijyenini olumsuz yönde etkilememelidir.
 3. Giyildiğinde tahriş ya da yaralanmalara neden olabilecek derecede sert olmamalı, keskin kenarlar ve çıkıntılar bulundurmamalıdır.
 4. Vücudun duruş şeklinde ve hareket etmesinde çok fazla kısıtlamaya neden olmamalı ve duyu organlarında yol açabileceği hassasiyet kaybı en az düzeyde olmalıdır.
 5. Çalışma sırasında yapılacak hareketler ve vücudun duruş şekilleri göz önüne alınarak doğru pozisyonda ayarlanmalı, öngörülen kullanım süresinde vücut yapısına uygunluğu sağlanmalıdır.
 6. Kullanım koşulları altındaki ortam koşullarının etkisine dayanıklı, dayanıklılık ve işlevselliğini azaltmayacak şekilde de olabildiğince hafif olmalıdır.

Laboratuvarlarda bulunması önerilen kişisel koruyucu donanımlar ile bazı acil durum ekipmanları ve özellikleri

Tablo 2.5'te verilmiştir. Kişisel koruyucu donanımlar; baş, kulak, solunum sistemi, el ve kol, ayak ve bacak, yüz ve göz, cilt, gövde ve karın, vücut koruyucuları şeklinde sınıflandırılır.

Tablo 2.5: *Laboratuvarda Bulunması Önerilen Bazı Acil Durum Ekipmanları ve Bu Ekipmanların Özellikleri*

Malzeme	Özellik
Önlük	Kimyasal maddelere dayanıklı, duruma göre baş korumalı tulum
Eldiven	Kimyasal maddelere dayanıklı, uzun konçlu
Gözlük	Kimyasal madde sıçramalarına karşı koruyucu özellikte
Yüz siperi	Kimyasal madde sıçramalarına karşı koruyucu özellikte
Maske	Toz, duman, sis gibi parçacıklara karşı koruyucu
Gaz maskesi	Asit ve organik madde buharlarına karşı koruyucu özellikte filtreye sahip
Çizme	Kimyasal maddelere dayanıklı, tabanı kaymaz özellikte
Absorban	Asit ve yanıcı sıvıları absorbe edebilen toz kimyasallar
Bariyer	Kimyasal sızıntıları engelleyecek özelliğe sahip
Atık torbası	Kimyasal maddelere dayanıklı
Emniyet şeridi	Ortamı sınırlandırmak için sarı-siyah renklerde
Uyarı levhası	"Kimyasal madde kazası" uyarı ifadesi bulunan, sarı zeminde siyah yazılı
Yangın eldiveni	Kimyasal maddelere dayanıklı
Temiz hava solunum cihazı	Tam yüz maskeli

Laboratuvar çalışmasına başlamadan önce yapılan çalışmaya uygun kişisel koruyucu donanımların seçilmesi gerekir. Uygun koruyucu donanım Tablo 2.6'da bir örneği verilen, çalışma ortamı ve çalışma sırasında ve çalışma sonrası ortaya çıkabilecek maddeler ile ilgili risk değerlendirmesi yapılarak seçilmelidir.

Tablo 2.6: *Kişisel Koruyucu Donanımlara İlişkin Risk Örnekleri*

Riskler		
Fiziksel	Kimyasal	Biyolojik
Mekanik (çarpma, kesik, ezik, titreşim, kayma vb.) Termal (sıcaklık, alev, soğuk) Elektrik Radyasyon (iyonize olmayan, iyonize) Gürültü	Aerosoller Sıvılar Gazlar Buharlar (tozlar, lifler, duman, buhar, dökülme, sıçrama, püskürme vb.)	Zararlı bakteriler Virüsler Mantarlar (mikrobik fungi) Mikrobiyolojik olmayan antijenler

Risk değerlendirmesi sonucu kişisel koruyucu donanım seçiminde

- Tehlikenin türü (biyolojik, kimyasal, fiziksel),
- Çalışmada kullanılan madde ve cihazların özelliği (aerosol oluşturma, kesici-delici alet kullanımı vb.),
- Bulaşma veya maruz kalma yolu (solunum yolu, deri yolu vb.),
- Maruz kalma olasılığı ve süresi,
- Çalışmayı yapan kişiye özgü özellikler (lateks alerjisi, kontak lens kullanımı vb.)

gibi hususlara da dikkat edilmelidir.

Laboratuvarda Görsel 2.5'te görüldüğü gibi genellikle önlük veya tulum, eldiven, göz ve yüz siperi, maske, bone gibi kişisel koruyucu donanımlar kullanılır. Önlük, kimyasal maddelerin sıçrama veya dökülme ve mikroorganizmaların bulaşma riski gibi tehlikelerden korunmak amacıyla kullanılır. Önlükler; diz boyu uzunluğunda, önü kapanabilir, pamuk veya polyester-pamuk karışımından yapılmış olmalıdır. Döküldüğünde önlüğü tahriş edip delebilecek kimyasal maddeler ile çalışılıyorsa önlük üzerine polivinil klorürden (PVC) yapılmış koruyucu malzeme giyilmelidir.



Görsel 2.5: Kişisel koruyucu donanımlara bazı örnekler

Laboratuvar eldivenleri; laboratuvar çalışmalarında kimyasal, biyolojik ve fiziksel tehlikelere karşı elleri korumak amacıyla kullanılan temel donanımdır. Tüm tehlikelere karşı koruyucu özelliğe sahip bir eldiven bulunmadığı için yapılan çalışmaya ve çalışma sonrasında doğabilecek risklere uygun eldiven seçilmelidir. Temel kişisel koruyucu olan eldivenlerin seçimi ve kullanımı, aşağıda verilen hususlara dikkat edilerek yapılmalıdır.

- Kullanımdan önce eldivenin yırtık olup olmadığı kontrol edilmelidir.
- Ellerde açık yara varsa sargı bezi ile kapatılıp sonra eldiven giyilmelidir.
- Laboratuvar dışında aynı eldiven kullanılmamalıdır.
- Çalışma bittikten sonra çıkartılan eldiven uygun atık toplama kabına atılmalıdır.
- Eldiven çıkarıldıktan sonra eller yıkanmalıdır.

Görsel 2.6'da bazı örnekleri verilen, yaygın eldiven türlerinden hangisinin uygun olduğuna Tablo 2.7'deki özellikler dikkate alınarak çalışmanın durumuna göre kimyasal, biyolojik ve fiziksel tehlikelere karşı risk değerlendirilmesi yapılır sonra karar verilir.

Tablo 2.7: Bazı Eldiven Türleri ve Bu Eldiven Türlerinin Özellikleri

Eldiven Türü	Özellikleri
Vinil	Dayanıklı ve elastikliği düşüktür. Duyarlılığı azdır. Geçirgenliği fazla olduğundan biyolojik materyallerle çalışılması önerilmez.
Lateks	Esneklik seviyesi yüksektir. Katlanmaya ve yırtılmaya dayanıklıdır. Sıcağa karşı direnci yüksek bir malzemedir. Geçirgenliği düşük olduğundan biyolojik materyalle çalışmalar için uygundur.
Nitril	Parmak uçları hafif pütürlü yapıdadır. Bu özelliği ile çalışırken dokunma hissi ve hassasiyeti güçlendirir. Yırtılma ve delinmelere karşı aynı kalınlıktaki lateks eldivenlere göre 2-3 kat daha dayanıklıdır.



a) Vinil



b) Lateks



c) Nitril

Görsel 2.6 (a,b,c): Eldiven türleri

Gözlerin ve yüzün biyolojik, kimyasal ve fiziksel kaynaklı sıvı, gaz ve yüksek sıcaklık gibi tehlikelerden korunmasını sağlayan en önemli güvenlik donanımı yüz ve göz koruyucularıdır. Bu tür koruyucu donanımlar; biyolojik ve kimyasal maddelere, travmatik zedelenmelere karşı bariyer oluşturur.

Özellikle kimyasal madde gazlarından korunmak amacıyla kullanılan kişisel koruyucu donanımlar, genel olarak cerrahi maskeler ve respiratörler olmak üzere ikiye ayrılır. Fiziksel bir bariyer olarak kullanılan cerrahi maskeler, yüze tam oturmaz ve 5 µm'den daha küçük partikülleri tutamaz. Bu nedenle aerosollere karşı kullanılmaz. Respiratörler, laboratuvar ortamında mikroorganizmalar ve kimyasal maddeler gibi soluma yoluyla maruz kalınan tehlikelerden korunmak amacıyla tasarlanmış malzemelerdir. Respiratör seçimi; tehlikeli maddenin türüne, konsantrasyonuna, yapılan işleme ve sürece bağlı olarak yapılmalıdır. Respiratörler; havadaki partiküllerin filtrelenmesi, havanın kimyasal maddelerden temizlenmesi veya dışarıdan bir kaynak yardımıyla temiz hava sağlanması gibi özelliklere bağlı olarak Tablo 2.8'de verildiği gibi farklı türde koruma sağlar.

Tablo 2.8: Respiratör Türleri

Respiratör Türü	Özellikleri
Partikül Respiratörleri	Toz, duman, sis gibi parçacıklara karşı koruma sağlar. Kimyasal maddelere, gazlara veya buhara karşı koruma sağlamaz. Tek kullanımlıktır ya da tek kullanımlık filtre içerir.
Kimyasal Kartuşlu/Gaz Maskesi Respiratörleri	Hava temizleyici respiratör olarak da adlandırılır. Kimyasal madde gazlarını havadan süzen filtreler bulunur. Tam veya yarım yüz maskesi şeklinde kartuş içerir. Genellikle kartuşun içinde havadaki tehlikeli maddeleri uzaklaştırmak için bir filtre, sorbent, katalizör veya bunların kombinasyonları bulunur.
Elektrikli Hava Arındırıcı Respiratörler (Powered Air-Purifying Respirator: PAPR)	Filtreden hava çekmek için pil ile çalışan bir fan kullanır. Kullanımı kolay ve pratiktir. Diğer hava temizleme respiratörleri ile aynı özellikte filtre kullanır.
Bağımsız Solunum Respiratörleri (Self-Contained Breathing Apparatus: SCBA)	Hava tankı bulunan respiratörlerdir. Kendi kaynağından havayı sağladığından filtre seçim sorunu yaşanmaz. Çok ağır olduklarından kullanım ve bakımları özel eğitim gerektirir. 1 saat gibi kısa süreli kullanımlar için uygundur. Genellikle itfaiyeciler tarafından kullanılır.

Gaz maskelerinin etkili koruma yapabilmesi, doğru filtre kullanımına bağlıdır. Birden fazla tehlikeye karşı koruma sağlayan filtreler vardır ancak tüm tehlikelere karşı aynı anda koruma sağlayan filtreler yoktur. Maske ve respiratörler aşırı sıcak veya soğuktan uzak, temiz ve kuru bir yerde muhafaza edilmeli, kendi ambalajları içinde saklanmalıdır. Bu malzemelerin açık ambalajlı olanları kullanılmamalıdır. Gaz filtrelerin kullanım süresi; kirleticinin özelliği ve derişimi, nefes alıp verme hacmi, çalışma ortamının nem ve sıcaklığı gibi birçok faktöre bağlıdır. Kullanılmış filtreler tehlikeli atık olarak değerlendirilerek uygun şekilde atık toplama kaplarına atılmalıdır.

Laboratuvarlarda bulunması gereken güvenlik ve acil durum ekipmanlarından biri de Görsel 2.7'de görüldüğü gibi ilk yardım çantasıdır. İlk yardım çantasının yeri sabit olup herkes tarafından bilinmeli ve çanta kullanıldıktan sonra tekrar aynı yerine bırakılmalıdır. Çantanın içeriği düzenli olarak kontrol edilmeli ve eksikleri tamamlanmalıdır. İlk yardım çantasının malzeme içeriği kullanıldığı yere bağlı olarak değişmekle birlikte genel olarak önerilen temel malzeme içeriği ve miktarı Tablo 2.9'da verildiği gibi olmalıdır.



Görsel 2.7: İlk yardım çantası ve içeriği

Tablo 2.9: İlk Yardım Çantası Malzeme İçeriği ve Miktarı

Malzemenin Adı	Miktar
Suni solunum maskesi	1 adet
Büyük boy sargı bezi	3 adet
Küçük boy sargı bezi	3 adet
Soğuk kompres	1 adet
Steril gaz kompres	1 adet
Hidrofil pamuk (70 gr)	1 paket
Flaster 2,5 cm x 5 m	1 adet
Antiseptik solüsyon	1 adet
Tekstil turnike	1 adet
Çengelli iğne	12 adet
Metal makas	1 adet
Elastik sargı bezi (6-8 cm enli)	1 adet
Plastik bandaj	1 adet
Üst koruma örtüsü	3 adet
Tıbbi atık poşeti	2 adet
Yara bandı	10 adet
Tıbbi eldiven	2 çift
El feneri ledli pili	1 adet
Plastik düdük	1 adet
Not defteri	1 adet
Kurşun kalem	1 adet
İlk yardım el kitabı	1 adet
Cımbız	1 adet
Alüminyum yanık örtüsü	1 adet

Laboratuvarlarda meydana gelen bir kazada örneğin yangın durumunda güvenli, doğru ve acil müdahale edilebilmesi için yangın alarmı, yangın söndürücü gibi ekipmanın yerini bilmek yeterli değildir. Mimari proje üzerinde kaçış yollarının, yangın merdivenlerinin, acil durum asansörlerinin, yangın dolaplarının, itfaiye su verme ve alma ağızlarının ve yangın pompalarının yerlerinin renkli olarak işaretlendiği yangın tahliye projesi ve acil boşaltma planının daha önceden değerlendirilmiş ve bilgilendirilmesinin yapılmış olması gerekir. Ayrıca doğru müdahale yapılması için yanmakta olan maddenin özelliklerinin bilinmesi gerekir. Karşılaşılabilecek yangınların en aza indirilmesini ve herhangi bir şekilde çıkabilecek yangının can ve mal kaybını en aza indirerek söndürülmesini sağlamak üzere yangın öncesinde ve sırasında alınacak tedbirlerin, organizasyonun, eğitimin ve denetimin usul ve

esaslarını belirlemek amacıyla 19 Aralık 2007 tarih ve 26735 sayılı Resmî Gazete'de "Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik" yayımlanmıştır. Bu yönetmeliğe göre yanmakta olan maddeye göre 4 tür yangın sınıfı yapılmıştır.

1. A Sınıfı Yangınlar: Odun, kömür, kâğıt, ot, doküman ve plastik gibi yanıcı katı maddeler yangını,
2. B Sınıfı Yangınlar: Benzin, benzol, makine yağları, laklar, yağlı boyalar, katran ve asfalt gibi yanıcı sıvı maddeler yangını,
3. C Sınıfı Yangınlar: Metan, propan, bütan, LPG, asetilen, hava gazı ve hidrojen gibi yanıcı gaz maddeler yangını,
4. D Sınıfı Yangınlar: Lityum, sodyum, potasyum, alüminyum ve magnezyum gibi yanabilen hafif ve aktif metaller ile radyoaktif maddeler gibi metaller yangını ifade etmektedir.

Yangın sınıfına göre aynı yönetmelikte bulundurulması gereken taşınabilir yangın söndürme tüplerinin (Görsel 2.8) tipi aşağıdaki şekilde verilmiştir.

- A sınıfı yangın çıkması muhtemel yerlerde, çok maksatlı kuru kimyevi tozlu veya sulu,
- B sınıfı yangın çıkması muhtemel yerlerde, kuru kimyevi tozlu, karbon dioksitli veya köpüklü,
- C sınıfı yangın çıkması muhtemel yerlerde, kuru kimyevi tozlu veya karbon dioksitli,
- D sınıfı yangın çıkması muhtemel yerlerde, kuru metal tozlu söndürme tüpleri bulundurulur.



Görsel 2.8: Yangın söndürme tüpleri

Yangın söndürücü tüpler genel olarak S ve T serisi olmak üzere iki modeldir.

Sürekli basınçlı yangın söndürücü olarak ifade edilen S serisi yangın söndürücülerin kullanımında izlenmesi gerekenler aşağıda sıralanmıştır.

1. Tetiğin üstündeki pim çekilir.
2. Hortum yuvasından çıkartılarak tetiğe sonuna kadar basılır.
3. Hortumun ucundan çıkan söndürücü madde yangın bölgesine boşaltılır.

Dıştan basınçlı yangın söndürücü olarak bilinen T serisi söndürücülerin kullanımında izlenmesi gerekenler de şunlardır:

1. Hortum, yuvasından çıkartılır.
2. Cihazın gövdesine bağlı olan CO₂ (veya azot) tüpünün valfi sola doğru çevrilerek açılır.
3. Hortumun ucundan çıkan söndürücü madde yangın bölgesine boşaltılır.

Yangın söndürme tüplerinin kullanımı ile ilgili bilgilendirme, görselleriyle birlikte EK Ç'de verilmiştir.

2.3. LABORATUVAR KAZALARI VE İLK YARDIM

Acil Durum Planı

Laboratuvar çalışmaları sırasında fiziksel, kimyasal, biyolojik kaynaklı acil müdahale edilmesi gereken birçok kazalar ortaya çıkabilir. Herhangi bir kaza durumunda temel ilk yardım bilgilerine ihtiyaç duyulabilir. Kimyasal madde veya biyolojik etken madde dökülmesi veya yangın gibi kaza durumlarında neler yapılması gerektiği de bilinmelidir. Bu tür durumlarda doğru ve acil müdahale yapılabilmesi için acil durum planı hazırlanmalıdır. 18 Haziran 2013 tarih ve 28681 sayılı Resmî Gazete'de İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yönetmelik yayımlanmıştır. Bu yönetmelikte yangın, patlama, tehlikeli kimyasal maddelerden kaynaklanan yayılım, zehirlenme, salgın hastalık, radyoaktif sızıntı, sabotaj ve doğal afet gibi ivedilikle müdahale gerektiren olaylar acil durum; meydana gelebilecek acil durumlarda yapılacak iş ve işlemler ile uygulamaya yönelik eylemlerin yer aldığı plan **acil durum planı** olarak tanımlanır.

Acil durum planında Tablo 2.10'daki gibi uyarı verme, arama, kurtarma, tahliye, haberleşme, ilk yardım ve yangınla mücadele gibi acil durumda yapılması gerekenler belirtilir.

Tablo 2.10: *Acil Durum Planı ve Yapılması Gerekenler*

Acil Durum	Yapılması Gerekenler
Yangın	<p>Yangın alarm butonuna basın.</p> <p>Elektrikleri kesin, laboratuvarı tahliye edin.</p> <p>Gerekliyse itfaiye ve ambulansı arayın (112).</p> <p>Kendinize ve çevreye yönelik riskleri kontrol edin.</p> <p>Çevredeki yanıcı, parlayıcı maddeleri uzaklaştırın.</p> <p>Küçük yangınlarda yangın söndürücü kullanın. Yangın kontrol edilemiyorsa tüm kapıları kapatarak yangını sınırlandırın ve bölgeyi terk edin.</p> <p>Laboratuvar sorumlusuna ve okul yönetimine haber verin.</p>
Kimyasal Madde/ Biyolojik Etken Dökülmesi	<p>Laboratuvarda bulunanları ortamdaki uzaklaştırın.</p> <p>Dökülen kimyasal madde/biyolojik etkenin özelliklerini öğrenin.</p> <p>Dökülen kimyasal maddeye temas etmeyin, maddeyi solumayın.</p> <p>Kişisel koruyucu ekipman kullanarak dökülen maddeye/etkene göre kimyasal madde/biyolojik etken dökülme kiti kullanarak dökülen maddeyi temizleyin.</p> <p>Kullandığınız dökülme kitlerini uygun atık talimatlarına (kimyasal madde/tıbbi atık) göre ayrıştırın.</p> <p>Laboratuvar sorumlusuna ve okul yönetimine haber verin.</p>
Yaralanma	<p>Küçük yaralanmalarda ilk yardım dolabından gerekli malzemeyi temin ederek müdahale edin.</p> <p>Yaralanmaya göre kişiye zarar gelmeyeceğinden emin olmadan kişiyi hareket ettirmeyin.</p> <p>Dökülmelerde vücut ve göz duşlarını kullanın.</p> <p>Gerekliyse ambulansı (112) ve zehirlenme için Ulusal Zehir Merkezi'ni [UZEM (114)] arayın.</p> <p>Laboratuvar sorumlusuna ve okul yönetimine haber verin.</p>
Gaz Kokusu	<p>Gaz alarmını duyduğunuzda elektriği kesin.</p> <p>Ortamda bulunan herkesi tahliye edin.</p> <p>Çakmak-kibrit yakmayın, lambaları ve diğer elektrikli cihazları açmayın, telefon kullanmayın.</p> <p>Gaz kaçağının kaynağını belirleyin ve tüm gaz vanalarını kapatın.</p> <p>Kapı ve pencereleri açarak ortamı havalandırın.</p> <p>Doğal gaz kaçağı durumunda uygun bir yerden Doğal Gaz Acil Hattı'nı (187) arayın. Laboratuvar sorumlusuna ve okul yönetimine haber verin.</p>
Elektrik Kaçağı	<p>Elektrik kaçağı olan bölgenin elektrik şalterini kapatın.</p> <p>Yalıtkan (tahta, plastik vb.) ve kuru bir cismin üzerine çıkın.</p> <p>Elektrik çarpan kişiye sadece yalıtkan bir cisimle müdahale ederek kaynaktan uzaklaştırın. Elektrik ile yaralanmalarda bilinci kontrol edin, gerekliyse ambulansı (112) arayın.</p> <p>Laboratuvar sorumlusuna ve okul yönetimine haber verin.</p>
Deprem	<p>Panik yapmayın.</p> <p>Korozif kimyasal maddelerin yakınındaysanız hemen uzaklaşın.</p> <p>Yakınınzdaki banko, masa vb. ağırlık merkezi yere yakın eşyaların yanına eğilin, kollarınızı başınızın üzerine koyun, başınızı bacaklarınızın arasına eğerek bekleyin.</p> <p>Sarsıntı bitene kadar yerinizden ayrılmayın, asansör kullanmayın.</p> <p>Sarsıntı bittikten sonra gaz ve elektrik vanalarını kapatın.</p> <p>Gaz kaçağı olmadığına emin olana kadar kibrit veya diğer yanıcı maddeleri kullanmayın.</p>

Acil durum planlaması yapılırken

- a) Yangın,
- b) Patlama,
- c) Tehlikeli kimyasal veya biyolojik maddelerden kaynaklanan yayılım, dökülme ve zehirlenme,
- ç) Alet ve cihaz kullanımı sırasında elektrik çarpması,
- d) Doğal afet meydana gelme

ihtimali gibi hususlar dikkate alınır ve aşağıda görevleri belirtilen acil durum ekipleri oluşturulur.

- a) Söndürme Ekibi: Çıkabilecek yangınlara derhâl müdahale ederek mümkünse yangını kontrol altına almak, yangının genişlemesine engel olmak ve söndürme faaliyetlerini yürütmek.
- b) Kurtarma Ekibi: Acil durumda arama ve kurtarma işlerini gerçekleştirmek.
- c) Koruma Ekibi: Muhtemel panik ve kargaşayı önlemek, acil durum ekipleri arasındaki koordinasyon işlerini gerçekleştirmek, kurumsal müdahale ekiplerine bilgi vermek.
- ç) İlk Yardım Ekibi: Acil durumda ilk yardım müdahalelerini gerçekleştirmek.

Temel İlk Yardım Bilgileri

27 Ağustos 2020 tarih ve 31226 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan İlk Yardım Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik'te **ilk yardım**; ani olarak ortaya çıkan hastalık veya yaralanma durumunda kişinin hayatını korumak, sağlık durumunun kötüleşmesini önlemek ve iyileşmesine destek olmak amacıyla olay yerindeki mevcut imkânlarla yapılan hızlı ve etkili müdahale olarak tanımlanmıştır.

İlk yardımın temel amaçları;

- Güvenli ortam sağlamak,
- Yaşamsal fonksiyonların sürdürülmesini sağlamak,
- Hasta ya da yaralının durumunun kötüleşmesini engellemek,
- İyileştirmeyi kolaylaştırmak

şeklinde sıralanır. İlk yardımın bu temel amaçları, üç hizmetle aşağıdaki sıralamayla uygulanır.

1. Koruma: Kazanın meydana geldiği yerde emniyeti sağlamak. Örneğin elektrik akımıyla temasta olan bir yaralıya asla dokunulmamalı, önce elektrik akımı kesilmelidir.
2. Bildirme: İlgili yardım ekiplerinin harekete geçirilmesini sağlamak. Ambulans, polis, itfaiye gibi kurumlara haber verilir. Kaza bilgilendirmesi yapılırken kazanın yeri, tipi ve durumu etkileyebilecek koşullar, yangın tehlikesi olup olmadığı, yaralı sayısı gibi bilgiler verilmelidir.
3. Kurtarma: İlk yardım bilgileri uygulanır.

İlk yardımın amacına uygun yapılabilmesi için aşağıda verilen hususlara dikkat edilir.

- Kaza yerinde emniyet sağlanır.
- Birden fazla hasta/yaralı varsa yaralıların durumu değerlendirilip müdahale edilecekler sırası belirlenir.
- Hasta/yaralının korku ve endişeleri giderilir.
- Hasta/yaralıya müdahalede yardımcı olacak kişiler organize edilir.
- Hasta/yaralıyı hareket ettirmeden müdahale yapılır.
- Hasta/yaralının bilinci kapalı ise ağızdan hiçbir şey verilmemelidir.
- Hasta/yaralı kırık ve kanama yönünden değerlendirilmelidir.
- Hasta/yaralı sıcak tutulmalıdır.

- Eller su ve sabunla yıkanmadan müdahale yapılmamalıdır. Hasta/yaralının paniğe kapılmasını engellemek için yarasını görmesine izin verilmemelidir.
- Hasta/yaralının bilinci kapalı ise aşağıda verilen ve ilk yardımın ABC'si olarak bilinen üç değerlendirme hızla yapılmalıdır.
 - a) Hava yolu açıklığının değerlendirilmesi,
 - b) Solunumun değerlendirilmesi (Bak-Dinle-Hisset),
 - c) Dolaşımın değerlendirilmesi (Şah damarından 5 saniye nabız alınarak yapılır.).
- 112 acil yardım çağırısı yapılır.

İlk yardım uygulamalarında öncelikle hasta/yaralı bazı yaşamsal bulgular açısından değerlendirilir. Değerlendirmede ihtiyaç duyulan bazı temel yaşamsal bulgular aşağıda sıralanmıştır.

- Bilinç
- Solunum
- Dolaşım
- Vücut ısısı
- Kan basıncı

Bu yaşamsal bulguların var ya da yok olması müdahale sırasında uygulanacak yöntemleri belirleyeceği için önemlidir. Her bir yaşam bulgusu için doğru değerlendirmenin nasıl yapılması gerektiği bilinmelidir.

- **Bilinç Durumunun Değerlendirilmesi:** Bilinç bozukluğu/bilinç kaybı, beynin normal faaliyetlerindeki bir aksama nedeni ile uyku hâinden başlayarak (bilinç bozukluğu), hiçbir uyarıya cevap vermeme hâline kadar giden (bilinç kaybı) bilincin kısmen ya da tamamen kaybolması hâlidir. Bu durum, iki şekilde oluşabilir.
 1. Bayılma (Senkop): Kısa süreli, yüzeysel ve geçici bilinç kaybıdır. Beyne giden kan akışının azalması sonucu oluşur.
 2. Koma: Yutkunma ve öksürük gibi reflekslerin ve dışarıdan gelen uyarılara karşı tepkinin azalması ya da yok olması ile ortaya çıkan uzun süreli bilinç kaybıdır.

Öncelikle hasta/yaralının bilinç durumu değerlendirilir. Bilinci yerinde olan normal bir kişi, kendine yönelttilen tüm uyarılara cevap verir. Bilinç düzeyi, yaralanmanın ağırlığını gösterir.

Kişide bilinç kaybı düzeyleri:

 - » 1. Derece Bilinç Kaybı: Sözlü ve gürültülü uyarılara cevap verir.
 - » 2. Derece Bilinç Kaybı: Ağrılı uyarılara cevap verir.
 - » 3. Derece Bilinç Kaybı: Tüm uyarılara karşı tepkisizdir, cevap vermez.
- **Solunumun Değerlendirilmesi:** Hasta/yaralının solunumu değerlendirilirken solunum sıklığına, solunum aralıklarının eşitliğine, solunum derinliğine bakılır. Kişinin bir dakika içindeki nefes alma ve verme sayısı solunum sıklığı olarak bilinir. Değerlendirme sonucu solunum sayısının dakikada
 - » Sağlıklı yetişkin bir kişide 12-20,
 - » Çocuklarda 16-22,
 - » Bebeklerde 18-24 olması beklenir.
- **Kan Dolaşımının Değerlendirilmesi:** Nabız değerlendirmesi ile yapılır. Kalp atımlarının atardamar duvarına yaptığı basınç olarak tanımlanan nabız, bu basıncın damar duvarında parmak uçlarıyla hissedilmesi yoluyla belirlenir. Nabız değerlendirmesi sonucu normal nabız sayısı dakikada
 - » Yetişkin bir kişide 60-100,
 - » Çocuklarda 100-120,
 - » Bebeklerde 100-140 olmalıdır.

Vücutta nabız alınabilen bölgeler;

- » Şah damarı,
- » Ön kol damarı (bileğin iç yüzü, başparmağın üst hizası),
- » Bacak damarı (ayak sırtının merkezinde),
- » Kol damarıdır (kolun iç yüzü, dirseğin üstü).

Hasta/yaralıların dolaşımını değerlendirirken çocuk ve yetişkinlerde şah damarından, bebeklerde kol atardamarından nabız alımı tercih edilmelidir.

- Vücut Isısının Değerlendirilmesi: İlk yardımda vücut ısısı koltuk altından ölçülmelidir. Normal vücut ısısı 36,5 °C'dir. Normal değer in üstünde olması yüksek ateş, altında olması düşük ateş olarak belirtilir. 41-42 °C üstü ve 34,5 °C altı tehlike olduğunu ifade eder. 31 °C ve altı ölümcüldür.
- Kan Basıncının Değerlendirilmesi: Kalbin kasılma ve gevşeme anında damar duvarına yaptığı basınç **kan basıncı** olarak tanımlanır ve kalbin kanı pompalama gücünü ifade eder. Hasta/yaralı değerlendirilken kan basıncı kontrol edilmez ancak anlamının ve normal değerinin bilinmesi önemlidir. Normal değeri 100/50-140/100 mmHg olmalıdır.

İlk yardımın ABC'si olarak bilinen birinci değerlendirme; hava yolu açıklığının, solunumun ve kan dolaşımının değerlendirilmesidir.

Hava Yolu Açıklığının Değerlendirilmesi (A): Özellikle bilinç kaybı olanlarda dil geri kaçarak solunum yolunu tıkayabilir ya da kusmuk gibi sebeplerle solunum yolu tıkanabilir. Havanın akciğerlere ulaşabilmesi için hava yolunun açık olması gerekir.

- Hava yolu açıklığı sağlanırken hasta/yaralı baş, boyun, gövde eksen i düz olacak şekilde yatırılmalıdır.
- Bilinç kaybı belirlenmiş kişide ağız içine önce göz ile bakılmalı eğer yabancı cisim var ise işaret parmağı yandan ağız içine sokularak cisim çıkartılmalıdır.
- Daha sonra Görsel 2.9'da görüldüğü gibi bir el hasta/yaralının alnına, diğer elin iki parmağı çene kemiğinin üzerine konur, alından bastırılıp çeneden kaldırılarak baş geriye doğru itilip "baş geri-çene yukarı" pozisyonu verilir. Bu işlemler sırasında sert hareketlerden kaçınılmalıdır.



Görsel 2.9: Baş geri-çene yukarı pozisyonu

Solunumun Değerlendirilmesi (B): İlk yardımcı yapan kişi, başını hasta/yaralının göğsüne bakacak şekilde yan çevirerek yüzünü hasta/yaralının ağzına yaklaştırır, "Bak-Dinle-Hisset" yöntemi ile solunum yapıp yapmadığını 10 saniye süre ile değerlendirir.

- Göğüs kafesinin solunum hareketine bakılır.
- Hastanın ağzına doğru kulak yaklaştırılarak solunum dinlenir ve hastanın soluğu, yanakta hissedilmeye çalışılır.
- Solunum yoksa derhâl yapay solunuma (ilk yardım eğitimi alınmışsa) başlanır.

Dolaşımın Değerlendirilmesi (C): Çocuk ve yetişkinlerde şah damarından, bebeklerde kol atardamarından üç parmakla beş saniye süre ile nabız almaya çalışılır. İlk değerlendirme sonucu hasta/yaralının bilinci kapalı fakat solunum ve nabızı varsa hasta derhâl koma pozisyonuna getirilir.

Birinci değerlendirme olarak bilinen bu işlemlerden sonra ikinci değerlendirme yapılarak hasta/yaralı baştan aşağıya taranır. Bu aşamada baştan ayaklara kadar aşağıda verilen noktalara dikkat edilerek tarama yapılır.

- Baş: Saç, kafa derisi, baş ve yüzde yaralanma, morluk olup olmadığı, kulak ya da burundan sıvı veya kan gelip gelmediği değerlendirilir, ağız içi kontrol edilir.
- Boyun: Ağrı, hassasiyet, şişlik, şekil bozukluğu araştırılmalı, görünürde herhangi bir şey tespit edilmemiş olsa bile boyun zedelenmesi ihtimali göz önünde tutulmalıdır.
- Göğüs Kafesi: Saplanmış cisim, açık yara, şekil bozukluğu ya da morarma olup olmadığı, hafif baskı ile ağrı hissedilip hissedilmediği, kanama olup olmadığı değerlendirilmelidir. Göğüs kafesi genişlemesinin normal olup olmadığı araştırılmalıdır. Göğüs muayenesinde eller arkaya kaydırılarak hasta/yaralının sırtı da kontrol edilmelidir.
- Karın Boşluğu: Saplanmış cisim, açık yara, şekil bozukluğu, şişlik, morarma, ağrı ya da duyarlılık olup olmadığı ve karının yumuşaklığı değerlendirilmelidir. Eller bel tarafına kaydırılarak aynı şekilde kontrol yapılmalıdır. Kalça kemiklerinde de aynı kontroller yapılarak kırık veya yara olup olmadığına bakılmalıdır.
- Kol ve Bacaklar: Saplanmış cisim, açık yara, kuvvet ve his kaybı varlığı, ağrı, şişlik, şekil bozukluğu, işlev kaybı ve kırık olup olmadığı, nabız noktalarından nabız alınıp alınmadığı değerlendirilmelidir.

Tüm bu değerlendirmeden sonra elde edilen tüm bulgular değerlendirilerek yapılacak müdahale yöntemi seçilir. Laboratuvarlarda karşılaşılması olası yüksek kazalar elektrik çarpmaları, kesikler sonucu oluşan yaralanmalar, ısı veya kimyasal madde kaynaklı yanmalar, yangın veya kimyasal madde yutulması kaynaklı zehirlenmeler olduğundan bu durumlarda yapılması gereken ilk yardım bilinmelidir.

Kazalar ve İlk Yardım

Yangında İlk Yardım

Yangının başlangıcında etkili bir müdahalenin yapılabilmesi için doğru yöntemle yangın tipine uygun söndürücü seçilmesi gerekmektedir. Tablo 2.11'de bazı yangın söndürme yöntemleri verilmiştir. Bir beher veya erlende başlamış küçük bir yangına müdahale yangının türüne göre su, kum veya yangın söndürme tüpleri ile yapılmalı, kontrol edilemeyen yangınlarda hemen gaz muslukları kapatılıp yangın mahalli güvenli bir şekilde terk edilerek yangın alarmı verilmeli ve 112 aranarak itfaiye çağrısı yapılmalıdır.

Tablo 2.11: Yangın Söndürme Yöntemleri

Yangın Söndürme Yöntemleri		
Soğutma	Su ile soğutma	Soğutarak söndürme prensipleri içerisinde en çok kullanılanıdır. Suyun en büyük fiziksel-kimyasal özelliği, yanıcı maddeyi boğması (yanan cismin su içerisine atılması sonucu oksijeni azaltma) ve yanıcı maddeden ısı alarak yangının söndürülmesini sağlamasıdır. Su, yangın yerine kütsel olarak (hava ve benzeri) gönderilebileceği gibi püskürtme yoluyla da gönderilebilir.
	Yanıcı maddeyi dağıtma	Yanan maddenin dağıtılmasıyla yangın nedeni olan yüksek ısı bölünür, bölünen ısı düşer ve yangın yavaş yavaş söner. Bu tip söndürme, akaryakıt yangınlarında yangının yayılmasına neden olacağından uygulanmaz.
Hava Kesme	Örtme	Katı maddeler (kum, toprak, halı, kilim vb.) ve kimyasal bileşikler (köpük, klor, azot vb.) kullanılarak yanan maddenin oksijen ile temasının kesilmesiyle yapılan söndürmedir. Akaryakıt yangınlarında örtü oluşturan kimyasal bileşikler kullanılmaktadır.
	Boğma	Yangının oksijenle (hava) temasının kesilmesi veya azaltılması amacıyla yapılan işlemdir. Özellikle kapalı yerlerde oluşan yangınlarda uygulanmaktadır.
	Yanıcı maddenin ortadan kalkması	Yanma koşullarından olan yanıcı maddenin ortadan kaldırılması sonucu yangının söndürülmesidir.

Laboratuvarda karşılaşılabilecek yangınlarda kullanılan bazı yangın söndürücü maddeler ve bunların kullanım alanları Tablo 2.12'de özetlenmiştir.

Tablo 2.12: Yangın Söndürücü Maddeler ve Bunların Kullanım Alanları

Yangın Söndürücü Maddeler	
Su	Ateşi söndüren maddeler arasında en önemlisi sudur. Su özellikle A tipi yangınlar için kalıcı ve iyi bir söndürücüdür.
Kum	Yanıcı maddelerin oksijenle ilişkisinin kesilerek söndürülmesinde kullanılmaktadır. Kullanım anında kumun, yanıcı maddeyi tamamen örtmesi sağlanmalıdır.
Karbon Dioksit Gazı (CO ₂)	Yanan maddenin üzerini kaplayan karbon dioksit gazı, yanıcı maddeyi oksijensiz bırakarak yangını söndürür. Genellikle çelik tüpler içinde ve basınç altında sıvı hâlde tutulur. Bu gazla açık alanlarda ve hava akımının olduğu yerlerde yangının söndürülmesi oldukça zordur.
Kuru Kimyasal Toz	Yangın söndürmede kullanılan etkin maddelerden biri de kuru kimyasal tozdur. Kimyasal tozlar, türlerine göre A, B ve C sınıfı yangınları etkin bir şekilde söndürülebilmektedir. Aşırı sıcaktan (tahta, kumaş, araba lastiği gibi maddelerde) oluşan yangınların, sıvıların (benzin ve türevleri) tutuşmasından çıkan yangınların ve basınç altındaki yanıcı gazlardan (doğal gaz vb.) dolayı oluşan yangınların söndürülmesinde kullanılmaktadır.
Köpük	Köpük, yanan yüzeyi tamamen kaplar. Bunun sonucu olarak da hava ile teması keser ve ayrıca soğutma özelliğinin bulunması nedeniyle de yangın söndürücü olarak kullanılır.
Halokarbonlu Yangın Söndürme Maddeleri	Sıvı veya gaz hâlinde bulunmaları, yanıcı madde ve oksijenin kimyasal reaksiyonunu bozmaları nedeniyle yangın söndürücü olarak kullanılır. Yangın söndürme anında araç ve donanımına zarar vermeyen ve artık bırakmayan maddelerdir.

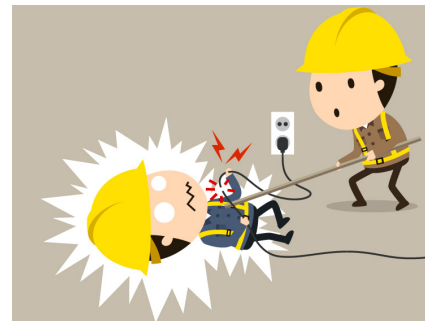
Ayrıca yangın durumunda bilinmesi gereken hususlar aşağıda verilmiştir.

- Yangın kapalı alandaysa yayılmasını önlemek için kapı ve pencereler kapatılmalıdır.
- Çevredeki yanıcı, parlayıcı maddeler uzaklaştırılmalıdır.
- Dumandan boğulmamak için yardım gelene kadar eğilerek ve sürünerek hareket edilmeli, ağız ve burun ıslak bez ya da mendille kapatılarak nefes alınmalıdır.
- Duman ve yanık kokusu başka odadan geliyorsa kapılar açılmamalıdır.
- Kıyafet alev almışsa koşmadan durup yere yatılmalı, yüz ellerle kapatılıp kendi etrafında yuvarlanılmalıdır.
- Başka bir kişinin kıyafeti alev almışsa battaniye türü örtüler ile sarılarak alevler boğulmaya çalışılmalı veya su dökülmelidir.
- Vücutta yanık varsa hemen soğuk suya tutulmalıdır.
- Yangın söndürme tüpü ile müdahaleler EK Ç'de verilen bilgiler doğrultusunda yapılmalıdır.

Elektrik Akımı Sonucu Oluşan Kazalar ve İlk Yardım

Laboratuvar çalışmaları sırasında elektrikle çalışan santrifüj, etüv, ısıtıcı gibi birçok cihazla kullanılmakta ve çeşitli elektrik deneyleri yapılmaktadır. Bu nedenle laboratuvarda karşılaşma olasılığı yüksek olan kaza türlerinden biri de elektrik çarpmasıdır. Bu tür kazalarda temel olarak ihtiyaç duyulan ilk yardım bilgileri aşağıda verilmiştir.

- Elektrik akımı kesilmelidir.
- Bu işlemler anında yapılamıyorsa elektrik akımına kapılan kişi, kuru bir tahta parçası gibi iletken olmayan bir malzeme yardımıyla gerilimden kurtarılmaya çalışılmalıdır (Görsel 2.10).
- Gerilime maruz kalan kişi; ıslak olmayan giysi, kalın bir kâğıt, kitap demeti veya tahta parçası üzerine bastırılmaya çalışılmalıdır.
- Gerilime maruz kalan kişi; duvara, sehpa-raf gibi cisimlere ve kendisine yardım etmeye çalışan kişilere dokunmamalıdır.
- Nabız ve nefes alış kontrol edilmeli, şuur kaybında hasta yan döndürülmeli ve tıbbi yardıma başvurulmalıdır.



Görsel 2.10: Elektrik çarpması

Yaralanmalarda ilk Yardım

Yaralanma; çarpma, vurma, kesilme gibi bir travma sonucu deri ya da mukozanın bütünlüğünün bozulmasıdır. Yaralanmalarda kan damarları, kas ve sinir gibi yapılar da etkilenebilir. Derinin koruma özelliği bozulacağından enfeksiyon riski artar. Farklı türde yaralar vardır.

- Kesik Yaralar: Cam, maket bıçağı gibi kesici aletlerle oluşan yaralardır. Genellikle derinlikleri kolay belirlenebilen, basit yaralardır.
- Ezikli Yaralar: Taş, yumruk ya da sopa gibi etkenlerin şiddetli olarak çarpması ile oluşan yaralardır. Çok fazla kanama oluşmaz. Daha çok doku zedelenmesi ve hassasiyeti meydana gelir.
- Delici Yaralar: Uzun ve sivri aletlerin batması veya saplanması şeklinde oluşan yaralardır. Yüzey üzerinde oluşan derinlik aldatıcı olabilir. Batan cismin paslı olması tetanos tehlikesini de oluşturur.
- Parçalı Yaralar: Dokular üzerinde bir çekme etkisi ile meydana gelir. Doku ile ilgili tüm organlar, saçlı deri de zarar görebilir.
- Kirli (Enfekte) Yaralar: Mikrop kapma ihtimali olan yaralardır.

Laboratuvarlarda kullanılan temel malzemeler camdan yapılmış olduğu için bunların kırılmalarından kaynaklı kesik yaralanmalar meydana gelebilir. Ayrıca çalışmalarda kullanılan bisturi ve maket bıçağı gibi aletlerin veya santrifüj gibi cihazların kullanımı sırasında da benzer yaralanmalar oluşabilir. Bu durumda kesilen kısım az ve kanama çok değilse ilk yardım yapılmalıdır. Kanamanın fazla olduğu durumda yara ile kalp arasında yaralanan kısma en yakın yerden boğularak en yakın sağlık kuruluşuna gidilmeli veya 112 aranmalıdır. Yaraya ilk yardım yapılırken aşağıdaki noktalar dikkate alınarak uygulama yapılmalıdır.

1. Kullanılacak malzemeler (gazlı bez, su, plaster, makas vb.) hazırlanmalı ve el altında bulundurulmalıdır.
2. Yaraya dokunulduğunda mikrop bulaştırmamak için yara temizlenmeden önce eller su ve sabunla yıkanmalı, daha sonra alkolle ovulmalıdır.
3. Yara biraz kanıyorsa bir süre kanın sızmasına izin verilmelidir.
4. Kanama fazla ise kanamanın durmasına yardımcı olmak için doğrudan yaranın üzerine bastırılmalıdır. Direkt basınç uygulaması yeterli olmuyorsa yaralı kısım kalp hizasının üzerinde tutulmaya çalışılmalı, kanama çok şiddetli ise yaralının bacakları yaklaşık 30 cm kadar yukarı kaldırılarak şok pozisyonu durumuna getirilmeli ve üzerine bir battaniye örtülmelidir (Görsel 2.11).
5. Kirli yaralar bol su ile yıkanmalı ve yara temizlenmelidir.
6. Yarada küçük yabancı cisimler (cam, küçük taş parçaları vb.) bulunup bulunmadığına bakılmalıdır. Bunlar yaranın dışında ise dikkatle gazlı bez yardımıyla uzaklaştırılmalıdır. Yaranın içine saplanmış cisim varsa çıkarılmaya çalışılmamalıdır. Bir damara girmiş ve saplanmış bir cam parçası bir tıpa işlevi görerek kanın akmasını önleyebilir. Bu çıkarıldığı takdirde başka zararlar verebilir.
7. Yara üzerine herhangi bir ilaç ya da pomat sürülmemelidir.
8. Bir yaraya dikiş atılması gerekiyorsa ya da çok kirli, kötü, düzensiz bir görüntüsü varsa çok fazla dokunmadan temiz pansuman malzemeleri ile yara kapatılmalıdır ve uygun koşullarda bakım yapılması için bir sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır.



Görsel 2.11: Şok pozisyonu

Vücutta kanama, kesilme veya yaralanma dışında ani gelişen burun ya da kulak kanamalarıyla da ortaya çıkabilir.

- Burun kanamasında hemen baş öne doğru eğilir. Mümkünse hasta/yaralı oturtulur. Burun kanatları sıkıştırılarak iki parmakla sıkılır. Bu işleme yaklaşık 5 dakika kadar devam edilir. Kanamanın durmaması hâlinde hasta ya da yaralı en yakın sağlık kuruluşuna götürülür.
- Kulak kanamasında kanama hafifse kulak temiz bir bezle temizlenir. Kanama ciddi ise kulak tıkanmadan gazlı bezle kapatılır. Hasta/yaralının hareketsiz olarak kanayan kulak üzerine yan yatması sağlanır. Kulak kanaması, olası bir beyin kanamasının habercisi olabilir. 112 çağrısı yapılır.

Deriye Küçük Cisim Batması ve İlk Yardım

Vücudun herhangi bir yerine batmış veya saplanmış cisim varsa çıkarmaya çalışılmamalıdır. Bir damara girmiş cam parçası, bir tıpa işlevi görerek kanın akmasını engelliyor olabilir. Bu cisim saplandığı bölgeden çıkarıldığı zaman büyük kanamalara yol açarak başka zararlara neden oluşturabilir. Sadece küçük cam veya kıymık parçaları gibi cisimler yoğun kanamaya yol açmayacak vücut bölgelerine batmışsa pens veya cımbızla çıkartılmalı (Görsel 2.12), aksi durumda mutlaka tıbbi yardım alınmalıdır. Göze batmış ya da saplanmış görünen hiçbir cisim çıkarılmaya çalışılmamalı, kişinin gözünü ovuşturmasına izin verilmemeli, göz kapatılmalı ve sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır. Deriye küçük cisim batması durumunda aşağıda verilen ilk yardım uygulanmalıdır.



Görsel 2.12: Batan cismin pensle çıkarılması

- Cımbız ya da pens çakmak alevine tutularak temizlenir ve soğutulur. Cımbız -alevden islendiyse bile- silinmez ve cımbızın uçlarına elle dokunulmaz.
- Cımbız ile yabancı cismin ucu yakalanır ve yabancı cismin deriye giriş yönüne ters doğrultuda dikkatle çekilir.
- Daha sonra yara sabunlu suyla yıkanır.
- Yara, temiz pansuman malzemeleri ile kapatılır.
- Yabancı cismin ucu yakalanamazsa yeni yaralara yol açılmaması için devam edilmemeli, tıbbi yardım alınmalıdır.

Yanıklarda İlk Yardım

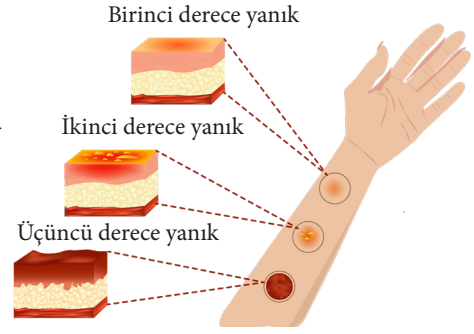
Yanık, herhangi bir ısıya maruz kalma sonucu dokuda oluşan bozulmadır. Yanık; genellikle sıcak su veya buhar teması sonucu meydana geldiği gibi sıcak katı maddelerle temas, asit/alkali gibi kimyasal maddelerle temas, elektrik akımı etkisi ya da radyasyon nedeni ile de oluşabilir. Yanıklar temel olarak iki sınıfta incelenir.

1. Fiziksel Yanıklar
 - Isı ile oluşan yanıklar
 - Elektrik nedeni ile oluşan yanıklar
 - Işın ile oluşan yanıklar
 - Sürtünme ile oluşan yanıklar
 - Donma sonucu oluşan yanıklar
2. Kimyasal Yanıklar
 - Asit, alkali gibi kimyasal madde ile oluşan yanıklar

Laboratuvar da alev, sıcak hava, sıcak su, buhar, elektrik akımı veya asit gibi kimyasal madde kaynaklı yanıklarla karşılaşılır. Yanığın kaynağına ve derecesine (Görsel 2.13) dikkat ederek ilk yardım uygulanmalıdır.

Sıcak cisimle temas sonucu ortaya çıkan yanıklarda tutuşma varsa söndürülmeli, yanan veya sıcak cisme temas eden giysiler hemen çıkartılmalıdır. Giysi yanan bölgeye yapışmış ise zorlayarak çıkartmaya çalışılmamalıdır. Su toplayan yerler patlatılmamalıdır.

- Birinci Derece Yanıklar: Ağrı, kızarma ve şişme gözlenir. Yanan bölge suya tutulmalı, yanığın üzerine fazla bastırmadan steril nemli bandaj örtülmelidir.
- İkinci ve Üçüncü Derece Yanıklar: Deride kızarıklık bir görüntü ve su toplaması ikinci derece, beyaz renk veya kavrulmuş bir görüntü üçüncü derece çok ciddi yanık oluştuğunu gösterir. Acil yardım çağırısı yapıp yanığın üzerine fazla bastırmadan steril nemli bandaj örtülmelidir. Şoka karşı önlem alınmalı ve hastaya ağzından bir şey verilmemelidir.



Görsel 2.13: Deride yanık dereceleri

Gaz Kaçağı ve İlk Yardım

- Gaz alarmı duyulduğu anda elektrik kesilir.
- Ortamda bulunanların tahliye edilmesi sağlanır.
- Gaz kaçağının kaynağı belirlenip tüm gaz vanaları kapatılır.
- Çakmak-kibrit yakılmamalı, lambalar ve diğer elektrikli cihazlar açılmamalıdır.
- Ortamda cep telefonu kullanılmamalıdır.
- Kapı ve pencereler açılarak ortam havalandırılır.
- Doğal gaz kaçağı durumunda 187, zehirli gazlarda 114 acil çağırısı yapılır.

Bayılmalarda İlk Yardım

Bayılma, bilincin kısa süreli ve yüzeysel kaybıdır. Bazı durumlarda bayılmadan önce hâlsizlik, ayakların tutmaması gibi hisler oluşabilir. Korku, yoğun duygulanma, kötü bir görüntü, aşırı sıcak, havanın temizlenmediği kapalı ortamlar, uzun süre ayakta durmak gibi birçok neden bayılmaya yol açabilir. Bayılma durumunda aşağıda verilenler yapılmalıdır.

- Kişi bayılacakmış gibi hissediyorsa kişinin yatması sağlanır. Ayaklar kalp seviyesinin üzerine kaldırılır ve baş küçük bir yastıkla desteklenir. Bu pozisyon, kan dolaşımını kolaylaştırır. Yatırmak mümkün değilse kişi oturur ve başını ayaklarının arasına eğmesi sağlanır.
- Kişi bayılmış ise yere sırtüstü yatırılarak ayakları kalp seviyesinin üzerine kaldırılır ve baş küçük bir yastıkla desteklenir.
- Her iki durumda da boynu, göğsü ve beli sıkı giysiler (kravat, kemer vb.) gevşetilir.
- Kişinin yeterli hava alması sağlanır, çevresine meraklı kalabalığın birikmesi önlenir.
- Kişinin bulunduğu ortamın pencereleri açılarak havalandırılır.
- Solunum ve nabza bakılır. Bu bulgular mevcutsa yaralı güvenli yan pozisyona getirilir.
- Bu önlemlerin alınmasına rağmen kişi bir süre sonra kendine gelmiyor, solunum ve nabız alınamıyorsa 112 acil yardım çağırısı yapılır.

Zehirlenmelerde İlk Yardım

Vücuda zehirli (toksik) bir maddenin girmesi sonucu yaşamsal fonksiyonların bozulması **zehirlenme** olarak tanımlanır. Zehirlenme, bu maddelerin vücuda giriş yollarına göre üç temel sınıfta incelenir.

1. Sindirim (Ağız) Yoluyla Zehirlenme: En çok karşılaşılan zehirlenme yoludur. Sindirim yoluyla oluşan zehirlenmelere çeşitli alanlarda kullanılan zararlı kimyasal maddeler, mantarlar, bozulmuş besinler veya ilaçlar neden olabilir.

2. Solunum Yoluyla Zehirlenme: Toksik özellik gösteren maddelerin gaz veya buharlarının solunum yolu ile alınmasıyla oluşur.
3. Cilt Yoluyla Zehirlenme: Zehirli maddenin vücuda deri aracılığı ile girmesi sonucu oluşan zehirlenmedir. Bu yolla olan zehirlenmeler; böcek sokmaları, ilaç enjeksiyonları veya zehirli kimyasal maddelere temas edilmesi sonucu zehrin deriden emilmesi ile oluşabilir.

Zehirlenmede ilk yardımın temel kuralları;

- Zehirlenmeye neden olan maddenin uzaklaştırılması (Zehirli madde vücuttan ne kadar çabuk uzaklaştırılırsa o kadar az miktarda emilir.),
- Hayati fonksiyonların devamının sağlanması,
- Sağlık kuruluşuna bildirilmesi (112 ve 114)

şeklinde sıralanır ancak yapılacak ilk yardım, zehirlenmeye sebep olan maddeye ve vücuda giriş yoluna bağlı olarak farklılık göstermektedir. Laboratuvarla karşılaşma olasılığı yüksek olan zehirlenmeler zararlı kimyasal madde kaynaklı olup kimyasalın yutulması, solunması veya cilt yoluyla olabilir.

Kimyasal Madde/Biyolojik Etken Kaynaklı Kazalarda İlk Yardım

Kimyasal maddelerin/biyolojik etkenlerin sağlık üzerindeki etkileri, bu maddelerle nasıl temas edildiğine bağlı olarak değişir. Sağlığı tehdit eden bu maddeler; solunum yolu, deriyle temas yolu, sindirim yolu veya kornea yoluyla vücuda girebilmektedir. Kimyasal ve biyolojik etkenlerin vücuda giriş yolları ve oluşturabileceği tehlikeler EK E'de verilmiştir. Oluşabilecek kazalarda maddelerin vücuda giriş yollarına bağlı olarak uygulanması gereken ilk yardım bilinmelidir. Ayrıca kimyasal maddelerin veya biyolojik etkenlerin farklı özelliklerde olması zararlılık etkisi bakımından hem etki edeceği yere hem de kişiye göre farklılık gösterebilmektedir. Özellikle biyolojik etken kaynaklı kazalarda zararlılık etkisi; kazaya maruz kalan kişilerin hastalık geçmişleri, yaşları ve cinsiyetleri gibi özelliklere bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Kimyasal maddelerle çalışmalarda çalışma ortamındaki fiziksel koşulların değişmesi veya kimyasalların birbirleriyle etkileşime girmesi bu maddelerin beklenenden daha fazla zarar verme ihtimallerini ortaya çıkarmaktadır. Bu durumlar dikkate alınarak laboratuvarla yaygın olarak kullanılan kimyasal maddeye maruz kalınması hâlinde yapılması gerekenler EK G'de verilmiştir.

Kimyasal madde kaynaklı kazalarda ilk yardıma başlamadan önce uygulanması gerekenler aşağıdaki gibi sıralanır.

- Önce gözlük, eldiven, maske gibi kişisel koruyucu tedbirler alınmalıdır.
- Kazaya sebep olan maddenin güvenlik bilgi formuna bakılır.
- Güvenlik bilgi formunda belirtilen uyarı ve önlem ifadeleri doğrultusunda ilk yardım önerileri uygulanır.

Kimyasal Maddelerin Deri Yoluyla Teması

Kimyasal maddelere en fazla deri ve mukoza yolu ile maruz kalınır. Deri yolu ile maruz kalma genellikle derideki çatlak, kesik, döküntü ile veya ciltten emilim ile gerçekleşir. Deride hasar olması, kimyasalların etkisini ve emilimini artırır. Fenol gibi bazı kimyasallar sağlıklı deriden de geçebilir. Deriden emilim; kimyasalın konsantrasyonuna, reaktivitesine, su ve yağda çözünürlüğüne, temas süresine ve temas bölgesine göre değişir. Kimyasalların deri ile teması sonrasında kaşıntı, kızarıklık, kuruluk, deride renk değişikliği, döküntü ve vezikül (kabarcık) oluşumu gözlenebilir.

Asitler ve bazlar gibi birçok kimyasal maddenin dökülmesi veya sıçramasıyla tahriş edici ve aşındırıcı özelliği nedeniyle temas ettiği bölgede yanıklar oluşabilir.

a) Cilt Teması

1. Elbise düğmeleri çözülmeli, bulaşmış giysiler, iç çamaşırlar ve kimyasalın içinde biriktiği göz önüne alınarak ayakkabılar da dâhil olmak üzere derhâl çıkarılmalı, cilt bol suyla en az 15 dakika yıkanmalıdır.
2. Yüzük gibi takılar varsa çıkarılmalıdır.
3. Yaraya merhem/sprey vb. bir uygulama yapılmamalıdır.
4. Yanığın üzerine fazla bastırmadan steril bir bandaj örtülmelidir.

Bu temel uygulamalar dışında aşağıdaki hususlara uygun ilk yardım yapılmalıdır.

- Asitlerin deri ile temas etmesi durumunda deri hemen sodyum karbonatlı su ile bolca yıkanmalı,
- Kromik asit ve dikromatların deri ile temasında deri %5'lik sodyum tiyosülfat ile yıkanmalı,
- Alkalinin deri ile temasında deri önce bol miktarda suyla sonra da sirkeli su ile yıkanmalı,
- Gümüş nitratin deri ile temasında özellikle tahriş olan yerler tuzlu su ile yıkanmalı.

b) Gözlerin Teması

1. Tahriş olmamış göz, bir bandajla kapatılarak derhâl korunmalıdır.
2. Diğer göz kapağı zorla açılarak su/göz solüsyonları ile en az 15 dakika yıkama işlemi uygulanmalıdır.
3. Yıkama işleminin burnun üst hizasından kulaklar yönünde yapılmasına özen gösterilerek diğer gözün etkilanmemesi ve kimyasalın tekrar göze gelmemesi sağlanmalıdır.
4. Yıkamanın etkinliği açısından varsa kontakt lensler hemen çıkarılmalıdır.
5. Her iki göz de steril veya temiz bir yara bezi ile kapatılmalıdır.

Düşük ısıya bağlı soğuk yanıkları ve donma durumları ortaya çıkabilir. Düşük sıcaklıklarda hücreler arası ve hücre boşluklarındaki sıvılar kristalize olarak hücresel hasara neden olur. Özellikle -10 °C'nin altındaki sıcaklıklarda kan damarlarında daralmalar görülür. Süreye bağlı olarak hasar kangrene kadar gidebilir. Laboratuvarlarda düşük ısıya bağlı tehlike özellikle sıvı azot, kuru buz ve derin dondurucuların kullanımı sırasında ortaya çıkabilir. Nitrojen tankları ve derin dondurucular gibi düşük ısı kaynakları ile çalışırken eldiven, yüz siperi ve gözlük kullanılmalıdır.

Kimyasalların Yutulması

1. Kişiye -şuuru yerindeyse ve yutabiliyorsa- su veya süt içirilmelidir.
2. Kusma eğilimindeyse sıvı verilmesine devam edilmez.
3. %5'lik bakır sülfat çözeltisi kullanılması da bir çözüm yolu olabilir. Bakır sülfatın kusturucu etkisi fazladır, yutulan maddenin mideden uzaklaştırılmasını sağlar.
4. Şuur yerinde değilse yaralının başı veya tüm vücudu mutlaka sol tarafa döndürülmelidir.

Ayrıca bazı kimyasallara özgü uygulanması gereken işlemler aşağıda verilmiştir.

- Asetik asit, hidroklorik asit, fosforik asit ve sülfürik asit yutulduğu zaman kusma yaptırılmamalı, kişi baygınsa ağızdan hiçbir şey verilmemeli, ayıkça ağız bol suyu ile çalkalanmalı, sonra kişiye yumurta akı ile karıştırılmış süt verilmelidir. Bu mümkün değilse olabildiğince fazla su verilmelidir.
- Kromik asit ve dikromatların yutulmasında acilen sodyum bikarbonat çözeltisi verilmelidir.
- Asidik maddeler için süt, sulandırılmış tebeşir tozu, sodyum bikarbonat gibi bazik sıvılar içirilmelidir.
- Alkalilerin yutulması durumunda ise limon suyu veya sirke karıştırılmış bolca su verilmeli, ardından bir kaşık zeytinyağı içirilmelidir.
- Cıva için yumurta akı, süt, sulandırılmış tebeşir tozu içirilmelidir.
- Gümüş nitrat için tuzlu su içirilmelidir.
- İyot için nişastalı besinler yedirilmeli, süt içirilmelidir.

Kimyasalların Solunum Yoluyla Alınması

1. Bulunulan alan boşaltılmalı, yaralının temiz hava alması sağlanmalıdır.
2. 112 çağrısı yapılmalıdır.
3. Nefes alma durduğu (nefes gürültüsü duyulmaması, göğüste hareket görülmemesi ve değişen cilt rengi) anda tıbbi yardım alana kadar geçen süre içinde ağızdan ağıza veya ağızdan buruna suni teneffüs yapılmalıdır.
4. Krom, brom, HCl gibi kimyasalların buharları doğrudan bulunduğunda zehirlenmelere yol açar. Bu durumda hemen sağlık kuruluşuna haber verilmeli, bu sürede tam bir dinlenme ve açık hava sağlanmalıdır. Su veya bikarbonat buharı ve oksijen teneffüs ettirilebilir.

Kimyasal Madde/Biyolojik Etkenin Ortama Dökülmesi

Kimyasal madde/biyolojik etkenin ortama dökülmesi veya saçılması sonucu meydana gelebilecek zararlı veya toksik buharlar hem çevreyi hem de çevrede bulunan kişileri de etkileyebilir. Bu nedenle hem kişiye hem de çevreye verebilecek zararlı etkileri ortadan kaldırmak için dökülme-saçılma durumunda temizliğin yapılması önemlidir. Dökülme-saçılmadan kaynaklı ortaya çıkacak zararlı etkinin şiddeti etkili bir temizleme ile azaltılır.

Etkin bir temizliğe etki eden faktörler;

- Dökülen-saçılan maddenin miktar ve derişimi,
- Dökülen-saçılan alanın büyüklüğü,
- Maddenin toksisite ve uçuculuk gibi özellikleri,
- Güvenlik bilgi formuna erişim,
- Dökülme-saçılma kitinin varlığı

olarak sıralanabilir. Dökülme-saçılma durumunda aşağıda belirtilen uygulamalar yapılır.

- Laboratuvarında bulunanlar güvenli bir şekilde ortamdan uzaklaştırılır.
- Dökülen maddenin kokusu solunmamaya çalışılır.
- Havalandırma çalıştırılır.
- Dökülen kimyasal madde/biyolojik etkenin özellikleri güvenlik bilgi formundan öğrenilir.
- Güvenlik bilgi formunda belirtilen malzemeler ile dökülen madde/etken temizlenir.
- Temizlikte kullanılan malzemeler uygun atık talimatlarına (kimyasal madde/tıbbi atık) göre ayrıştırılarak atık toplama kaplarına atılır.
- Dökülme basit değilse alarm aracılığı ile bilgilendirme yapılır.

Kimyasalların döküldükleri veya etrafa saçıldıkları durumda Görsel 2.14'teki gibi daha geniş alanlara yayılmasını önlemek için kimyasal dökülme-saçılma kitleri ile temizlenmesi gerekir. Bu temizleme kitleri, laboratuvarlarda kullanıma hazır hâlde bulundurulmalıdır. Kimyasal dökülme-saçılma kitleri içerisinde bulunan malzemeler şunlardır:

- Kişisel Koruyucu Donanım: Müdahale sırasında kimyasallara dayanıklı eldiven, gözlük, maske ve önlük kullanılmalıdır.
- Sınırlayıcı: 1-2 metre uzunluğunda ve 10-15 cm çapında pamuklu bir kumaştan, sosis biçiminde dikilen bir torbanın içi talaş veya kumla doldurularak hazırlanır veya ticari olarak hazır alınır. Dökülen-saçılan maddenin daha geniş alana yayılmasını önlemek için etrafının sarılması amacıyla kullanılır.
- Emici-Absorban Malzeme: Dökülen sıvının emdirilerek ortamdan temizlenmesi amacıyla kullanılır. Farklı boyutlarda, tabaka hâlinde, sıvıyı emici nitelikte bezler veya kâğıt havlu kullanılır ancak bunlar, az miktarlardaki dökülmelerde amaca hizmet eder. Bu durumlarda inert materyaller tercih edilmelidir. Yoğun dökülmelerde kil, kum, kedi kumu veya talaş gibi materyaller kullanılır.
- Nötralizan: Özellikle asitler için sodyum ya da kalsiyum karbonat veya sodyum bikarbonat; baz için sodyum bisülfat, borik asit, oksalik asit veya sitrik asit gibi maddelerle nötrleşme sağlanır.
- Temizleme ve Atık Ekipmanı: Temizleme için kullanılan malzemelerin veya kırık cam parçacıklarının toplanması amacıyla faraş, fırça ve atık torbasını kapsar.



Görsel 2.14: Dökülen kimyasalın temizlenmesi

Mikroorganizma içeren bir materyalin kırılması veya dökülmesi gibi bir kaza durumuyla karşılaşıldığında aşağıdaki kurallara dikkat edilerek acil müdahale yapılmalıdır.

- Eldiven, maske, önlük gibi koruyucu donanım ile kişisel güvenlik sağlanır.
- Ortamdaki aerosollerin çökmesi için kapı, pencere ve havalandırmalar kapatılır.
- Kırılan/dökülen materyalin üzeri, kâğıt havlu gibi emici bir malzeme ile örtülür.
- Dezenfektan olarak üzerine 1/100 oranında sulandırılmış hipoklorit dökülerek 15-20 dakika beklenir. Materyal silinerek temizlenir.
- Kontamine materyal miktarı fazla ise 1/10 oranında sulandırılmış hipoklorit kullanılmalıdır.
- Yüzey dezenfeksiyonu yapmak için alkol gibi uçuculuk özelliği yüksek olan maddeler kullanılmamalıdır. Bu tür maddelerin yüzey ile temas süresi kısa olacağından istenilen düzeyde yüzey dezenfeksiyonunu sağlamaz.
- İşlem sonrası toplanan ve kullanılan malzemeler uygun atık toplama kaplarına atılmalıdır.

2.4. 21. YÜZYIL BECERİLERİ

Toplular, bilimsel bilginin hızla yenilediği teknoloji çağında yaşanan gelişmelerle birlikte günlük yaşamdan iş hayatına kadar hemen her alanda değişimlere uğrar. Bireylerin çevresinde meydana gelen değişikliklere uyum sağlayabilmesi için bilgiyi gündelik yaşamda kullanabilmesi ve bilgiyi ürüne dönüştürebilmesi gerekir. Bunun için de bireyin teknolojiye ayak uydurabilme, bilgiler arasında gerçek bilgiyi seçebilme, bilgiyi analiz ve değerlendirme basamaklarından geçirebilme gibi temel ve üst düzey becerilere sahip olması gerekir. Bireylerin günlük yaşamlarını kolaylaştırabilmesi ve iş dünyasının ihtiyaçlarını karşılayabilmesi için kazanılması gereken beceriler çağın en önemli sorunlarından biri olmuştur. Hızla gelişen teknolojiyi anlama ve günlük yaşam problemlerini çözme ihtiyacı birçok disiplinin bütünleştirilmesini gerekli kılmıştır. Bu ihtiyacın da fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimlerinde disiplinler arası bütünleşme ile gerçekleştirilebileceği eğitim reformlarında özellikle ifade edilmiştir. Bu yaklaşımla problemleri disiplinler arası bir bakış açısı ile değerlendiren, 21. yüzyıl becerilerine sahip, üretken bireyler yetiştirmek amaçlanmıştır.

Birçok uluslararası ve ulusal araştırma kurumları, bilgi ve teknolojinin hızlı gelişimiyle küresel ekonominin büyümesine paralel olarak ortaya çıkan ve başarıyı destekleyen becerileri ve yeterlilikleri 21. yüzyıl becerileri olarak adlandırmakta ve çeşitli açılardan sınıflandırmaktadır.

2003 yılında Kuzey Merkez Bölgesel Eğitim Laboratuvarı (The North Central Regional Educational Laboratory-NCREL) 21. yüzyıl becerilerini aşağıda verildiği gibi dört grupta incelemiştir.

1. Dijital Çağ Okuryazarlığı: Temel, bilimsel, ekonomik ve teknolojik okuryazarlık, görsel ve bilgi okuryazarlığı, çok kültürlü okuryazarlık ve küresel farkındalık.
2. Yaratıcı Düşünme: Uyum sağlama, karmaşıklıklarla başa çıkma, öz yönetim, merak, yaratıcılık, risk alma, üst düzey düşünme ve geçerli bir akıl yürütme.
3. Etkili İletişim: Ekip, iş birliği, kişiler arası uyum becerileri, kişisel, sosyal ve toplumsal sorumluluk.
4. Yüksek Verimlilik: Sonuçlara öncelik verme, planlama ve başa çıkma, araçları etkili kullanma, ilgili ve yüksek kaliteli ürünler üretme.

Amerikan Ulusal Araştırma Konseyi (The National Research Council-NRC), 21. yüzyıl becerilerini öğretmek ve değerlendirmek için 2005 yılında çeşitli atölye çalışmaları ve seminerlerle başlattığı araştırmaları sonucu üniversite ve kariyer hazırlığında gerekli olan becerileri üç başlık altında aşağıdaki şekilde gruplamıştır.

1. Bilişsel Beceriler: Eleştirel düşünme, rutin olmayan problem çözme ve sistematik düşünme.
2. Kişiler Arası Beceriler: Karmaşık iletişim, sosyal beceriler, takım çalışması, kültürel duyarlılık ve çeşitliliklerle ilgilenme.
3. İçsel-Özsel Beceriler: Öz yönetim, zaman yönetimi, kişisel gelişim, öz düzenleme, uyum ve yönetici işleyişi.

2007 yılında Amerikan Kolej ve Üniversiteler Derneği (The American Association of Colleges and Universities), 21. yüzyıl becerilerini dört grupta incelemiştir.

1. İnsan Kültürleri, Fiziksel ve Doğal Dünya Bilgileri: Bilim ve matematik, sosyal bilimler, beşerî bilimler, tarih, dil ve sanat çalışmaları.
2. Entelektüel ve Pratik Beceriler: Sorgulama ve analiz, eleştirel ve yaratıcı düşünme, yazılı ve sözlü iletişim, sayısal okuryazarlık, bilgi okuryazarlığı, takım çalışması, problem çözme.
3. Kişisel ve Sosyal Sorumluluk: Yurttaşlık bilgisi, yerel ve küresel anlaşma, kültürler arası bilgi ve yetkinlik, etik muhakeme ve eylem, yaşam boyu öğrenme için temel beceriler.
4. Bütüncül Öğrenme: Genel ve özel araştırmalar boyunca sentez yapma ve ileri düzey başarı sağlama.

21. Yüzyıl Becerilerinin Değerlendirilmesi ve Öğretilmesi (The Assessment and Teaching of 21st Century Skills-ATC 21) grubu, farklı tarz becerileri özellikle bilgi, beceri ve tutum, değer, etik gibi kavramlarla boyutlandırarak 21. yüzyıl becerilerini dört alt grupta sınıflandırmıştır. Bu model; dört temel beceri türünden her birinin bilgi bileşenleri, beceri bileşenleri ve duygusal, davranışsal bileşenleri içerdığını ifade etmektedir.

1. Düşünme Yolları: Yaratıcılık ve yenilik, eleştirel düşünme, problem çözme ve karar verme, üst biliş ya da öğrenmeyi öğrenme.
2. Çalışma Yolları: İletişim ve iş birliği veya takım çalışması.
3. Çalışma İçin Araçlar: Bilgi okuryazarlığı, bilgi ve iletişim teknolojileri okuryazarlığı.
4. Dünyada Yaşam: Vatandaşlık, yaşam ve kariyer becerileri, kişisel ve toplumsal sorumluluk.

Dünya Ekonomik Forumu (The World Economic Forum-WEF), 1971 yılında İsviçre'de kurulmuştur. 2015 yılında inovasyon temelli küresel ekonomi koşullarında ülkelerin gelişmesine olanak sağlayacak insan gücünü yaratmada eğitim sektörünün rolünü ve 21. yüzyıl becerilerini konu alan "Eğitim için Yeni Vizyon: Teknolojinin Potansiyelini Açığa Çıkarmak" (New Vision for Education: Unlocking the Potential of Technology) adlı bir rapor yayımlamıştır. Bu rapora göre yaklaşık 100 ülkede yapılan araştırmalar sonucunda ülkelerin gelişmişlik düzeyi, gelir durumu ve kültürel özelliklerine bağlı farklılıklar görülse de 21. yüzyılda çağın beklentilerini karşılama konusunda en kritik görülen 16 beceri Tablo 2.13'te verildiği gibi üç temel başlıkta toplanmıştır. Raporda teknoloji aracılığıyla hızla değişen dünyada 21. yüzyıl becerilerinin önemine vurgu yapılmış ve öğrenciler için yalnızca dil sanatları, matematik ve fen gibi alanlarda başarılı olmanın yeterli olmayacağı, aynı zamanda eleştirel düşünme, problem çözme, kalıcılık, iş birliği ve meraklı olmak gibi becerilere de sahip olunması gerektiği belirtilmiştir.

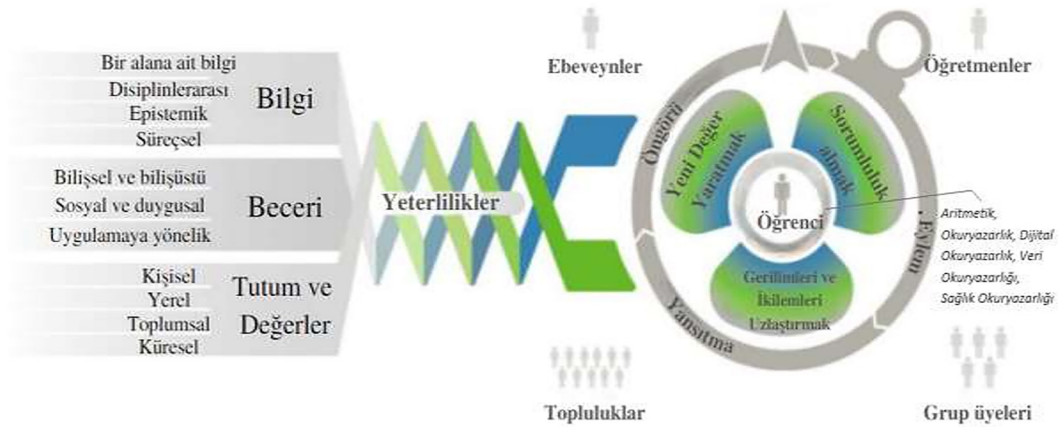
Tablo 2.13: WEF 21. Yüzyıl Becerileri

Temel Okuryazarlıklar	Yetkinlikler	Karakter Özellikleri
Okuryazarlık	Eleştirel Düşünme/Problem Çözme	Merak
Aritmetik	Yaratıcılık	Girişimcilik
Bilimsel Okuryazarlık	İletişim	Süreklilik/Kararlılık
Bilişim Okuryazarlık	İş Birliği	Uyum
Finansal Okuryazarlık		Liderlik
Kültürel ve Sivil Okuryazarlık		Sosyal ve Kültürel Farkındalık

Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (Organisation for Economic Co-operation and Development-OECD), üyeleri arasında Türkiye'nin de bulunduğu bir kuruluştur. II. Dünya Savaşı sonrasında Avrupa ülkelerinin ekonomilerini desteklemek ve iyileştirmek amacıyla kurulmuş olup çeşitli alanlarda uluslararası karşılaştırmalarda bulunarak ülkeler bazında değerlendirmeler yapmaktadır. OECD, PISA sınavlarını da düzenlemektedir. OECD tarafından 2018 yılında 2030'lu yıllarda öğrencilerde bulunması gereken beceriler ile ilgili "Eğitimin ve Becerilerin Geleceği-Eğitim 2030" raporu yayımlanmıştır. Hazırlanan raporda 21. yüzyıl becerileri üç temel grupta sınıflandırılmıştır.

1. Bilgi
2. Beceri
3. Tutum ve değerler

Bilgi, beceri, tutum ve değerler kategorileri şeklinde toplanan yeterlilikler Görsel 2.15'te verildiği gibi detaylandırılmıştır. Öğrencileri geliştirmek ve dünyalarını şekillendirmek için öğrencilerin hangi bilgi, beceri, tutum ve değerlere ihtiyacı olacağı ve bu bilgi, beceri, tutum ve değerleri öğrencilere kazandırmak için öğretmenin sistemi etkili bir şekilde nasıl geliştirebileceği ile ilgili sorulara cevap aranmıştır.



Görsel 2.15: OECD Öğrenme Çerçevesi 2030

21. Yüzyıl Becerileri Ortaklığı (Partnership for 21st Century Skills-P21); K-12 eğitimi 21. yüzyıla hazır hâle getirmek, 21. yüzyıl becerilerini belirlemek ve bu becerilerin önemini toplumun gündemine taşımak amacıyla 2002 yılında Amerika'da Amerikan Okul Kütüphanecileri Derneği (American Association of School Librarians), Millî Eğitim Derneği (National Education Association) gibi derneklerin ve Lego, Microsoft, Pearson, ETS, Intel, HP, Dell, Apple, Crayola, Cisco gibi birçok şirketin bir araya gelerek oluşturduğu 32 üyeli bir kuruluştur. 21. yüzyıl şartlarına uyum sağlayabilecek bireyler yetiştirmek amacıyla bir araya gelen kuruluş, ayrıntılı bir araştırma ile "21. Yüzyıl Öğrenme Çerçevesi" belirlemiştir. 21. yüzyıl becerileri, Tablo 2.14'te verildiği gibi öğrenme ve yenilikçilik becerileri, yaşam ve kariyer becerileri ve bilgi, medya ve teknoloji becerileri olmak üzere üç ana tema ve her bir temanın altında farklı beceri grupları olarak sınıflandırılmıştır.

Tablo 2.14: P21 Ortaklığı 21. Yüzyıl Becerileri

21. Yüzyıl Becerileri		
Öğrenme ve Yenilik Becerileri	Bilgi, Medya ve Teknoloji Becerileri	Yaşam ve Kariyer Becerileri
Yaratıcılık Yenilik Eleştirel Düşünme Problem Çözme İletişim İş Birliği	Bilgi Okuryazarlığı Medya Okuryazarlığı Teknoloji Okuryazarlığı	Esneklik Adapte Olabilirlik Girişkenlik Kendini Yönetme Sosyal ve Kültürler Arası Beceriler Üretkenlik Sorumluluk Liderlik

Avrupa Birliği (European Union-EU), 1950'li yıllarda ekonomi ağırlıklı bir yapı olarak ortaya çıkan bir kuruluştur. 1970'li yıllarda eğitim alanında çalışmalar yapmaya, 1990'ların başında ise eğitim alanına yönelik sistemli programlar geliştirmeye başlamıştır. Avrupa Birliği'nin 21. yüzyıl becerilerine ilişkin attığı adımlar, Türkiye'nin eğitim uygulamalarını da doğrudan ilgilendirmektedir. Avrupa Birliği'nin çeşitli birimlerinin çalışmaları sonucu 2006 yılında Avrupa Parlamentosu ve Avrupa Konseyi tarafından Hayat Boyu Öğrenme için Temel Yeterlilikler-Bir Avrupa Referans Çerçevesi (Key Competences for Lifelong Learning-A European Reference Framework) adıyla yaşam boyu öğrenme stratejisi kapsamında kazanılması gereken beceriler yayımlanmıştır. Bireylere yetişkinlik dönemi ve çalışma hayatı için gerekli temel yetkinlikler; kendini gerçekleştirme, aktif vatandaşlık, sosyal katılım ve istihdam olmak üzere 4 temel ihtiyaca yönelik olarak 8 temel başlıkta belirlenmiştir.

1. Ana dilde iletişim
2. Yabancı dilde iletişim
3. Matematiksel yeterlilik ve bilim-teknolojideki temel yeterlilikler
4. Dijital yeterlilik
5. Öğrenmeyi öğrenmek
6. Sosyal ve yurttaşlık yeterlikleri
7. İnisiyatif ve girişimcilik
8. Kültürel farkındalık ve ifade

Yeterliliklerin her biri bilgi, beceri ve tutum olmak üzere üçlü bir çerçevede tanımlanmıştır. Çerçeve metinde bir-biriyle örtüşen bu 8 beceriyi uygularken göz önünde bulundurulması gereken yaratıcılık, problem çözme, eleştirel düşünme, karar alma, riskleri değerlendirme, girişimcilik ve yapılandırıcı duygu yönetimi gibi temalara dikkat çekilmiştir. 2017 yılında Avrupa Becerileri, Yeterlilikler, Nitelikler ve Meslekler (European Skills, Competences, Qualifications and Occupations-ESCO) adıyla bir sınıflandırma sistemi oluşturulmuştur. ESCO, Avrupa iş gücü piyasası ve eğitim sistemi için becerileri, yeterlikleri, nitelikleri ve işleri tanımlamakta ve sınıflandırmaktadır. ESCO'nun amaçları; eğitim sektörü ile iş gücü piyasası arasında iletişim sağlamak, mesleki ve coğrafi hareketliliği desteklemek, veri tabanı oluşturmak, dil ve ülke engelini ortadan kaldırarak işveren-eğitimci-iş arayan arasında bilgi akışı sağlamak, verilerin analizi aracılığıyla kanıta dayalı politika üretebilmek şeklinde ifade edilmiştir.

Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization-UNESCO), 1946 yılında kurulmuş ve temel çalışma alanı eğitim, bilim ve kültür olan bir kuruluştur. UNESCO, 2016 yılında yayımladığı raporda ana faaliyet alanlarından birini "Yaşam boyu öğrenme ilkesinin hayata geçirilmesi" şeklinde ifade etmiştir. Değişimin merkezi eğitim alanı olarak görülmekte, hayat boyu öğrenme ve herkese eğitim olanağı eğitim sisteminin temel ilkesini oluşturmaktadır. Bu nedenle raporda toplumsal yaşam, ekonomik kalkınma ve ilerleme için atılacak her adım eğitim ile ilişkilendirilmiştir. UNESCO çatısı altında eğitim alanındaki hedeflerini gerçekleştirmek amacıyla kurulmuş 7 birim mevcuttur. Küresel, bölgesel ve ulusal düzeyde çalışmalar yürütmek üzere kurulan bu birimlerin ortak işlevleri; küresel gündeme yenilikçi önerilerle katkı sağlamak, politika analizleri yapmak, yeterlilik alanlarını ve standartlarını belirlemek, belirlenen yeterliliklere yönelik uygulamaları desteklemek ve değerlendirmek, kurumsal potansiyeli ve insan sermayesini geliştirmek şeklinde ifade edilmektedir.

21. yüzyıl becerileri ile ilgili yukarıda bazılarına değinilen literatürlerde 21. yüzyılda bireylerin kazanmaları gereken becerilere yönelik birçok tanım ve açıklama bulunmasına rağmen 21. Yüzyıl Becerileri Ortaklığı tarafından açıklanan beceriler, 21. yüzyıl becerileri olarak birçok kişi ve araştırmacı tarafından kabul görmüş ve en çok kullanılan beceriler çerçevesi olmuştur. P21 ortaklığı, tüm öğrencilerin eğitime sadece okul yıllarında değil, hayatları boyunca ihtiyaç duyduklarını kabul etmektedir. Beceriler tanımlanırken öğrencilere meslek edindikten sonra da bu becerilerin gerekli olduğu ifade edilmiştir. P21 beceriler çerçevesi; eğitimciler, uzmanlar ve iş dünyasında bulunan liderlerden gelen dönütler ile geliştirilmiş ve Görsel 2.16'da verildiği gibi sınıflandırılmıştır.



Görsel 2.16: P21 21. Yüzyıl Beceriler Çerçevesi

Çerçeve beş ana kategoriden oluşur ve merkezinde 21. yüzyıl temaları ve anahtar konular yer almaktadır. Çerçevede okuma, yazma, aritmetik 3R; eleştirel düşünme, yaratıcılık, iş birliği, iletişim ise 4C ile ifade edilmiştir.

1. Anahtar Konular ve 21. Yüzyıl Temaları: Anahtar konular; İngilizce, okuma veya dil sanatları, dünya dilleri, güzel sanatlar, matematik, ekonomi/iktisat, fen bilimleri, coğrafya, tarih, vatandaşlık bilgisidir. 21. yüzyıl temaları ise küresel farkındalık, finans, ekonomi, iş ve girişimcilik okuryazarlığı, vatandaşlık okuryazarlığı, sağlık okuryazarlığı, çevre okuryazarlığı olarak belirlenmiştir. Çerçeveye göre 21. yüzyıl öğrencileri, fen bilimleri ve sosyal bilimler gibi temel disiplinlerde akademik yeterliğe sahip olmalıdır. Bu temel disiplinlerde yeterli akademik düzeye erişen öğrencilerin aynı zamanda küresel farkındalık, ekonomi, işletme ve girişimcilik okuryazarlığı ile çevre okuryazarlığı gibi alanlarda gelişim göstermesi gerekmektedir.
2. Öğrenme ve Yenilik Becerileri: Bilginin yapılandırılması ve öğrenmeyi öğrenme gibi kavramların önem kazandığı çağdaş eğitim yaklaşımında öğrencilerin yaratıcılık, eleştirel düşünme, problem çözme, iş birliği, iletişim gibi öğrenme ve yenilik becerilerini kazanmaları gerekmektedir.
3. Bilgi, Medya ve Teknoloji Becerileri: Teknoloji ve medya odaklı bir ortamda özellikle bilgi ve iletişim teknolojilerinde yaşanan gelişmelerle beraber bilgiye ulaşmak ve diğer insanlarla iletişim kurmak oldukça kolay ve pratik bir hâle gelmiştir. Bu yüzden 21. yüzyılda hayatta ve iş dünyasında başarılı olabilmek için insanların bilgi, medya ve teknolojiyle ilgili bir dizi işlevsel beceri sergilemeleri gerekmektedir.
4. Yaşam ve Kariyer Becerileri: Öğrencilerin yaşam ve iş dünyasında başarılı olabilmek için esneklik ve uyum sağlama, inisiyatif alma ve öz yönetim, sosyal ve kültürler arası beceriler, üretkenlik ve hesap verebilirlik, liderlik ve sorumluluk gibi yeterlilikleri kazanması gerekmektedir.
5. 21. Yüzyıl Destek Sistemleri: Eğitimde 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesine yardımcı olmak için yenilikçi ve dinamik bir destek sistemi içermelidir. Bu sistem 21. yüzyıla belli standartlarda uygun modern ölçme-değerlendirmeler oluşturma ve uygulama, etkili bir iletişim stratejisi ve potansiyel ortaklara ulaşmak amacıyla başarılı örneklerin öne çıkarıldığı girişken uygulama stratejisi olarak sıralanabilir.

P21 uygulamasında standart olması beklenen öğeler; beceri, içerik bilgisi ve uzmanlığa odaklanmak, sıg bilgi yerine derin kavrayışı vurgulamak, öğrencileri gerçek dünya bilgisi ile buluşturmak, öğrencilerin anlamlı sorun çözme sürecine aktif katılımını sağlamak ve çoklu uzmanlık ölçütlerine izin vermek şeklinde sıralanabilir. 21. yüzyıl becerilerinin değerlendirilmesinde farklı değerlendirme biçimleri arasında bir denge kurulması en önemli ilkedir. Değerlendirme, eğitim öğretim yılına yayılmış ve müfredat içine gömülü çoklu ölçme tekniklerini kapsamalı ve yargılamadan ziyade öz farkındalığı geliştirmeye dönük olmalıdır. Öz değerlendirme, süreç değerlendirme ve sonuç değerlendirme, portfolyo, yansıtma, performans değerlendirme, akran değerlendirmesi, rubrik değerlendirme (dereceli puanlama anahtarı) bir arada ve amaçlara uygun bir biçimde kullanılmalıdır. Müfredat; 21. yüzyıl becerilerine ait temel konuları ve disiplinler arası temaları öğretmeye uygun, sorgulamaya ve problem çözmeye dayalı, inovatif öğrenme yöntemlerine imkân verir olmalıdır. Öğrenme ortamı; paylaşımcı, iş birliğine dayalı, proje ve uygulama odaklı olmalı ve öğrencilere gerçek dünya bağlamları içinde öğrenme olanağı sunmalıdır. Öğrenme ortamı, fiziksel olarak da bireysel, grup ve takım çalışmalarına uygun bir şekilde tasarlanmalıdır. Profesyonel gelişimin sağlanabilmesi için öğretim, öğrenciye odaklanmalı ve öğrenciyi merkeze almalıdır. Öğretim; adil ve iş birliğine dayalı olmalı, öğretmene de kendilerini yenileme ve güçlendirmeleri için sürekli profesyonel gelişim olanakları sağlamalıdır.

Millî Eğitim Bakanlığı ve 21. Yüzyıl Becerileri

Bilimsel bilgileri ve teknolojik ürünleri verimli ve bilinçli kullanarak değişime ayak uydurabilmek dünyada özellikle fen okuryazarlığını kabul edilen bir gereklilik hâline getirmiştir. Fen okuryazarı bireyler; fen bilimlerine ilişkin temel bilgilere ve doğal çevrenin keşfedilmesine yönelik bilimsel süreç becerilerine sahip olmalı, karşılaştığı problemlere yaratıcı ve çok boyutlu düşünme becerileri yardımıyla çeşitli çözüm önerileri üretebilmelidir.

Müfredat (öğretim programı), en genel tanımıyla öğretmen rehberliğinde öğrencilerin edinmesi hedeflenen temel bilgi ve beceriler çerçevesidir. 21. yüzyılın gerekliliklerini karşılayabilecek niteliklere sahip bireylerin yetiştirilmesini sağlamak amacıyla müfredatların yenilenmesi ve güncellenmesi gerekmektedir. Millî Eğitim Bakanlığı (MEB); öğrencilerin hem ulusal hem de uluslararası düzeyde kişisel, sosyal, akademik ve iş hayatlarında ihtiyaç duyacakları yeterlilik ve beceriler ile donatılması doğrultusunda müfredatları geliştirme, yenileme ve güncelleme çalışmalarına 2005'te başlamış ve bu çalışmaları 2015-2016 eğitim öğretim yılında tamamlamıştır. Müfredat yenileme ve güncelleme çalışmalarında özellikle Avrupa Parlamentosu ve Konseyi tarafından kabul edilen Avrupa Yeterlilikler

Çerçevesi ve Millî Eğitim Bakanlığı ve Yüksek Öğretim Kurulu başta olmak üzere kamu kurum ve kuruluşları, işçi ve işveren sendikaları, meslek örgütleri ve ilgili sivil toplum kuruluşlarıyla iş birliği içinde ulusal ve uluslararası konu uzmanlarının katkılarıyla hazırlanan Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi esas alınmıştır.

19.11.2015 tarih ve 29537 sayılı Resmî Gazete'de Türkiye Yeterlilikler Çerçevesinin oluşturulması, geliştirilmesi, uygulanması ve güncelliğinin sağlanmasına ilişkin usul ve esasları düzenlemek amacıyla "Türkiye Yeterlilikler Çerçevesinin Uygulanmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik" yayımlanmıştır. Bu yönetmelikte Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi; "Avrupa Yeterlilikler Çerçevesi ile uyumlu olacak şekilde tasarlanan, ilk, orta ve yükseköğretim dâhil mesleki, genel ve akademik eğitim-öğretim programları ve diğer öğrenme yollarıyla kazanılan tüm yeterlilik esaslarını gösteren ulusal yeterlilikler çerçevesini ifade eder." şeklinde tanımlanmıştır.

02.01.2016 tarih ve 29581 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi ile Türkiye'deki mevcut yeterliliklerin kapsamlı bir şekilde bir araya getirilmesi, yeterliliklerin kalitesinin artırılması, hayat boyu öğrenmenin yaygınlaştırılması ve sistemli bir şekilde desteklenmesi, ulusal ve uluslararası şeffaflığın, tanınabilirliğin en üst düzeyde karşılanması ve toplumun tüm bireyleri için fırsatlar yaratılması hedeflenmektedir.

Ulusal Yeterlilik Çerçevesi (UYÇ); bir ülkede var olan yeterlilikleri tanımlamak, belirlenmiş ölçütlere göre sınıflandırmak ve karşılaştırmak için kullanılan, seviyelerden oluşan ilkeler ve kurallar bütünüdür. UYÇ'lerini oluşturan Avrupa ülkelerinin çerçeveleri incelendiğinde bu çerçevelerin ortak hedefleri aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

1. Eğitim ve öğretimde uluslararası şeffaflığı artırmak ve yeterliliklerin karşılaştırılmasını ve aktarılmasını sağlamak,
2. Ulusal yeterlilik sistemlerinin şeffaflığını artırmak,
3. Hayat boyu öğrenmeyi teşvik etmek,
4. Eğitim ve öğretimde öğrenme kazanımlarına dayalı bir yaklaşım kullanma eğilimini desteklemek ve hızlandırmak,
5. Aktarım ve ilerleme sağlamak için eğitim ve öğretim sistemlerinin geçirgenliğini ve esnekliğini artırmak,
6. Yaygın ve serbest öğrenmelere geçerlilik kazandırmak,
7. Yeterlilikler arasındaki tutarlılığı artırmak,
8. Kalite güvencesi için referans noktası sağlamak,
9. Paydaşlar arasında iş birliğini güçlendirmek ve iş piyasası ile daha yakın ilişkiler kurmaktır.

Avrupa Parlamentosu ve Avrupa Konseyinin 18.12.2006 tarihli ve 2006/962/EC sayılı "Hayat Boyu Öğrenme İçin Anahtar Yetkinlikler" Hakkındaki Tavsiye Kararı'nın ekinde "Hayat Boyu Öğrenme İçin Anahtar Yetkinlikler-Avrupa Referans Çerçevesi" yer almaktadır. Bu çerçeve, sekiz anahtar yetkinliği belirlemekte ve her bir yetkinliğe ilişkin temel bilgi, beceri ve davranışları tanımlamaktadır. Anahtar yetkinlikler, hayat boyu öğrenme kapsamında her bireyin kazanması beklenen, tanımlanmış sekiz yetkinliktir.

Türkiye Yeterlilikler Çerçevesi, Avrupa Referans Çerçevesinde yer alan ve aşağıdaki gibi sıralanan sekiz anahtar yetkinliği esas almıştır.

- Ana dilde iletişim
- Yabancı dillerde iletişim
- Matematiksel yetkinlik ve bilim/teknolojide temel yetkinlikler
- Dijital yetkinlik
- Öğrenmeyi öğrenme
- Sosyal ve vatandaşlıkla ilgili yetkinlikler
- İnisiyatif alma ve girişimcilik
- Kültürel farkındalık ve ifade

Anahtar yetkinliklerin hepsi birbiriyle ilişkilidir ve her birinde eleştirel düşünme, yaratıcılık, inisiyatif alma, problem çözme, risk değerlendirmesi yapma, karar alma ve duyguların yapıcı bir şekilde yönetilmesine odaklanılmaktadır.

Millî Eğitim Bakanlığı, öğrencilere verilmesi hedeflenen 21. yüzyıl becerileri olarak da adlandırılan bu sekiz anahtar yeterliliği belirlemiş ve programa kazandırmıştır. Eğitim sisteminin temel amacı; millî değerler ve yetkinliklerle bütünleşmiş bilgi, beceri ve davranışlara sahip bireyler yetiştirmektir. Eğitim sistemi, değerleri kazandırma amacı çerçevesindeki işlevini öğretim programlarını da kapsayan eğitim programıyla yerine getirir. Disiplin alanlarının her birinde kazanımlarla (eğitim-öğretim hedefleriyle) ilişkilendirilerek öğrencilere aktarılması hedeflenen millî,

manevi ve evrensel değerler on ana başlık altında toplanmış; bu değerlere ilişkin tutum ve davranışlar belirlenmiştir. Öğretim programlarında kök değerler olarak adalet, dostluk, dürüstlük, öz denetim, sabır, saygı, sevgi, sorumluluk, vatanseverlik ve yardımseverlik yer almaktadır.

Fen Bilimleri eğitiminde öğrencilerin öğrenmesi gereken konu ve kavramların yanı sıra öğrenciler tarafından sahip olunması gereken beceriler de ön plana çıkmaktadır. Öğrencilerin sahip olması gereken beceriler; 21. yüzyıl becerileri, yaşam becerileri, üst düzey düşünme becerileri olarak farklı şekilde sınıflandırılmaktadır. Bu becerilere öğretim programlarında, ölçme ve değerlendirme faaliyetlerinde yer verilmektedir. Ölçme ve değerlendirme faaliyetlerinde, öğrencilerin fen kavramlarını ne kadar öğrendiğinin yanı sıra becerileri de ölçülmektedir. Öğrencilere temel bilgi ve becerilerin yanı sıra eleştirel düşünme, özgün düşünme, araştırma yapma, sorun çözme gibi bilişsel; toplumsal ve kültürel katılım, girişimcilik, iletişim kurma, empati kurma gibi sosyal; öz denetim, öz güven, kararlılık, liderlik gibi kişisel yeterlilik ve becerilerin kazandırılması gerekmektedir. Öğretim programına göre öğrencilerden ünitelerde işlenen konulara yönelik günlük yaşamdan bir ihtiyaç veya problemi tanımlamaları istenmektedir. Günlük hayattan bir problemin zaman, malzeme ve maliyet kriterleri kapsamında değerlendirilmesi, problemin çözümüne yönelik olası çözüm yollarının geliştirilmesi, kriterler doğrultusunda uygun çözümün seçilmesi, çözümün planlanması ve bu süreç sonunda bir ürünün ortaya konması beklenmektedir. Bu bağlamda Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda alana özgü beceriler aşağıdaki şekilde verilmiştir.

- a) Bilimsel Süreç Becerileri
- b) Yaşam Becerileri
 - Analitik düşünme
 - Karar verme
 - Yaratıcı düşünme
 - Girişimcilik
 - İletişim
 - Takım çalışması
- c) Mühendislik ve Tasarım Becerileri
 - Yenilikçi (inovatif) düşünme

Mühendislik ve tasarım becerileri; problemlere disiplinler arası bakış açısıyla yaklaşarak, öğrencileri buluş ve inovasyon yapabilme seviyesine ulaştırarak, öğrencilerin edindikleri bilgi ve becerileri kullanmalarını sağlayıp ürün oluşturmalarını ve bu ürünlere nasıl katma değer kazandırılabilirler konusunda stratejiler geliştirmelerini kapsamaktadır. **Mühendislik**, bir ihtiyaca yönelik problemleri çözmek üzere fen ve matematik alanlarını kullanan disiplinler arası bir yapıdır. Mühendislikte öğrencilerin fen ve matematik bilgilerini kullanarak gerçek yaşamdan bir probleme teknolojik bir çözüm üretmeleri beklenir. Inovasyon; bireylere, ekiplere, kuruluşlara veya daha geniş bir toplum yelpazesine fayda sağlayacak yeni ve faydalı fikirlerin ürün veya uygulamasının geliştirilmesi olarak tanımlanmaktadır. Bireysel ve kurumsal performans gelişimini sağlayan inovasyon aynı zamanda küresel düzeyde ekonomik başarı ve sosyal gelişimi de sağlamaktadır.

Öğretim programında belirtilen yaşam becerileri; alanında sahip olunması gereken analitik düşünme, karar verme, yaratıcılık, girişimcilik, iletişim ve takım çalışması becerileri ile bilimsel bilgiye ulaşma ve ulaşılan bilimsel bilginin günlük hayat ve iş hayatında kullanılabilmesini kapsamaktadır. Yaşam becerileri arasında yer alan analitik düşünme; herhangi bir nesne veya olayı farklı yönleri ile ele alıp, parçalara ayırıp detaylandırmayı, ayrılan parçalar arasında ilişkilendirme yapabilmeyi, gerekirse sınıflandırma yaparak neden-sonuç ilişkileri kurmayı, bu sırada ortaya çıkmış olan tüm ilişkilerin nedenlerini anlayabilmeyi gerektirir. Bu açıdan bakıldığında analitik düşünme becerisi; öge analizi, ilişkiler analizi ve örgütsel ilişkiler analizi olmak üzere üç aşamalı bir süreçtir. Analiz etme; bütünü anlamlı parçalara ayrılması, ayrılan parçaların birbirleriyle ve bütünüle ilişkisini kurabilme becerisidir. Karşılaşılan bir problemin çözümünde bulunan olası alternatif çözümler arasından yapılacak işe ya da amaca hizmet edecek en uygun olan çözümün seçilmesi karar verme becerisini gerektirir. Yaratıcılık becerisi ile öğrencilerin ortaya özgün fikirler veya özgün ürünler çıkarması amaçlanır. **Yaratıcılık**; sorun çözme ve iletişim kurma gibi konularda faydalı olabilecek fikirler, alternatif yollar veya olasılıklar üretme eğilimi olarak tanımlanır. Yaratıcılık ve inovasyon, aralarında sıkı bir ilişki olan, farklı anlamlar taşıyan kavramlardır. Yaratıcı düşünme, fikirler üretme aşaması; inovasyon ise uygulama, ürünler ortaya çıkarma aşaması olarak ifade edilir. Bu yönüyle yaratıcılık, tüm yenilik süreçlerinin merkezinde yer alan bir başlangıç noktasıdır. Eğitim hedeflerini sınıflandırmaya yönelik çalışmaları başlatan Bloom,

çalışmalar sonucu bilişsel alanı bilgi, kavrama, uygulama, analiz, sentez ve değerlendirme olarak altı ana basamakta sınıflandırmıştır. Bloom taksonomisinde yer alan her basamak kendinden sonrakilerin ön koşulu ve kendinden öncekilerin de bir üst basamağı şeklindedir ve basamaklar, teker teker çıkmaktadır. Bilgi, kavrama ve uygulama temel bilişsel seviye; analiz, sentez ve değerlendirme üst bilişsel seviye olarak kategorize edilmektedir. Bloom taksonomisinde Bloom'un öğrencisi Kratwohl (Kratvol) tarafından 2002 yılında revizyona gidilmiş ve bilgi, kavrama, uygulama, analiz, sentez olan basamakları hatırlamak, anlamak, uygulamak, analiz etmek, değerlendirmek ve yaratmak olarak revize edilmiştir. Eğitim alanında yaygın şekilde kullanılan Bloom taksonomisinde yaratma kavramı, en üst düzey düşünme becerisi olarak yer almaktadır. **Girişimcilik** ise fırsatları görme ve bu fırsatlardan yararlanma kapasitesi gösterme, risk alma ve bunun sonucu yeni fırsatları ortaya koyabilme becerisi olarak tanımlanır. Öğrencinin ihtiyaç duyduğu öğrenimleri fark etmesi ve deneyimlerinden yararlanarak gelecek ile ilgili yeniliklere açık olması sağlanır. Öğrenciler, bilimsel araştırmayı içeren çeşitli becerilerinin farkına varabilir. Sözlü veya yazılı ifadelerin uyumlu bir şekilde kullanılmasını ve gerektiğinde kişiler ile etkili bir şekilde ilişkilerin kurulmasını sağlayan konuşabilme, dinleyebilme gibi davranışların bütünü **iletişim becerileri** olarak tanımlanır. Bilim insanlarının yapmış oldukları çalışmaların incelenmesi ve fikir alışverişi ile bu çalışmaları iletilebilmesi için çalışmaların diğer bilim insanlarıyla paylaşılması ve iletişime geçilmesi gerekmektedir. İletişim becerileri ile ayrıca öğrencilere bilimsel iletişimi diğer ifadelerden ayırabilme becerileri, bilimsel yazı ve konuşma kuralları kazandırılmalıdır. P21 çerçevesine göre öğrenciler tarafından sahip olunması gereken iletişim becerileri aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir.

- Çeşitli ortam ve bağlamlarda sözlü, yazılı ve diğer iletişim becerilerini kullanarak düşünce ve fikirleri etkili bir şekilde ifade etmek,
- Konuşulanları etkin şekilde dinleyerek karşıdakinin tutum ve düşüncelerini doğru anlamak,
- İletişimi çeşitli amaçlar için kullanmak (bilgilendirmek, talimat vermek, motive etmek ve ikna etmek vb.),
- Farklı ortamlarda (çok dilli ve çok kültürlü) etkili bir şekilde iletişim kurmak,
- İletişim teknolojilerini verimli ve etkin şekilde kullanmak.

Takım çalışması; öğrencilerin birbirleri ile iyi ilişkiler kurabilmesi, yardımlaşarak birlikte ortak bir konu üzerinde çalışma yapabilmesi üzerine kurulu becerileri gerektirir. Öğrenciler kendi yaşıtları ile beraber çalışırken iletişim ve takım kurma becerisi geliştirirler. Bu beceri ile bilimsel tartışmalara katılırken iddiaları, kanıtları ve akıl yürütmeyi uygun şekilde kullanabilme becerisi ile sanal veya yüz yüze çalışabilme becerisi kazanırlar.

Bilimsel süreç becerileri; bilgiyi oluşturmada, problemlere yönelik akıl yürütmeye ve sonuçları formüle etmede kullanılan, birçok bilim disiplinine uygun ve bilim insanlarının davranışlarını yansıtan yetenekler kümesi olarak tanımlanır. Bilimsel süreç becerileri; öğrencilerin öğrendiği bilgileri doğru ve düzenli kullanmasını, bilimsel düşünmesini, bilimsel metot ve bilgiye ulaşma yollarını kullanmasını sağlayan kazanımlar bütünüdür. Buna göre bilimsel süreç becerileri; fen bilimlerinde öğrenmeyi kolaylaştıran, araştırma yollarını ve yöntemlerini gösteren, öğrencinin öğretimde aktif olmasını sağlayan, bilgiye kendi başına ulaşması için sorumluluk duygusu geliştiren ve öğrenmenin kalıcı olmasını sağlayan temel becerilerdir. Bilimsel süreç becerileri, Tablo 2.15'te verildiği gibi temel süreç becerileri ve birleştirilmiş (bütünleştirilmiş) süreç becerileri olmak üzere iki sınıfta incelenir. Bu sınıflandırmada deney tasarlama ve yapma; gözlem yapma, iletişim kurma, tahmin etme, sayı ve uzay ilişkisi kurma, sınıflama, değişkenleri belirleme ve kontrol etme, veri toplama ve verileri yorumlama, ölçme ve sonuç çıkarma gibi diğer bilimsel süreç becerilerinden birçoğunu da içermektedir.

Tablo 2.15: *Bilimsel Süreç Becerilerinin Sınıflandırılması*

Bilimsel Süreç Becerileri	
Temel Süreç Becerileri	Birleştirilmiş Süreç Becerileri
Gözlem yapma	Hipotez kurma
Ölçme	Değişkenleri belirleme
Sınıflandırma	Değişkenleri değiştirme/kontrol etme
İletişim kurma	Verileri yorumlama
Verileri kaydetme	Deney tasarlama/yapma
Sayı ve uzay ilişkisi kurma	Model oluşturma
Tahmin etme	İşlevsel tanımlama
Sonuç çıkarma	

Fen bilimleri öğretiminde laboratuvar ortamıyla öğrenciler; karşılaştıkları herhangi bir problemi tanımlama, bu problemin nedenleri ve çözümleri üzerinde düşünme, düşündüğü çözüm için veri toplama, gözlem yapma, deney tasarlama ve tasarladığı deneyi uygulama, deney sonuçlarını değerlendirerek sonuç çıkarma imkânı bulur. Kurmuş olduğu hipotezin doğru olmadığını anlayan öğrenci, farklı bir düşünme sürecine girer ve bu süreçte tanımladığı probleme yönelik farklı çözüm yolları aramaya ve değişkenleri yeniden gözden geçirmeye yönelir. Bu süreç, öğrencilerin sebep-sonuç ilişkisi kurarak üst düzey bilişsel beceriler kazanmasını sağlar.

2.5. WEB ORTAMINDA GÜVENLİ BİLGİ ARAMA

Gelişen teknoloji ile dünya, bilgi çağını yaşamaktadır. Bilgi çağında birey; öğrenmeyi öğrenebilmeli, doğru bilgiye ulaşabilmeli ve onu en doğru alanlarda kullanıp yorumlayabilmelidir. Bu durum; bireyin kendini tanımasını sağlayarak duygularını, yaratıcılığını ve bilinçaltını geliştirir ve başarısını artırır. Teknolojideki hızlı ilerleme, kitle iletişim araçlarının da değişmesini sağlamıştır. Bu değişimlerle bilgi aktarımında daha çok bilgisayar, akıllı telefon ve tablet gibi cihazlar kullanılmaya başlanmıştır; ekran yoluyla aktarımı yapılan bilgiye ulaşmak, algılamak ve bilgiyi anlamlandırmak önemli hâle gelmiştir.

Teknolojinin yoğun olarak kullanıldığı bir çağda büyüyen öğrenciler, bilgiye erişmek için internet ortamına başvurmaktadır. Öğrencilerin eğitim hayatında internet ortamını ve bu ortamda yer alan içerikleri kullanabilmesi için gereken bilgi ve beceriler ilk defa 1997 yılında dijital okuryazarlık olarak tanımlanmıştır. Dijital okuryazarlık sadece eğitim alanında değil, bilim, sağlık, bilgi ve iletişim teknolojileri gibi pek çok alanda ihtiyaç duyulan becerileri gerektirir. Bu beceriler; bireyin dijital araçlarla dijital ortamda var olan bilgiye ulaşabilmesini, bu bilgiyi kullanabilmesini veya bu bilgilerden yeni bilgiler üretebilmesini ve ürettiği bilgiyi paylaşabilmesini sağlar.

Dijital okuryazarlık aşağıda verildiği gibi dört ana beceriyi içeren bir kavramdır.

- Teknik Beceri: Dijital araçları kullanabilme becerisidir.
- Bilgi Kullanımı: Karşılaşılan bir problemi çözerken izlenen yolu ifade eder. Problemin çözümünde gerekli bilgilere ulaşabilme, bilgiyi anlayabilme, analiz edebilme, değerlendirebilme ve kullanabilme becerisi içerir.
- İletişim: Çevrim içi ortamlarda diğer kullanıcılarla bağlantı kurabilme becerisi olarak ifade edilir.
- Yaratma: Yeni bilgiler üretebilme becerisidir.

Öğrenciler teknolojik cihazları çalıştırmayı hızlı bir şekilde öğrenirken istenen konu ile ilgili bir bilgiyi internette aramada, seçmede ve sunmada zorlanmaktadır. Çok sayıda bilgiye erişimin oldukça kolay olduğu teknoloji çağında yetkin arama becerisine sahip olunması yeterli değildir. Ulaşılan bilginin ve bilgi kaynaklarının güvenilir olup olmadığını değerlendirebilme, elde edilen bilgiyi sentezleme ve verilen konu ile ilişkilendirebilme öğrencilerin üst düzey eleştirel düşünme becerilerine sahip olmalarını gerektirir.

Teknolojideki hızlı gelişmeyle birlikte internet, bireylerin bilgiye ulaşmak için en çok tercih ettikleri bilgiye ulaşma yoludur. İnternetin bu kadar çok kullanılmasının nedeni zaman ve mekân sınırlamasını ortadan kaldırmasıdır. Ayrıca internet ortamında bilgiye ulaşım hızlı ve kolay olduğu için tercih edilir. İnternet ortamında bilgi aramak hızlı ve kolay olsa da webte yer alan çok sayıda bilgi içerisinden doğru bilgiye ulaşmak zor bir süreçtir. Bilgiyi ararken başvurulacak kaynaklar arasında arama motorları ve veri tabanları ön plandadır. Bu kaynakların tercih edilmesi, dijital ortamdaki bilgilerin önemli olduğunu göstermektedir. Bu nedenle interneti bilinçli bir şekilde kullanarak bilgiyi aramak ve yorumlamak oldukça önemlidir.

Öğrenciler; internette araştırma yaparken "kes, yapıştır" yöntemiyle web sitesini kullanmakta, bulduğu kaynağın güvenilirliğini ve konu içeriğinin doğruluğunu sorgulamadan doğrudan bilgiyi almaktadır. Bunun yanında kaynak ve bilgi doğru ve güvenilir olsa bile telif hakları ve intihal konularına dikkat etmemektedir. Bu ve buna benzer sorunları ortadan kaldırmak veya en aza indirmek için internet tabanlı öğrenme ortamlarındaki materyalleri değerlendirebilmek için aşağıda verildiği gibi bazı standartlar belirlenmiştir.

- Doğruluk Standartları: Çoklu kaynak ve otorite standardı olmak üzere iki standarttan oluşur. Web kullanıcısı bulduğu bilgilerin doğruluğuna karar verirken çoklu kaynak ve otorite standartlarına dikkat etmelidir. Çoklu kaynak standardı, web bilgilerinin doğruluğuna karar verirken elde ettiği bilgileri diğer kaynaklarla karşılaştırmayı gerektirir. Otorite ise bilginin kaynağı olan web sitesinin tanınırlığı ve güvenilirliğini esas alır.

- Kullanışlılık Standartları: İçerik ve işlevsellik şeklinde iki standarttan oluşan kullanışlılık, web kullanıcısının internet ortamında bulduğu bilginin yararlılığına dikkat ederek karar verilmesi gerektiğini vurgular. İçerik standardı, web bilgisinin faydalı olup olmadığına karar vermektir. İşlevsellik ise bilginin erişebilirlik, aranabilirlik ve zengin içerik sunması açısından kolaylık sağlamasıdır.
- Arama Stratejileri: Bilgi ararken detaylandırma ve keşif stratejisi ile eşleştirme stratejilerine dikkat etmenin önemini açıklar. Detaylandırma ve keşif stratejisi, bilgi kaynakları arasındaki bağlantılara dikkat ederek amaçla en uygun web bilgisine ulaşmaya çalışmaktır. Eşleştirme ise aranan web bilgisiyle tam eşleşen web siteleri üzerinden bilgiye ulaşmaya çalışmaktır.

Yukarıda verilen standartlar doğrultusunda öğrencinin kendi kişisel gelişimine de etkisi olacak şekilde bilgi ve iletişim teknolojilerini kanunlara uygun ve ahlaki çerçevelere dikkat ederek doğru ve etkin bir şekilde kullanması sağlanmalıdır. Öğrencilere telif hakkı ve intihal konularında bilgi verilmeli, müzik ve görsellerin kullanımının dâhi intihal oluşturulabileceği belirtilmelidir. Öğrencilerin eriştikleri bilgiyi "kopyala, yapıştır" ya da "kes, yapıştır" yoluyla değil, var olan bilgi birikimleri ile kendi yorumlarını katarak içeriği hedef kitleye uygun şekilde düzenleyip sunmaları ve sonunda mutlaka kaynak göstermeleri gerektiği belirtilmelidir.

Gelişim süreçlerinin ilk aşamalarında yalnızca veri işleme ve saklama amacıyla kullanılan bilgisayarlar, yeni teknolojik gelişmeler sonucu bilgisayar ağları gibi yapıların oluşmasıyla bilgi ileten cihazlar durumuna gelmiştir. İnternet, birbirine bağlı binlerce bilgisayar ağından oluşan en büyük iletişim ağıdır. İnternet, bir bilgisayardaki bilgiyi başka bir bilgisayara taşıyan bir araç görevini görmektedir. Bu iletişim ağı, Yerel Alan Ağı (Local Area Network-LAN) veya Geniş Alan Ağı (Wide Area Network-WAN) olmak üzere iki şekilde birbirine bağlı bilgisayarlardan oluşmaktadır. İnternetin temel bileşenleri iletişim hatları ve yönlendiricilerdir. İletişim aracı olarak kullanılan ağlar üzerindeki bilgi iletiminin nasıl sağlanacağı ağ iletişim kuralları (protokoller) ile belirlenir. İletişim kurallarından iletişim kontrol protokolü (TCP) ve internet protokolü (IP) temel kurallardır. TCP/IP, ağlar üzerinde verilerin bir bilgisayardan diğerine geçişini idare eden kurallar veya protokoller kümesidir. İnternet üzerinde paketlere ayrılarak iletilen bilginin iletiminin ve ağ iletişiminin sağlıklı olması için ağ üzerindeki paketlerin kimliklerinin çok açık bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle internet üzerindeki her makinenin, kullanıcının ve nesnenin adreslenmesi sağlanmıştır. Bu adresleme genelden özele doğru yapılmakta ve her adresin seviyesine göre kontrol yetkisi dağıtılmaktadır. Bu adresleme yapısına Alan Adı Sistemi (Domain Name System-DNS) adı verilmektedir. Tablo 2.16'da görüldüğü gibi kullanıcıların sayfa yapısı, içeriği ve kaynağı hakkında fikir sahibi olabilmeleri için adreslerin sınıflandırılması yoluna gidilmiştir.

Tablo 2.16: Alan Adı Sisteminde Kullanılan Bazı Sınıflar

Domain (Alan Adı Uzantısı)	Açılımı	Kullanım Alanı
gov.	Government	Devlet kuruluşları
edu.	Education	Eğitim kurumları (üniversiteler gibi)
org.	Organization	Ticari olmayan, kar amacı gütmeyen kuruluşlar
com.	Commercial	Ticari kuruluşlar
mil.	Military	Askerî kuruluşlar
ac.	Academic	Akademik kuruluşlar (Bazı ülkelerde edu yerine kullanılmaktadır.)
int.	International	Uluslararası organizasyonlar ve kuruluşlar

Web tarama motorları, kullanıcıların bir web tarayıcısı üzerinde anahtar sözcükler kullanarak internet kaynaklarının içerik dizinlerine erişmesini sağlayan programlar olarak tanımlanmaktadır. Tarama motorları, internet üzerinde çevrim içi veri tabanlarında bilgi bulmaya yarayan araçlardır. Literatürlerde web tarama motoru yerine "Araştırma Makineleri", "Arama Motorları", "Taşıyıcı Servisler" ve "Arama Servisleri" deyimleri de kullanılmaktadır.

İnternet arama motoru, internette istenen bilgiye kolay ve kısa sürede erişebilmek için kullanılan bir yazılım türüdür. Arama motoru; aranan öge için gerekli web sayfalarını bulur, tarar ve veri tabanına kaydeder.

İnternet tabanlı arama motorlarında arama yapılırken dikkat edilmesi gereken kurallardan bazıları şunlardır:

- Kısa, sade cümleler ve anahtar kelimeler kullanılmalıdır.
- Büyük, küçük harf veya özel karakterler tercih edilmemelidir.
- Soru cümleleri yerine cümlenin içeriği kullanılmalıdır.
- Bağlaç (ve, veya, gibi vb.) kelimeler kullanılmamalıdır.
- Yapım ve çekim eklerinden arınmış kelimeler kullanılmalıdır. Örneğin arama motoruna "tırnaklarım renk değiştiriyor" yazıldığında listelenen sonuçlar ile "tırnakta renk değişimi" yazıldığında listelenen sonuçlar birbirinden farklıdır.
- Arama yapılacak kelimeyi /cümleyi tırnak (""") içinde yazmak, o kelimenin/cümlenin bütün olarak aranmasını sağlayacak ve aramayı hızlandıracaktır. Örneğin arama motoruna popülasyon ekolojisi yazıldığında 372.000 sonuç listelenirken "popülasyon ekolojisi" yazıldığında 63.300 sonuç listelenmektedir.
- Arama yapılacak kelimeler arasına artı (+) işareti konursa arama sonuçlarında aranan kelimeler kesinlikle yer alacaktır. Örneğin "popülasyon ekolojisi" yazıldığında arama motoru hem "popülasyon" hem de "ekoloji" kelimelerinin ayrı ayrı geçtiği siteleri listeler. Arama motoruna "popülasyon + ekoloji" yazıldığında ise "ekoloji" kelimesinin kesin geçtiği "popülasyon" ile ilgili siteler listelenmektedir.
- Arama yapılacak kelimeler arasına eksi (-) işareti konursa arama sonuçlarında istenmeyen kelimeler elenecektir. Örneğin arama motoruna "popülasyon ekolojisi-ödev" yazıldığında sonuçlar içinde "ödev" kelimesi geçmeyen siteler listelenmektedir.
- "Aranacak kelime filetype: kısıyol" yazıldığında sadece aranacak kelimelerin geçtiği dosyalar bulunacaktır. Örneğin arama motoruna "mikroskop çeşitleri filetype: pdf" yazıldığında pdf belgeleri içinde mikroskop çeşitleri listelenmektedir.
- Location ya da loc: özelliği ile belirli bir bölgedeki aramalara ulaşılmaktadır.
- "Aranacak kelimeler site: www.gov.tr", devlet kurum ve kuruluşlarındaki arama sonuçlarını vermektedir. Örneğin arama motoruna "duyurular site: www.meb.gov.tr" yazıldığında, Millî Eğitim Bakanlığı sitelerindeki duyurular listelenmektedir.
- "Aranacak kelimeler site: edu.tr", devlet üniversitelerinde arama sonuçlarını vermektedir.
- "define: aranacak kelimeler", aranan İngilizce kelimenin arama motorunda tanımını ve okunuşunu vermektedir.
- "cache: aranacak kelime.com", aranan kelimelerin arama motorundaki kayıtlı son şeklini göstermektedir.
- <https://scholar.google.com/>, literatür taramalarında kullanılmaktadır.
- <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>, Türkiye'deki tez aramalarında kullanılmaktadır.



3. LABORATUVAR TEKNİKLERİNE GİRİŞ

- 3.1. Laboratuvarda Sık Kullanılan Cam Malzemeler
- 3.2. Laboratuvar Malzemeleri ve Kullanım Alanları
- 3.3. Laboratuvarda Kullanılan Temel Yöntem ve Teknikler
- 3.4. Laboratuvarda Ölçme
- 3.5. Laboratuvardaki Bazı Ölçme Araçları ve Kullanımı

3. LABORATUVAR TEKNİKLERİNE GİRİŞ

Laboratuvar çalışmalarında genel olarak homojen veya heterojen karışımların oluşturduğu, saf olmayan deney ortamları ile karşılaşılır. Bu homojen veya heterojen karışım ortamından istenen maddenin saf olarak elde edilmesi için bazen deney öncesi bazen de deney sonrası bazı işlemlere ihtiyaç duyulur. Saf olmayan bir maddenin saflaştırılması veya bir karışımın bileşenlerine ayrılması işlemleri ayırma ve saflaştırma teknikleri olarak bilinir ve laboratuvarlarda yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir. Ayırma ve saflaştırma işlemlerinin temel amacı, maddelerin fiziksel veya kimyasal özelliklerindeki farklılıklarından yararlanarak saf madde elde etmektir.

Laboratuvarda yürütülen çalışmaya bağlı olarak kullanılan damıtma, titrasyon, ekstraksiyon, boyama gibi yöntem ve teknikler; kendine özgü cam balon, büret, ayırma hunisi, petri kabı gibi cam malzemeler yanı sıra santrifüj, bistüri, otoklav, metre, dişli çark, terazi, mikroskop gibi çeşitli alet ve cihaz kullanmayı gerektirir.

Laboratuvarda kullanılan alet ve cihazların bilinmesi; yapılan araştırma, ölçüm ve analizlerin güvenilirliklerini artırmaktadır. Laboratuvarda kullanılan aletler, analizlerin gerçekleşmesi ve sonuçlanması için yardımcıdır. Bu aletlerden bazıları termometre, terazi, pusula, yay, deney tüpü ve ısı iletim aletidir. Laboratuvarda kullanılan cihazlar analizler sürecinde kullanılmaktadır. pH metre, santrifüj, mikroskop, Hoffman (Hafmın) voltametri bu cihazlardan bazılarıdır.

3.1. LABORATUVARDA SIK KULLANILAN CAM MALZEMELER

Laboratuvarlarda çoğunlukla cam malzemeler kullanılmaktadır. Cam malzemelerin kullanım yerleri ve dayanıklılığı camın kalitesine göre değişmektedir. Laboratuvarda cam malzemelerin tercih edilmesinin nedenleri şunlardır:

1. Cam ucuz ve ekonomiktir. Yıkılarak defalarca kullanılabilir.
2. Cam kolay deforme olmaz, şeffaftır; camın ölçme hataları daha azdır.
3. Cam malzemelerin çoğu, bilinen her tür kimyasala ve ısıya karşı oldukça dayanıklıdır. Görsel 3.1'de laboratuvarda sıklıkla kullanılan bazı cam malzemeler gösterilmektedir.



Görsel 3.1: Laboratuvarda sıklıkla kullanılan bazı cam malzemeler

Cam Malzemelerin Türleri

Cam malzemeler, özel kullanım şartları gerektiren durumlar için özel malzemelerden üretilir. Cam malzemeler; saklama, karıştırma, inceleme veya karşılaştırma için kullanılmaktadır. Bu cam malzemeler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

1. Termal Dayanıklı (Borosilikat) Cam Malzeme

- Düşük genleşme katsayısına sahip olmaları, kimyasal etkilere dayanıklı olmaları özellikleriyle laboratuvar cam malzemelerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.
- Isıya, aşınmaya ve termal şoka dayanıklı malzemelerdir.
- Isıtma ve sterilize etme işlemlerinde kullanılır.
- Beher, pipet ve şişeler genellikle borosilikat camdan yapılmıştır.

2. Alüminyum Silikat Cam Malzemeler

- Teknolojik öneme sahip birçok alanda kullanılmaktadır.
- Yüksek ısı direnci, yüksek yumuşama sıcaklığı, kimyasal kararlılığı ve yüksek viskoziteleri karakteristiktir.
- Laboratuvar da halojen lambalarda, deşarj tüplerinde, radyoaktif metal kaplarında ve yanma tüplerinde kullanılmaktadır.
- Oldukça sağlam, dayanıklı malzemelerdir.

3. Asite ve Alkaliye Dayanıklı Cam Malzemeler

- Asit ve alkali çözeltilerde kullanılmaktadır. Güçlü asit ve alkali içeren çözeltilerde kullanım süreleri kısıtlı olmalıdır.
- Borosilikat içermez.
- Çok dikkatli ısıtılmalı ve soğutulmalıdır.
- Yumuşak cam olarak da adlandırılır.

4. Düşük Aktinik (Amber Renkli) Cam Malzemeler

- Kalın duvarları ve amber rengi sayesinde içindeki maddeye geçen UV (Ultraviyole) miktarını azaltan özelliğidir.
- Genellikle saklama amaçlıdır. Düşük kaliteli malzemeden üretilir.
- Isıtmaya ve otoklav cihazlarında kullanılmaya uygun malzemeler değildir.

5. Flint Cam (Standart Çakmak Taşı veya Soda-Kireç Camı) Malzemeler

- Pencere camı olarak bilinen bu camlar şişe, kavanoz, elektrik ampulü gibi malzemelerin üretiminde kullanılmaktadır.
- Silika, sodyum ve kalsiyum oksitler kullanılarak üretilir.
- En ucuz camdır.
- Üretim kalitesi ve tekniğine göre berraklığı değişebilir.
- Yüksek sıcaklıklara, ani sıcaklık değişimlerine karşı az dirençlidir.
- Yapısındaki alkali metaller çözeltilerle reaksiyon verebilir ve laboratuvar analizlerinde hatalara neden olabilir.
- Bu tip camdan yapılmış malzemeler, laboratuvar da kullanılırken dikkatli olunmalı; mümkünse tercih edilmemelidir.

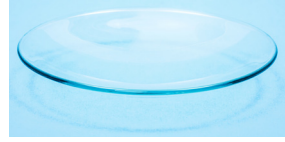
Laboratuvar çalışmalarında, özellikle nicel analizler sırasında hacim ölçümlerinde kullanılan cam malzemeler hacimsel (volümetrik) cam malzeme olarak adlandırılır. Hacimsel cam malzemeler, belirli bir hacmin ölçümü veya belli hacimdeki bir sıvının bir yerden başka bir yere aktarılmasında kullanılır. Laboratuvar analizlerinde gerekli ölçümlerin doğruluğunu sağlamak için bu malzemeler üretim sırasında hacim kalibrasyonu sürecinden geçer. Hacimsel cam malzemelerin maliyeti, kalibre edilmemiş cam malzeme maliyetine kıyasla daha yüksektir. Volümetrik cam malzemeler; balon joje, mezür, pipet ve büret olmak üzere dört gruptan oluşur. Bu cam malzemelerin üzerinde kalibrasyon sıcaklığı belirtilir. Kalibrasyonun korunabilmesi için bu malzemeler ısıtma işlemlerinde kullanılmaz, kurutma amacıyla etüve konulmaz.

3.2. LABORATUVAR MALZEMELERİ VE KULLANIM ALANLARI

Fen laboratuvarlarında kullanılan oldukça fazla malzeme ve cihaz bulunmaktadır. Fen laboratuvarlarında kullanılan malzeme ve cihazlardan bazıları bu bölümde verilmiştir.

SAAT CAMI

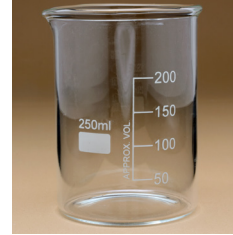
Yüzeyi düzgün, pürüzsüz, dairesel kesilmiş ince, içbükey cam malzemedir (Görsel 3.2). Çok az miktardaki katı maddelerin ısıtılması veya kurutulması için kullanılır. Çöktürme, süblimleşme ve kristallendirme işlemlerinin bazı aşamalarında da kullanılan malzemelerdir.



Görsel 3.2: Saat camı

BEHERGLAS

Ağız kısmında sıvının kolayca akmasını sağlayan oluklu bir kısım bulunan, silindirik şeklinde, cam kaplardır. 25, 100, 250 veya 2.000 mL gibi değişen boyutları vardır. Görsel 3.3'te 200 mL hacimli beherglas görülmektedir. Çözelti hazırlamak, karıştırmak, ısıtmak, sıvıları başka bir kaba aktarmak veya buharlaştırma, süzme ve çöktürme işlemleri için kullanılan malzemedir. Metal veya plastik olanları da vardır.



Görsel 3.3: Beherglas

ERLENMAYER (ERLENMEYER)

Dibi düz, konik, cam malzemedir (Görsel 3.4). Hacimleri 25, 100, 250 veya 2.000 mL kadar değişebilir. Çözeltilerin hazırlanması veya saklanması yaygın olarak kullanılır. Özellikle titrasyon, damıtma, süzme ve kristallendirme işlemlerinde tercih edilen kaplardır.



Görsel 3.4: Erlenmayer

NUÇE ERLENİ

Vakumlu süzme işlemlerinde kullanılan, ısıya ve basınca dayanıklı, camdan üretilmiş malzemedir (Görsel 3.5). Süzme işlemini hızlandırmak amacıyla nuçe hunisi ile birlikte kullanılır.



Görsel 3.5: Nuçe erleni

NUÇE HUNİSİ

Vakumlu süzme işlemlerinde nuçe erleni ile kullanılan, porselenden üretilmiş malzemedir (Görsel 3.6). Dibine süzgeç kâğıdı yerleştirilerek kullanılır. Nuçe erlenine uygun delikli mantar tıpa yardımıyla yerleştirilir.



Görsel 3.6: Nuçe hunisi

HUNİ

Sıvıların geniş ağızlı bir kaptan dar ağızlı bir kaba aktarılmasında kullanılan, cam veya plastik malzemedir. Cam huniler, kalitatif ve kantitatif olmak üzere iki çeşittir. Görsel 3.7'de görüldüğü gibi kantitatif hunilerin boyun kısmı ince ve uzun yapılıdır. Bu özellik sayesinde yaptığı vakum ile hızlı bir süzme sağlar. Süzme işlemlerinde, huni içine yerleştirilen süzgeç kâğıdı ile birlikte katının sıvıdan ayrılması amacıyla yaygın olarak kullanılır.



Görsel 3.7: Huni

DERECELİ SİLİNDİR (MEZÜR)

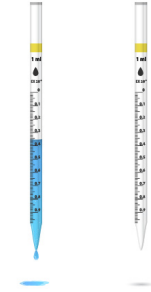
Laboratuvarlarda kullanılan, hacim ölçmeye yarayan, silindirik şeklindeki cam malzemedir (Görsel 3.8). Farklı büyüklük ve hacimlerde olabilir. Mezür, hacmi doğru ölçmek için düz bir zemine konmalıdır. Sıvının yüzeyde aldığı yay şeklinin (menüsküs) alt kısmına göz hizalanarak okuma yapılmalıdır. Hassas ölçümler için pipetler tercih edilmelidir.



Görsel 3.8: Dereceli silindir

PİPET

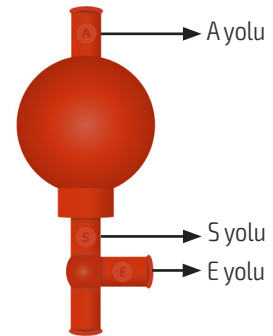
İnce, uzun, hassas ölçülü, cam borulardır (Görsel 3.9). Belirli hacimdeki sıvıları bir yere aktarmada kullanılır. Mezürlere göre çok daha doğru ve hassas hacimleri ölçer. 0,1 mL'den 10 mL'ye kadar ölçüm yapabilen boyutları vardır.



Görsel 3.9: Pipet

PUAR (STANDART PUAR)

Vakum yaptırarak pipetle sıvı çekilmesini ve pipetten sıvının tekrar aktarılmasını sağlayan, esnek plastikten yapılmış malzemedir (Görsel 3.10). Tek elle pratik bir kullanıma sahip olan 3 yollu puarda parmak basıncı ile A yolu hava boşaltma, S yolu sıvı çekme, E yolu çekilen sıvıyı kontrollü aktarma işlemi için kullanılır.



Görsel 3.10: Puar

BAGET

Çubuk şeklinde, ince, cam malzemedir (Görsel 3.11). Çözeltilerin hazırlanması veya sıvıların karıştırılmasında kullanılır. Ayrıca bir sıvının bulunduğu kaptan başka bir kaba aktarılmasında sıvının kap çeperlerine bulaşmasını veya etrafa sıçramasını önlemek amacıyla yararlanır.



Görsel 3.11: *Baget*

BÜRET

Silindir şeklinde, uzun, altında bir musluk bulunan, mL cinsinden derecelendirilmiş, cam malzemedir (Görsel 3.12). Belirli hacimde sıvı alınmasında kullanılır. Özellikle titrasyon işlemlerinde harcanan standart çözeltinin hacminin belirlenmesinde yararlanır.



Görsel 3.12: *Büret*

BALON JOJE

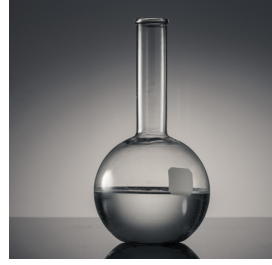
Üst kısmı ince, uzun boyunlu, alt kısmı balona benzer ölçülü ve şilifli (kapaklı), cam malzemedir (Görsel 3.13). İnce boyun kısmında kabın ölçü çizgisi net olarak belirtilmiştir. Doğru okumanın yapılması için menüsküsün alt kısmı bu ölçü çizgisine gelmelidir. Belirli derişimdeki çözeltilerin hazırlanmasında kullanılır. Titrasyon işlemlerinde ayarlı (standart) çözelti hazırlamak ve saklamak için kullanılır. Hacimleri üzerinde belirtilen sıcaklıkta sabit olup 25, 50, 100, 250, 500, 1.000 mL hacimli balon jojeler vardır. Balon joje içine konan sıvının sıcaklığının balon joje üzerinde belirtilen sıcaklıkta olması gerekir. Bu sıcaklık genellikle 20 °C'dir.



Görsel 3.13: *Balon joje*

CAM BALON

Balon şeklinde bir gövde üzerinde kısa boyun kısmı bulunan, cam malzemedir. Şilifli (kapaklı) olanları da vardır. Balon kısmının şekline göre genel olarak düz dipli (Görsel 3.14 a) ve yuvarlak dipli (Görsel 3.14 b) şeklinde sınıflandırılır. Reaksiyon kabı olarak veya ısıtma, soğutma, buharlaştırma, damıtma işlemlerinde kullanılır. Değişik ebatları olduğu gibi iki, üç veya beş boyunlu olanları da vardır. Görsel 3.14 c'de iki boyunlusu görülen çok boyunlu cam balonlar genellikle soğutucu takılarak kap içerisinde kimyasal reaksiyonların gerçekleştirilmesinde kullanılır. Balon şeklinde tamamen yuvarlak gövdeye sahip olanlar özellikle mantolu ısıtıcılarda veya evaporatörlerde tercih edilir.



a) Düz dipli



b) Yuvarlak dipli



c) İki boyunlu

Görsel 3.14 (a,b,c): Cam balon

CAM ŞİŞELER

Sıvı veya katı kimyasal maddeleri muhafaza etmek, bir yerden örnek almak ve maddeleri saklamak veya taşımak amacıyla kullanılan, cam malzemelerdir (Görsel 3.15). Kimyasal maddeleri ışığa karşı korumak için koyu renkli üretilen, ısı, basınç ve kimyasal dayanıklılığa sahip şişelerdir.



Görsel 3.15: Cam şişe

GERİ SOĞUTUCU CAM BORULAR

Genellikle iç içe geçmiş iki cam borudan oluşan malzemelerdir. Dışta kalan borudan soğutma amacıyla su geçer. İçteki borunun iki ucu açıktır ve buharlaşan sıvı, bu kısımdan geçerken yoğunlaşır. Soğutuculara dıştaki borudan su bağlantısı yapılır. Soğuk su girişi soğutucunun alt kısmından, su çıkışı ise üst kısmından yapılır. Kullanım amacına göre içteki boru tipi düz, boğumlu veya spiralli olabilir. Buna göre soğutucular; spiralli (Görsel 3.16 a), düz (Görsel 3.16 b) veya boğumlu (Görsel 3.16 c) soğutucu olarak adlandırılır.



a) Spiralli



b) Düz



c) Boğumlu

Görsel 3.16 (a,b,c): Geri soğutucu

EVAPORATÖR (DÖNER BUHARLAŞTIRICI)

Su trompu veya bir motor yardımıyla düşük basınç oluşturularak bir su banyosu içinde bir cam balonun sürekli dönerek homojen buharlaştırma işlemi yapılmasını sağlayan cihazdır (Görsel 3.17). Oluşturulan düşük basınç sayesinde maddelerin bozunmasını önler. Buharlaştırılacak sıvının özelliğine bağlı olarak su banyosu yerine mantolu ısıtıcı veya yağ banyosu kullanılır.



Görsel 3.17: *Evaporatör*

AYIRMA HUNİSİ

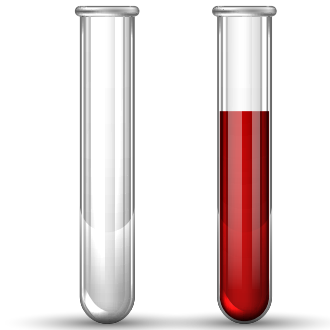
Alt kısmında bir musluk bulunan, konik, kapaklı, cam malzemedir (Görsel 3.18). Birbiri ile karışmayan sıvıları ayırma veya ekstraksiyon işlemlerinde kullanılır. 50, 100, 250, 500, 1.000, 2.000 mL'lik hacimlere sahip olabilir. Üçayağa bir halka yardımıyla sabitlenerek kullanılır.



Görsel 3.18: *Ayırma hunisi*

DENEY TÜPÜ

Silindirik şekilli farklı çap ve boyutlarda olan, cam veya plastik malzemelerdir (Görsel 3.19). Kalitatif analizde içinde kimyasal reaksiyonların oluşturulması ve gözlenmesi amacıyla kullanılır. Reaksiyon sonucu bir çökmenin olduğu durumlarda çökeleği çözeltiden ayırmak için tabanı sivri tüpler tercih edilir.



Görsel 3.19: *Deney tüpü*

SANTRİFÜJ TÜPÜ

Santrifüj cihazlarında kullanılmak için yapılmış, farklı tip ve boyutlarda olan, kapaklı, cam veya plastikten tüplerdir (Görsel 3.20 a). Dekantasyon işleminde kolaylık sağladığı için tabanı sivri olanlar daha çok kullanılır. Çok küçük hacimlerdeki çalışmalar için kullanılan mikro santrifüj tüpleri de vardır (Görsel 3.20 b).



(a)



(b)

Görsel 3.20 (a,b): *Santrifüj tüpleri*

SANTRİFÜJ

Sabit eksenli bir merkez etrafında dönme hareketiyle yer çekimi kuvvetini yenecek büyüklükte bir merkez-cil kuvvet oluşturan cihazlardır (Görsel 3.21). Katı-sıvı heterojen karışımları yoğunluk farkına göre ayırmada kullanılır. Tanecik boyutu büyük olan katı partiküller çembersel harekette dışa doğru savrulur ve tüpte dibe doğru toplanır. Tanecik boyutu daha küçük olan partiküller çembersel hareketin merkezine doğru yol aldığından üst tarafta toplanır.



Görsel 3.21: Santrifüj

ÜÇAYAK VEYA DESTEK (SPOR)

Deney düzeneklerini sabitlemek için kullanılan, metalden yapılmış malzemelerdir (Görsel 3.22). Sabitleme için deneyde kullanılan malzemenin cinsine göre ayrıca halka, kısıkaç gibi bağlantı parçalarından yararlanılır. Örneğin ayırma hunisi ile çalışılıyorsa halka, deney tüpü ya da balon ile çalışılıyorsa kısıkaç kullanılır.



Görsel 3.22: Üçayak

BAĞLAMA PARÇALARI

Destek çubuğuna cam malzemeleri sabitlemek için kullanılan, farklı boyutlarda metalden yapılmış malzemelerdir. Halka (Görsel 3.23 a), genel olarak huni veya ayırma hunisi; kısıkaç (Görsel 3.23 b) ise cam balon, büret, deney tüpü gibi malzemeleri sabitlemekte kullanılır.



a) Halka



b) Kısıkaç

Görsel 3.23 (a,b): Bağlama parçaları

PASTÖR PİPETİ

Pastör pipeti; plastik olan tepe kısmına basılarak oluşan vakum yoluyla az miktarda sıvı hacminin aktarılmasını sağlayan, tek kullanımlık pipettir (Görsel 3.24).



Görsel 3.24: Pastör pipeti

DAMLATMA HUNİSİ VE DAMLALIK

Damlatma hunileri; silindirik şeklinde, altında bir musluğu bulunan, ölçülü, cam malzemelerdir (Görsel 3.25 a). Çok boyunlu bir cam balonda gerçekleşen reaksiyon sırasında reaksiyon kabına bağlanarak ortama sıvı reaktif ya da reaktif karışımlarının musluk yardımıyla sürekli aynı miktarda ilavesi için kullanılır.

Damlalık ise kullanılacağı amaca göre değişik şekillerde olabilen, cam veya plastikten yapılmış malzemelerdir (Görsel 3.25 b). Genelde bir sıvıyı başka bir kaba bir iki damla kontrollü bir şekilde ilave etmekte kullanılır. Reaksiyon ortamına sürekli sıvı ilavesi gerekiyorsa damlalık yerine damlatma hunileri tercih edilir.



a) Damlatma hunisi



b) Damlalık

Görsel 3.25 (a,b): Damlatma hunisi ve damlalık

OTOMATİK PİPET (MİKROPİPET)

Mikrolitre (μL) aralığındaki sıvı hacimlerini doğru ve hassas şekilde aktarmak için kullanılan laboratuvar cihazlarıdır. Görsel 3.26 a ve b'de görüldüğü gibi tek ve çok kanallı mikropipetlerin yanı sıra mekanik ve elektronik türleri de mevcuttur. Uçlarına takılan, tek kullanımlık plastik pipet uçları ile kullanılır.



a) Tek kanallı



b) Çok kanallı

Görsel 3.26 (a,b): Otomatik pipet ve pipet uçları

TÜPLÜK

Laboratuvardaki çeşitli boy ve hacimdeki tüpleri koymaya yarayan, tahta veya metal malzemelerdir (Görsel 3.27).



Görsel 3.27: Tüplük

TÜP MAŞASI

Tüpleri güvenli bir şekilde tutmak, bir yerden bir yere taşımak ve ısıtmak için kullanılan, tahta veya metal malzemelerdir (Görsel 3.28).



Görsel 3.28: Tüp maşası

PENS

Laboratuvarlarda kullanım amaçlarına göre düz, sivri veya eğimli uca sahip olan metal malzemelerdir (Görsel 3.29). Katı partiküllerin ortamdan alınması, sökülmesi veya kazınması için kullanılır.



Görsel 3.29: Pens

SPATÜL (SPATULA)

Metal, porselen, kemik veya plastikten yapılmış, düz ya da küt uçlu malzemedir (Görsel 3.30). Katı veya yarı katı kimyasal maddelerden örnek almak ya da karıştırmak için kullanılır.



Görsel 3.30: *Spatül*

ISITICI

Kontrollü ısıtma işlemi yapılması için kullanılır. Isıtıcı tabla (Görsel 3.31 a) sadece alt yüzeyden ısıtma yapar. Mantolu ısıtıcı (Görsel 3.31 b), içine konulan cam balonun her tarafına eşit ısı vererek homojen ısıtma uygular.



a) Isıtıcı tabla



b) Mantolu ısıtıcı

Görsel 3.31 (a,b): *Isıtıcı*

KROZE

Isıya ve çeşitli reaktiflere dayanıklı, eritme, kurutma ve yakma işlemlerinde kullanılan porselen kaplardır (Görsel 3.32). Değişik çap ve büyüklükte olabilir. Kapaklı olanları da vardır. 1.400–1.500 °C sıcaklığa kadar dayanıklıdır.



Görsel 3.32: *Kroze*

KROZE MAŞASI

Krozeleri etüve koymak, etüvden çıkarmak ve teraziye götürmek için kullanılan, metalden yapılmış, makas şeklinde, orta kısmı geniş, metal aletlerdir (Görsel 3.33).



Görsel 3.33: *Kroze maşası*

HAVAN

Laboratuvarda deney materyallerini toz hâline getirme, parçalama, ezme işlemleri için kullanılan, porselen malzemedir (Görsel 3.34).



Görsel 3.34: *Havan*

DESİKATÖR

Desikatörler; alt kısmına nem çekici bir maddenin bulunduğu, ortada delikli porselen tabladan ve üstte kapaktan oluşan, cam kaplardır (Görsel 3.35). Hava geçişini önlemek için kapak kenarları vazelinlenir. Kurutulan veya kül edilen maddelerin soğutulması sırasında tekrar nem almasını önlemek amacıyla kullanılır. Bazı desikatörler, kapağında havayı boşaltmaya yarayan, musluklu bir cam boru içerir. Bu tip desikatörler, vakumlu desikatör olarak bilinir.



Görsel 3.35: Desikatör

TURNUSOL KÂĞIDI

Mavi ve kırmızı olmak üzere iki renkten oluşan kâğıtlardır (Görsel 3.36). Turnusol kâğıdı; asit çözeltisinde kırmızı, baz çözeltisinde mavi renk alır. Çözeltinin asit veya baz özellik gösterdiğini belirlemek için kullanılan kaba bir yöntemdir.



Görsel 3.36: Turnusol kâğıdı

pH KÂĞIDI

Sıvı çözeltilerin pH değerini belirlemekte kullanılan, farklı indikatörler emdirilmiş kâğıtlardır. Kutusunun üzerinde 25 °C sıcaklık için renklere karşılık gelen pH değerleri vardır (Görsel 3.37). Kullanımı basit ve pratiktir. Şeritler hâlinde kesilmiş olan bir parça kâğıt alınarak pH değeri belirlenmek istenen çözelti içine batırılıp çıkartılır. pH kâğıdı kutusu üzerinde verilen ölçekten yararlanarak çıkan renge karşılık gelen pH değeri bulunur.



Görsel 3.37: pH kâğıdı

pH METRE

Çözeltilerin pH değerlerini duyarlı bir şekilde ölçmek için kullanılan cihazlardır (Görsel 3.38). Bir elektrot, kalibrasyon çözeltileri ve bir elektronik monitörden oluşur.



Görsel 3.38: pH metre

BUNSEN BEKİ

Metal bir ayak üzerine oturtulmuş metal borudan oluşan, doğal gazla çalışan ısıtıcılardır (Görsel 3.39). Borunun alt tarafında ayar vanası bulunur. Borunun yanlarındaki delikler ve vana yardımıyla istendiği kadar havayı içeri alacak biçimde ayarlanır. Hava ve gaz karışımı gazın basıncıyla borunun tepesine çıkar. Çakmak gibi bir tutuşturucu ile deneylerde güvenli, dumansız, sıcak, parlak olmayan bir alev sağlar. Sacayak ile birlikte ısıtma işlemlerinde kullanılır.



Görsel 3.39: Bunsen beki

İSPİRTO OCAĞI

Camdan bir gövde, fitil, alüminyum fitil tutucu ve kapaktan oluşan, yakıt olarak ispirto kullanılan ısıtıcıdır (Görsel 3.40). Sacayak ile birlikte ısıtma işlemlerinde kullanılır.



Görsel 3.40: İspirto ocağı

SACAYAK

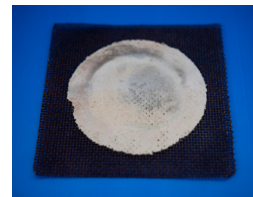
Üç ayağı olan, metalden yapılmış, ısıtma işlemleri yapılırken beherglas, erlenmayer veya kroze gibi malzemeleri bek veya ispirto ocağında sabit tutmak için kullanılan malzemedir (Görsel 3.41). Genel olarak üzerine amyant tel veya kil üçgen yerleştirilerek kullanılır.



Görsel 3.41: Sacayak

AMYANT TEL

Ortasında yuvarlak seramik bulunan, çinko kaplı ince demir telden yapılmış malzemedir (Görsel 3.42). Bek veya ispirto ocağı ile ısıtma işleminde beher, erlen gibi cam malzemenin direkt ısı ile ilişkisini kesmek ve homojen ısı dağılımını sağlamak için üçayak üzerine yerleştirilerek kullanılan malzemedir.



Görsel 3.42: Amyant tel

KİL ÜÇGEN

Üçgen şeklinde, demir tel etrafındaki seramik silindirlere oluşan malzemedir (Görsel 3.43). Bek veya ispirto ocağı ile kroze ısıtma işleminde üçayak üzerine yerleştirilerek kullanılır.



Görsel 3.43: Kil üçgen

PISET

Farklı boyutlarda olabilen, içerisine saf su veya sıvılar da konan polietilen kaplardır (Görsel 3.44). Gövde kısmının tutulurken sıkılması ile içindeki saf suyun kapağındaki ince borudan kontrollü bir şekilde çıkması sağlanır. Cam kapları yıkama sonrası son durulamada kullanılır. Çöktürme işlemlerinde çökeleğin yıkanması için de yararlanır.



Görsel 3.44: Piset

ETÜV

Kuru hava sterilizatörleri olarak da bilinen etüvler; nem tayini, kimyasal maddeleri kurutma, laboratuvar cam malzemelerini kurutma, numuneleri sabit tartıma getirme, mikrop üretme, sterilize etme gibi ısıtma ve kurutma amaçlı kullanılan laboratuvar fırınlarıdır (Görsel 3.45). 5 °C'den 250 °C'ye kadar ısıtma yapabilir. İnsan vücudu ile ilgili numunelerde bakterilerin çoğalması sırasında etüvler 37 °C'de kullanılır. Küf ve mantarların çoğaltılmasında 22 °C'de kullanılmalıdır.



Görsel 3.45: Etüv

KÜL FIRINI

İç kısmı ısıya dayanıklı seramikten yapılmış, dışarıya karşı iyi bir yalıtıma sahip fırınlardır (Görsel 3.46). Sıcaklığı 1.200 °C'ye kadar çıkabilir ve istenen ayarda sabit tutulabilir. Özellikle gravimetrik analizlerde bek alevinde veya etüvde ön ısıtma işlemi yapılmış maddeleri kül etme (yakma) işlemlerinde kullanılır. Cam malzemeler 450 °C'de yumuşamaya başladığı için kül fırınlarında porselenden yapılan krozeler kullanılır.



Görsel 3.46: Kül fırını

OTOKLAV

Buharlı, vakumlu veya vakumsuz olan, yüksek sıcaklık ve basınç altında sterilizasyon sağlayan cihazlardır (Görsel 3.47). Basınçlı buhar ve ısı ile sterilizasyon, 100 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda, otoklavın içindeki suyun yüzeyine yapılan buhar basıncının artırılması ve böylece suyun kaynama noktasının yükseltilmesiyle sağlanmaktadır. Steril koşul gerektiren, ısıya ve basınca dayanıklı santrifüj tüpleri, pipet ve pipet uçları, petri kapları, tampon çözeltiler gibi çeşitli materyallerin çalışma öncesi ve sonrası sterilize edilmesi için kullanılır. Sterilizasyon işlemi nem, sıcaklık, uygulama süresi ve basınç etkiler.



Görsel 3.47: Otoklav

MANYETİK KARIŞTIRICI

Beherglas, erlenmayer veya cam balon gibi kaplarda gerçekleştirilen reaksiyon ortamlarının karıştırılmasında kullanılan cihazlardır (Görsel 3.48 a). Cihaz, manyetik bar (Görsel 3.48 b) ile kullanılır. Bunun için reaksiyon ortamı içine manyetik bar atılır ve sonra kap, cihaz üzerine konur. Cihazın ayar düğmesi yardımıyla istenen hızda küçük veya büyük girdap oluşturarak karıştırma sağlanır. Manyetik karıştırıcıların çoğu aynı zamanda ısıtma özelliğine de sahiptir.



a) Manyetik karıştırıcı



b) Manyetik bar (manyetik balık)

Görsel 3.48 (a,b): Manyetik karıştırıcı ve manyetik bar

VORTEKS

Deney tüpünde gerçekleştirilen reaksiyon ortamlarının karıştırılmasında kullanılan cihazlardır (Görsel 3.49). Sıvı-sıvı veya sıvı-katı ortamlarda ayar düğmesi yardımıyla istenen hızda küçük veya büyük girdap oluşturarak karıştırma sağlar.



Görsel 3.49: Vorteks

SAF SU (DESTİLE SU) CİHAZI

Çeşme suyunun basit damıtma yöntemi ile saf su hâline gelmesini sağlayan, ısıtıcı kazan ve spiralli soğutucudan oluşan cihazlardır (Görsel 3.50). Çeşme suyunun hidrojen ve oksijen dışında içinde bulundurduğu kalsiyum, magnezyum, bikarbonat gibi iyon ve yabancı maddelerden arındırılmış hâli saf su (destile su) olarak tanımlanır. Çeşme suyu, cihazın su giriş hortumuyla belli bir akış hızı ile cihaza bağlanır. Cihazın ısıtıcı kazanına gelen çeşme suyunun kaynarak soğutucuda yoğunlaşıp damıtılması ile saf su hâline gelen su, toplama kabında birikir.



Görsel 3.50: Saf su cihazı

ÇEKERCAK

İçinde lavabo, çeşme, ışık, priz bulunan, küçük bir laboratuvar alanı olarak oluşturulmuş; önünde yukarı doğru açılabilir cam kapağı olan, aynı zamanda havalandırma sistemi bulunan cihazdır (Görsel 3.51). Özellikle solunması tehlikeli kimyasallarla çalışırken çekeroçakta çalışılır. Bazıları, cam kapak kısmında el içine girecek şekilde bölme içerir.



Görsel 3.51: Çekerocak

STANDART KÜTLE TAKIMI

Standart kütle takımı (Görsel 3.52); dış kısmı plastik veya tahta, gramları ise pirinç malzemeden imal edilmiş, kütle ölçümü yapmak için kullanılan laboratuvar malzemesidir. Takımda 1 adet 10 mg, 2 adet 20 mg, 1 adet 50 mg, 1 adet 100 mg, 2 adet 200 mg, 1 adet 500 mg, 1 adet 1 g, 2 adet 2 g, 1 adet 5 g, 1 adet 10 g, 2 adet 20 g, 1 adet 50 g bulunmaktadır.



Görsel 3.52: Standart kütle takımı

YARIKLİ KÜTLE TAKIMI (ASKISI VE GRAMLAR)

Yarıklı kütle takımı (Görsel 3.53), askı ve kütlelerden oluşmaktadır. Askı ve kütleler pirinçten yapılmıştır ve nikel kaplaması vardır. Takımda 5 adet 10 g, 4 adet 20 g, 4 adet 50 g bulunmaktadır.



Görsel 3.53: Yarıklı kütle takımı

METRE

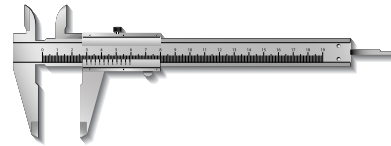
Alüminyum dikdörtgen profilden yapılan metre (Görsel 3.54) mm'lik bölmelendirilmiştir. Bir ucunda çengelli vidası bulunmaktadır. Uzunluk ölçümlerinde kullanılır.



Görsel 3.54: Metre

KUMPAS

Kumpas (Görsel 3.55) ile milimetrenin %1'i doğrulukta uzunluk ölçümü yapılabilir. Cetvel ile ölçümü zor olan bir cismin kalınlığı ya da bir çemberin iç ve dış çapı kolaylıkla ölçülebilir. Uzunluk ölçümlerinde kullanılır.



Görsel 3.55: Kumpas

DİNAMOMETRE

Dinamometrenin (Görsel 3.56) üst tarafından bir yere asılmak için çengel, alt tarafında ise cismi takabilmek için kanca vardır. 0-5 N ve 0-10 N aralığını ölçmek için farklı çeşitleri vardır. Dinamometre, kuvveti ve ağırlığı (kütle çekim kuvvetini) ölçmek için geliştirilmiştir. Kuvvet ve hareket deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.56: Dinamometre

ZAMAN KAYDEDİCİ

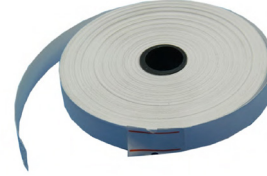
Zaman kaydedici (Görsel 3.57), saniyenin 1/50'sini ölçecek şekilde düzenlenmiştir. Bu zaman aralığında telem şeridinin üzerine işaretleme yapmaktadır. Dinamik takımı ile yapılan deneylerde kullanılır. 12 V AC çıkış uçları ile beslenir. Hareket deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.57: Zaman kaydedici

TELEM ŞERİDİ

Telem şeridi (Görsel 3.58); genişliği 10 mm, uzunluğu yaklaşık 300 mm olan kâğıt banttır. Zaman kaydedici ile birlikte kullanılır.



Görsel 3.58: Telem şeridi

TERAZİ

En fazla 3 kg olan kütleleri ölçmek için tasarlanan teraziler (Görsel 3.59), deneylerde kütle ölçümü yapmak için kullanılır.



Görsel 3.59: Terazi

ANALİTİK TERAZİ

Analitik terazi (Görsel 3.60) olarak da isimlendirilen dijital hassas teraziler, kütle ölçümü için kullanılmaktadır. Laboratuvarlarda hassas ölçüm yapabilen terazilerdir. Ölçüm hassasiyeti açısından virgülden sonra kaç basamak tartabildiğine bağlı olarak x basamaklı terazi olarak adlandırılır.



Görsel 3.60: Analitik terazi

EŞİT KOLLU (HİDROSTATİK) TERAZİ

Eşit kollu terazi; 50 mg duyarlı, 500 g'a kadar tartabilen özellikle terazidir (Görsel 3.61). Kütle ölçümü ve özkütle deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.61: Eşit kollu terazi

ÖZKÜTLE KÜPLERİ

Her biri 1 cm kenarlı küplerden oluşur. Ağaç, demir ve alüminyum malzemeden yapılmaktadır (Görsel 3.62). Metaller aynı renge boyanmıştır. Özkütle deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.62: Özkütle küpleri

SÜRTÜNME TAKOZU

Sürtünme takozu (Görsel 3.63), ahşap malzemeden üretilmektedir. Sürtünme takozunun üzerinde yarıklı kütle takımından kütle takmak için bir il ve önünde de takozu çekmek için bir kanca bulunmaktadır. Hareket deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.63: Sürtünme takozu

EĞİK DÜZLEM ARABASI

Eğik düzlem arabası (Görsel 3.64), eğik düzlem tahtası ile birlikte kullanılır. Tekerlekleri plastik, gövdesi nikel kaplı sacdan yapılmıştır. Hareket deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.64: Eğik düzlem arabası

EĞİK DÜZLEM TAHTASI

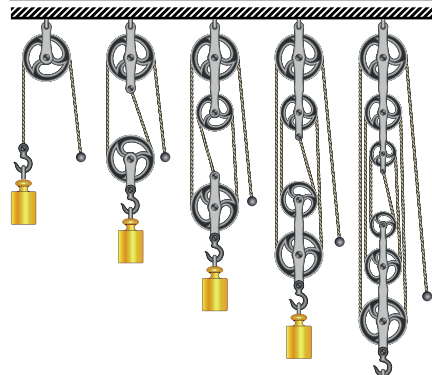
Bir ucu delikli olan eğik düzlem tahtası (Görsel 3.65), eğik düzlem arabası ile birlikte hareket deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.65: Eğik düzlem tahtası

MAKARA ÇEŞİTLERİ

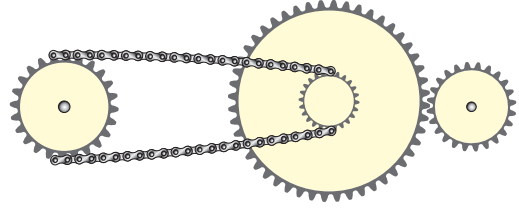
Makaralar (Görsel 3.66); tekli, sabit, hareketli ve kademeli olarak çeşitli şekilde üretilmektedir. Basit makinelerin çalışma prensibini açıklamakta yararlanılır. Hareket ve enerji deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.66: Makara çeşitleri

DIŞLİ ÇARKLAR

Dişli çarklar (Görsel 3.67), dönme sayısının çap ile ilişkisini gösteren ve hareket aktarımını sağlayan ders aracıdır. Basit makinelerin çalışma prensibini açıklamaya yarar. Hareket deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.67: Dişli çarklar

KALDIRAÇ KOLU

Kaldıraç kolu (Görsel 3.68), üzerinde 11 delik ile 10 eşit parçaya bölünmüş, alüminyumdan yapılmış bir malzemedir. Basit makinelerin çalışma prensibini açıklamaya yarar. Hareket deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.68: Kaldıraç kolu

JİROSKOP

Jiroskop (Görsel 3.69), serbest hareketli bir eksen etrafında dönen disk veya tekerlekten oluşan araçtır. Açısal momentumun korunumunun deneysel olarak gözlenmesini sağlayan deney aracıdır. Momentum deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.69: Jiroskop

İKİ BOYUTLU UZAYDA ÇARPIŞMA TAKIMI

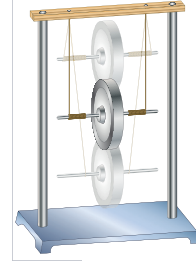
İki boyutlu uzayda çarpışma takımı, momentumun korunumunun deneysel olarak gözlemlenmesini sağlayan deney aracıdır. Takımda kavisli yol, demir bilyeler, plastik bilyeler bulunmaktadır (Görsel 3.70). Momentum deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.70: İki boyutlu uzayda çarpışma takımı

MAXWELL (MAKSVEL) ÇARKI

Maxwell çarkı, enerjinin bir diğer enerji çeşidine dönüşümünü göstermek için kullanılan araçtır (Görsel 3.71). Enerji deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.71: Maxwell çarkı

SU ÇARKI

Su çarkı (Görsel 3.72), plastik malzemeden model olarak üretilmiştir. Enerji deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.72: Su çarkı

POTANSİYEL ENERJİSİ TAKIMI

Potansiyel enerjisinin çeşitli ölçümler sonucu hesaplanması için kullanılmaktadır. Potansiyel enerjisi takımında 1 adet sarmal yay, 1 adet çengelli ağırlık 0,5 kg, 1 adet çengelli ağırlık 1 kg, 3 adet işaret kıskacı bulunmaktadır (Görsel 3.73). Enerji deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.73: Potansiyel enerji takımı

METAL ÇİFTİ

Metal çifti (Görsel 3.74); eşit uzunlukta, iki farklı metalin perçinlenmesiyle oluşur. Metallerin genleşme katsayısının farklı olmasından yararlanmak için oluşturulmuş düzenektir. Isı ve sıcaklık deneylerinde kullanılmaktadır.



Görsel 3.74: Metal çifti

GRAVZANT HALKASI

Gravzant halkası (Görsel 3.75), metalden yapılmış bir küre ve kürenin geçebileceği kadar boşluk olan levhadan oluşmaktadır. Isı ve sıcaklık deneylerinde kullanılmaktadır.



Görsel 3.75: Gravzant halkası

VOLTMETRE

Voltmetre (Görsel 3.80), bir elektrik devresinde bağlandığı iki nokta arasındaki potansiyel farkı ölçmek için kullanılan araçtır. Doğru akımda 0-3 V, 0-10 V ve 0-15 V aralığını ölçmek için farklı özelliklere sahip olarak üretilir. Döner çerçeveli ölçü aleti olup doğrusal skalaya sahiptir. Elektrik deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.80: Voltmetre

AMPERMETRE

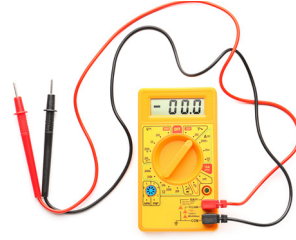
Ampermetre (Görsel 3.81), bir iletken üzerinden geçen akım şiddetini ölçmek için üretilmiştir. Doğru akımla çalışır. 0-25 mA aralığını, 0-1 A aralığını, 0-5 A aralığını ölçmek için çeşitleri bulunmaktadır. Elektrik deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.81: Ampermetre

MULTİMETRE

Multimetre (Görsel 3.82), çok amaçlı ölçüm yapmak için geliştirilmiş bir cihazdır. Direnç değerini ölçebilir. Bunun yanı sıra akım ve potansiyel farkı hem alternatif akımda hem de doğru akımda ölçebilir. Elektrik deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.82: Multimetre

ZİL TELİ

Zil teli (Görsel 3.83), elektrik akımının manyetik etkileri incelenirken tanjant galvanometresi ile birlikte kullanılır. 10 m uzunluğunda olup telin uçları krokodillidir (timsah ağızlı). Elektrik ve manyetizma deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.83: Zil teli

BAĞLANTI KABLOLARI

Bağlantı kablolarının (Görsel 3.84) uçları, krokodil (soldaki) ya da 4 mm'lik born vida klemenslerine (sağdaki) uygun olarak üretilir. Kablolar, kırmızı ve siyah olarak iki renkte olup 50, 100, 200 cm gibi farklı uzunluklara sahiptir. Elektrik deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.84: Bağlantı kabloları

ALÇAK GERİLİM GÜÇ KAYNAĞI

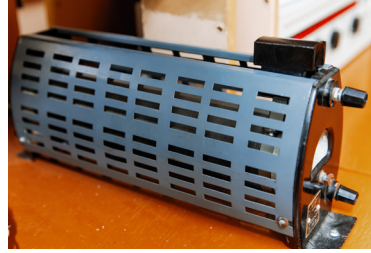
Alçak gerilim güç kaynağı (Görsel 3.85), 1,5-3-6-12 V AC ve DC çıkış sağlamaktadır. 220 V ve 50 Hz ile çalışır. Elektrik deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.85: Alçak gerilim güç kaynağı

REOSTA

Ayarlanabilir direnç ya da değişken direnç olarak isimlendirilen reosta (Görsel 3.86), elektrik akım şiddetini sınırlayıcı olarak kullanılmaktadır. Reostanın üzerinden 5 A'e kadar akım geçebilir. Reosta, 10 ohm'luk direnç değerine sahiptir. Elektrik deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.86: Reosta

PİL YATAĞI (DÖRTLÜ)

Pil yatağı (Görsel 3.87), dört adet büyük boy pil alacak şekilde tasarlanmıştır. Üzerinden 1,5-3-4,5-6 V çıkışlar alınabilir. Elektrik deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.87: Pil yatağı

ELEKTRİK DEVRE ANAHTARI

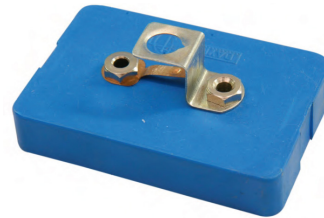
Elektrik devre anahtarı (Görsel 3.88), elektrik devrelerinde devreyi açıp kapatmak için kullanılır. Elektrik deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.88: Elektrik devre anahtarı

DUY

Duy, lambanın takıldığı devre elemanıdır (Görsel 3.89). Elektrik devresi deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.89: Duy

DİRENÇ TAHTASI

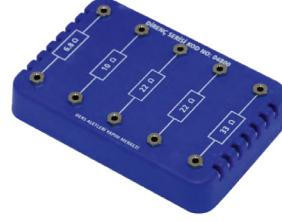
Farklı çap ve kesit alanına sahip bakır ve krom nikel tellerden yapılan direnç tahtası (Görsel 3.90), katı iletken maddelerin direncinin bağlı olduğu değişkenlerin belirlenmesi için elektrik deneylerinde kullanılmaktadır.



Görsel 3.90: Direnç tahtası

DİRENÇ SERİSİ

Direnç serisi, belli değerlere ayarlanmış dirençlerin seri ve paralel bağlanmasını sağlayan araçtır (Görsel 3.91). Elektrik deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.91: Direnç serisi

AKIM TERAZİSİ

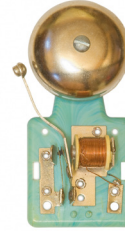
Akım terazisi (Görsel 3.92), 1,5 mm çapındaki bakır tel-den yapılır. Akım makarası ile birlikte kullanılır. Elektrik deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.92: Akım terazisi

ELEKTRİK ZİLİ

Bir set (takım) olarak bulunan elektrik zili (Görsel 3.93), elektromıknatısın günlük hayattaki uygulamasıdır. Elektrik deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.93: Elektrik zili

BOBİN

Bobin (Görsel 3.94), plastik makaraya uygun çaptaki emaye telden sarılır. Elektrik akımının çıkışı, born vidaları kullanılarak yapılır. Bobinin göbek ölçüleri, demir U çekirdeği ölçüleri ile uyumludur. Plastik kapak üzerinde sarım sayısı, indüktif direnci, omik direnci yazılıdır. Ayrıca 5 sarımlı, 300 sarımlı, 600 sarımlı ve 1.200 sarımlı çeşitleri de vardır. Elektrik deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.94: Bobin

ELEKTRİK MOTORU MODELİ

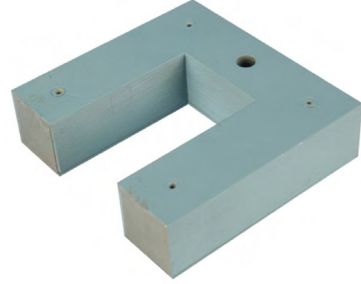
Elektrik motoru (Görsel 3.95) ve dinamo yapısının incelenmesi ve çalışma prensibinin açıklanmasında yararlanır. Elektrik deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.95: Elektrik motoru modeli

DEMİR U ÇEKİRDEK

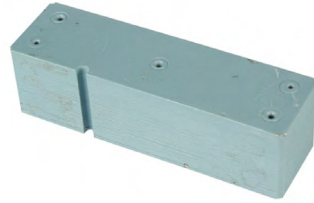
Demir U çekirdek (Görsel 3.96), transformatör yapılmasında farklı sarım sayılı bobinler kollarına geçirilerek kullanılır. Silisli sac levhalardan paketlenerek yapılmıştır. Elektrik deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.96: Demir U çekirdek

DEMİR U ÇEKİRDEK KAPAĞI

Demir U çekirdek kapağı, silisli sac levhalardan paketlenerek yapılır (Görsel 3.97). Elektrik deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.97: Demir U çekirdek kapağı

DEMİR TOZU

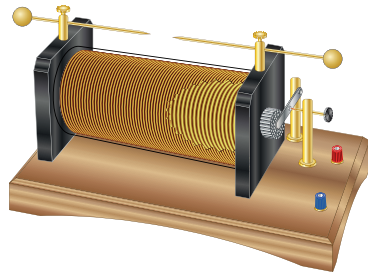
Demir tozu (Görsel 3.98), demirin kum gibi küçük parçalarından oluşmuş hâlidir. Demir tozunun bulunduğu kabın kapağı, delikli şekilde plastikten yapılmıştır. Manyetizma deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.98: Demir tozu

İNDÜKSİYON BOBİNİ

İndüksiyon bobini (Görsel 3.99), 6-9 volt gerilim ile çalışır. Küçük ve büyük tipte üretilebilmektedir. 10 mm kıvılcım atlama aralığı vardır. Bu aralık arasında yaklaşık 18.000 volt gerilim oluşur. Geislerr tüplerini çalıştırmak için de yararlanır. Elektrik deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.99: İndüksiyon bobini

GEİSLERR TÜPLERİ

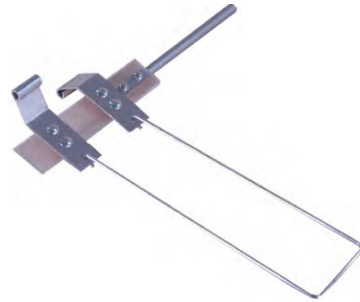
Geislerr tüpleri (Görsel 3.100); 30 mm çapında, 300 mm uzunluğunda, farklı basınçlarda vakumlanmış (neon, argon, helyum) tüplerden oluşan takımdır. Akım geçirildiğinde gazlar elektriği ileterek farklı renkte ışık saçar. İndüksiyon bobini ile birlikte çalışır. Elektrik deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.100: Geislerr tüpleri

ELEKTROMANYETİK KUVVET SALINCAĞI

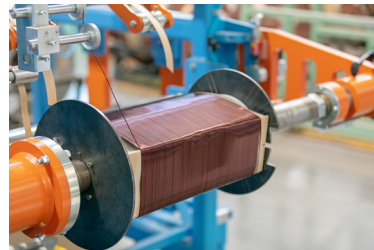
Elektromanyetik kuvvet salıncağı (Görsel 3.101), 3x20x90 mm plastik levha üzerine fiş yuvalı iki alüminyum levha perçinlenerek yapılmaktadır. Salıncak kısmı manyetik alan içerisinde kolayca salınım yapabilmek özelliğine sahiptir. Elektrik deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.101: Elektromanyetik kuvvet salıncağı

AKIM MAKARASI (SELENOİT)

Manyetik alanın ölçülmesinde akım terazisi ile birlikte kullanılır. Akım makarası (Görsel 3.102), 165 mm boyunda ve iç çapı 45 mm olan plastik makaraya 1 mm çaplı emaye telin 4 kat sarılması ile oluşturulmuştur. Ayrıca mıknatıs ile indüksiyon akımının elde edilmesinde yararlanır. Elektrik ve manyetizma deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.102: Akım makarası

PUSULA

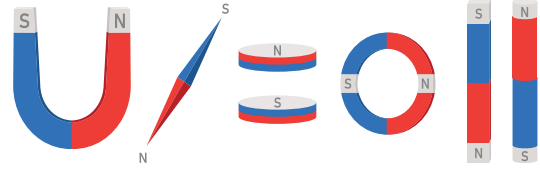
Pusula (Görsel 3.103), yön bulmak için üretilmiştir. Pusulanın çevresini oluşturan kısım bölmelere ayrılmıştır. Elektrik ve manyetizma deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.103: Pusula

MIKNATIS ÇEŞİTLERİ

Alnico [Alnico (Alüminyum-nikel-kobalt)] kullanılarak üretilen mıknatıslar (Görsel 3.104), boyanarak ya da üzerine kutupları yazılarak kullanılmaktadır. Çubuk, daire, çember, u şeklinde ya da at nalı şeklinde üretilmektedir. Elektrik ve manyetizma deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.104: Mıknatıs çeşitleri

ARŞİMET SİLİNDİRİ

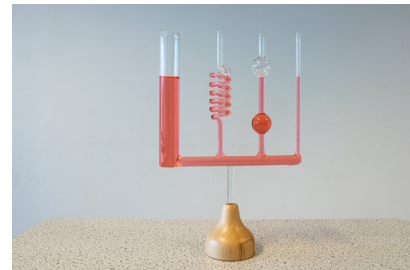
Arşimet prensibini göstermek için üretilmiştir. Arşimet silindirin dış kutusu plastik, iç kutusu pirinç malzemedir (Görsel 3.105). Silindirin bir ucunda kanca, dış kutunun alt kısmında kanca ve üst kısmında halka vardır. Plastik dış kutu 27 mm çapında, alt kancası ve halkasıyla birlikte 750 mm yüksekliğindedir. Kaldırma kuvveti deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.105: Arşimet silindiri

BİRLEŞİK KAPLAR

Birleşik kaplar (Görsel 3.106), plastik veya tahta kaide üzerinde cam kollardan oluşan malzemedir. Basınç deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.106: Birleşik kaplar

EMME BASMA TULUMBA MODELİ

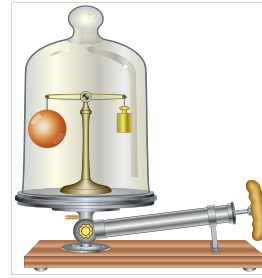
Emme basma tulumba modeli (Görsel 3.107), emme basma tulumbanın çalışma prensibini göstermektedir. Şeffaf plastik malzemeden yapılmıştır. Basınç deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.107: Emme basma tulumba modeli

PİSTONLU HAVA TULUMBASI

Havası boşaltılacak olan ortamla irtibatı sağlayacak üç yollu bir musluğu vardır. Fanustaki havayı tahliye için 25 cm çaplı alüminyum tablası ve lastik contası bulunur (Görsel 3.108). Kaldırma kuvveti deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.108: Pistonlu hava tulumbası

BASINÇ İLETİM ALETİ

Basınç iletim aleti, Pascal (Paskal) ilkesinin uygulamasını deneysel olarak göstermek için plastikten üretilmiştir (Görsel 3.109). Basınç deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.109: Basınç iletim aleti

MANOMETRE U BORULU

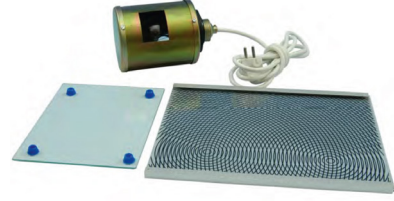
Manometre, basıncı ölçmek için geliştirilen bir araçtır. "U" şeklindeki bir cam boru ve "mm" olarak bölmelendirilmiş plastik bir gövdeden oluşmaktadır (Görsel 3.110). Metal sapı nikel kaplı olup takımdaki üçayakla uyumludur. Basınç deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.110: Manometre U borulu

DALGA LEĞENİ TAKIMI

Dalga leğeni takımı (Görsel 3.111), doğrusal ve dairesel su dalgaları oluşturup su dalgalarının yansıma, kırılma, kırınım, girişim olaylarını açıklamak için tasarlanmıştır. Dalgalar deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.111: Dalga leğeni takımı

SARMA YAYLAR TAKIMI

Tek boyutlu, enine ve boyuna dalgaları incelemek için geliştirilmiştir. Dalga hareketlerinde atma, yansıma ve geçme, girişim gibi olaylar gözlenebilir. Takımda, 1 adet sarma yay (yay çapı 2 cm), 1 adet sarma yay (yay çapı 7,5 cm), 5 m misina bulunur (Görsel 3.112). Dalga deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.112: Sarma yaylar takımı

DİYAPAZON (TİTREŞİM ÇATALI)

Ses çatalı olarak da isimlendirilen diyapazon (Görsel 3.113), rezonans kutusu ve tokmağı ile birlikte bulunur. Yapım şekline göre 333 Hz, 444 Hz, 533 Hz ve 1.000 Hz frekansta ses veren çeşitleri vardır. Ses dalgaları ve rezonans deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.113: Diyapazon

IŞIK KAYNAĞI

Paralel ışık demeti elde etmek için kullanılan ışık kaynağında (Görsel 3.114) 12 V potansiyel farkı ile çalışan ampul kullanılmaktadır. Optik deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.114: Işık kaynağı

EKRAN SAPLI

Beyaza boyanmış metal levhadan yapılan ekranın (Görsel 3.115) boyutları 190x250x0,7 mm ölçülerindedir. Metal sapı sayesinde optik ray üzerinde sabitlenebilir. Optik deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.115: : Ekran saplı

EKRAN SAPLI (YARI SAYDAM)

Yarı saydam malzemeden yapılan ekranın (Görsel 3.116) boyutları 180x240x2 mm ölçülerindedir. Metal sapı sayesinde optik ray üzerinde sabitlenebilir. Optik deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.116: Ekran saplı (yarı saydam)

DÜZLEM AYNA

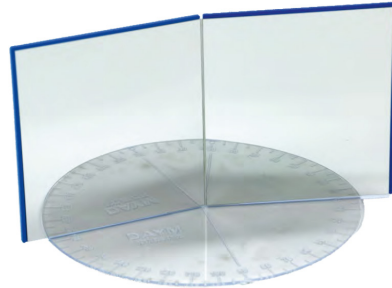
Camdan yapılan düzlem ayna (Görsel 3.117), plastik bir gövde üzerine yerleştirilmiştir. Boyutları 10 cm x 8 cm olacak şekilde üretilmektedir. Optik deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.117: Düzlem ayna

ARALARINDA AÇI YAPAN DÜZLEM AYNALAR

Aralarında açı yapan düzlem aynalar (Görsel 3.118), plastik bir gövde üzerine yerleşen iki düzlem aynadan oluşur. Aynalar, 10 cm x 8 cm ebatlarındadır. Optik deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.118: Aralarında açı yapan düzlem aynalar

ÇUKUR AYNA

Camdan yapılan çukur ayna (Görsel 3.119), plastik çerçeve içine yerleştirilmiştir. Metal sapı sayesinde optik ray üzerinde sabitlenebilir. Odak uzaklığı 10 cm'dir. Optik deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.119: Çukur ayna

TÜMSEK AYNA

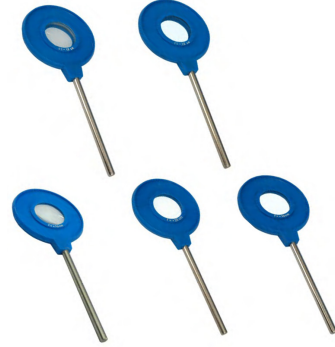
Camdan yapılan tümsek ayna (Görsel 3.120), plastik çerçeve içine yerleştirilmiştir. Metal sapı sayesinde optik ray üzerinde sabitlenebilir. Odak uzaklığı 10 cm'dir. Optik deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.120: Tümsek ayna

MERCEK SETİ

Mercek seti (Görsel 3.121), camdan yapılan ve farklı odak uzaklığına sahip merceklerden oluşturulmuş ve plastik çerçeve içine yerleştirilmiş settir. Metal sapı sayesinde optik ray üzerinde sabitlenebilir. Merceklerin odak uzaklığı -20 cm, -10 cm, 10 cm, 20 cm ve 30 cm'dir. Optik deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.121: Mercek seti

OPTİK KUTU

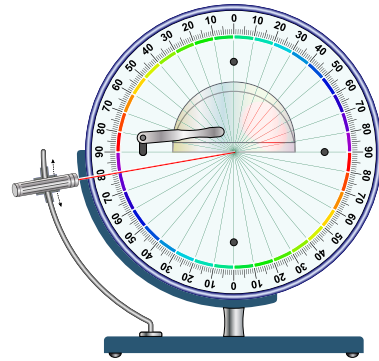
Optik kutu (Görsel 3.122), yansıma ve kırılma kanunlarının açıklanması sırasında kullanılan araçtır. Optik daire ile birlikte kullanılır. İçerisinde çeşitli ince kenarlı ve kalın kenarlı mercekler bulunmaktadır. Optik deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.122: Optik kutu

OPTİK DAİRE

Optik daire (Görsel 3.123), yansıma ve kırılma kanunlarının açıklanması sırasında kullanılan araçtır. Optik kutu ile birlikte optik deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.123: Optik daire

İŞIK PRİZMASI (AKRİLİK)

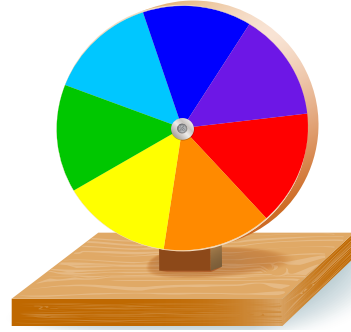
Akrilik malzemeden yapılan ışık prizması (Görsel 3.124), eşkenar üçgen prizma şeklindedir. Optik deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.124: Işık prizması

NEWTON (NÜVTİN) ÇARKI

Newton çarkı (Görsel 3.125), beyaz ışığın oluşumunu veya birleşimini gösteren ders aracıdır. Optik deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.125: Newton çarkı

OPTİK RAY

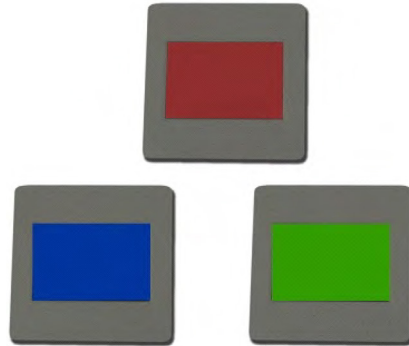
Optik ray (Görsel 3.126); metalden yapılmış, silindirik bir çubuktur. Çeşitli optik malzemeleri sabitleyip bir sistem oluşturmak için kullanılmaktadır. Optik deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.126: Optik ray

RENK FİLTRE SETİ

Renk filtre seti (Görsel 3.127); kırmızı, mavi ve yeşil renkli filtrelerden oluşmaktadır. Işığın filtrelerden geçişi konusundaki optik deneylerinde kullanılır.



Görsel 3.127: Renk filtre seti

İŞIK MİKROSKOBU

Gözle görülmesi mümkün olmayan mikroorganizmaların, bitkisel ve hayvansal hücrelerin incelenmesini sağlayan laboratuvar cihazıdır. Kendi eksenini etrafında 360° dönebilen ve eğimli bir başlığı vardır. Işık ve elektron mikroskobu olmak üzere iki çeşidi bulunmaktadır. Gör-sel 3.128'de ışık mikroskobu gösterilmiştir.

Bir ışık mikroskobu, mekanik ve optik iki kısımdan oluşur. Mekanik kısımda mikroskop gövdesi, tabla, mikroskop tüpü, ayar vidaları, revolver, şaryo ve ayak bulunur. Optik kısım ise oküler, objektif ve kondansatörden oluşur. Bir oküleri bulunan mikroskoba **monoküler**, iki oküleri bulunan mikroskoba **binoküler** denir. Oküler üzerinde büyütme gücü yazılıdır.

Objektif, revolver üzerine monte edilmiş merceklerden oluşur (4X, 10X, 40X, 100X). 4X objektif arama objektifi, 100X objektif ise immersiyon objektifi olarak adlandırılır.

Bir mikroskobun büyütme gücü, oküler ve objektif üzerindeki merceklerin büyütme gücü ile orantılıdır. Kullanılan mercek çeşidine göre büyütme gücü değişiklik gösterir.

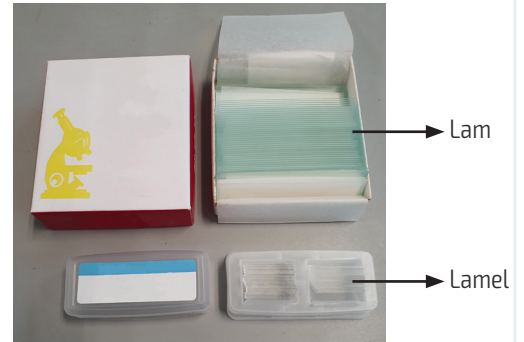


Gör-sel 3.128: Işık mikroskobu

LAM ve LAMEL

Lam; 26x76 mm ölçülerinde, mikroskopta incelenecek preparatların ve materyallerin hazırlanmasını sağlayan, dar, ince ve uzun cam malzemedir.

Lamel; 18x18 mm ölçülerinde, lam üzerine kapatılan küçük, dört köşeli ve çok ince cam malzemedir. Laboratuvarında lam ve lamel ile çalışırken malzemenin temiz olmasına özen gösterilmeli ve dikkatli çalışılmalıdır (Gör-sel 3.129).



Gör-sel 3.129: Lam ve lamel

PETRİ KABI

Mikrobiyoloji ve bakteriyoloji çalışmalarında besi yeri hazırlamak ve mikroorganizma inokülasyonu için kullanılan, kapaklı, cam veya plastik silindirik kaplardır. Cam petri kapları, 120-160 °C sıcaklığa dayanıklı kaplardır (Gör-sel 3.130).

Petri kabı ile çalışırken petri kabının steril olmasına dikkat edilmeli; kırık, çatlak malzemelerle çalışılmamalıdır.



Gör-sel 3.130: Petri kapları

DİSEKSİYON KİTİ

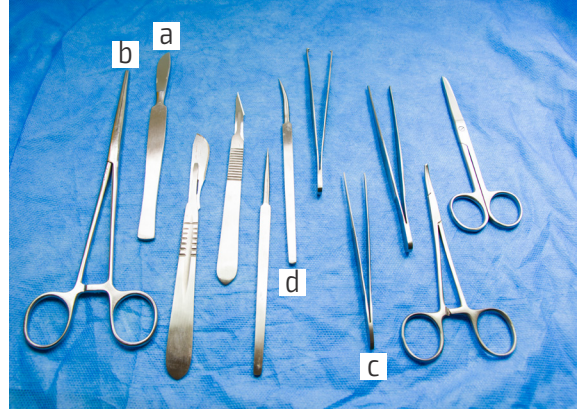
Bitki ve hayvan dokularının incelenmesi için hazırlık çalışmaları sırasında kullanılan metal aletlerdir. Diseksiyon kiti; bisturi, diseksiyon makası, penset ve diseksiyon iğnesi gibi parçalardan oluşur (Görsel 3.131).

Bisturi (a); parçalama, kesit alma gibi işlemlerde kullanılır. Çok keskin bir alettir. Bu nedenle kullanımı sırasında dikkatli olunmalıdır.

Diseksiyon makası (b), ucu sivri ve eğri metal malzemedir. Organların yumuşak ve hassas dokularını kesmek ve cerrahi işlemlerde kullanmak üzere geliştirilmiştir.

Penset (c); materyallerin tutulmasını sağlayan, ince uçlu, ucu düz, eğimli veya dişli, metal malzemedir. Cerrahi müdahale ve pansumanlar sırasında da kullanılır.

Diseksiyon iğnesi (d); ucu sivri ve keskin, uç kısmı metal, sap kısmı metal veya plastik laboratuvar malzemesidir. Organ ve dokuların kesilip incelenmesinde kullanılır.



Görsel 3.131: Diseksiyon kiti

DİSEKSİYON KÜVETİ

Çeşitli hayvan ve dokuların incelenmesinde kullanılan, 35x25x4 cm ebatlarında, alüminyum veya plastik küvetlerdir (Görsel 3.132). İçine uygun kalınlıkta parafin dökülür. Parafin, incelenecek materyalin iğne ile tutturulmasını sağlar.

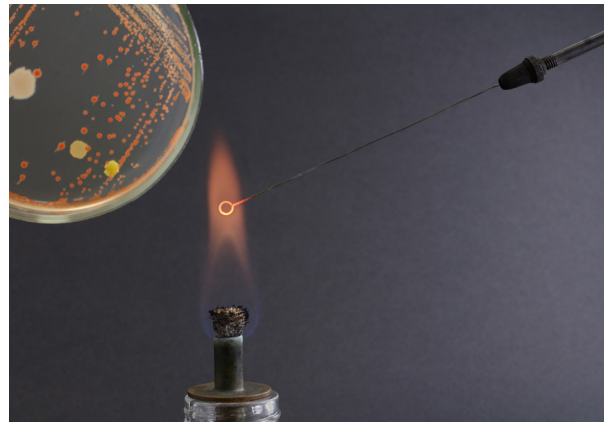


Görsel 3.132: Diseksiyon küveti

ÖZE

Mikroorganizma ekimi sırasında kullanılan, uç kısmı halka şeklindeki metal aletlerdir. Daha çok katı ve sıvı ortamdaki kolonilerden örnek alınmasını sağlar.

Laboratuvarıda öze, Görsel 3.133'te görüldüğü gibi sterilize (alevde kızıllaşıncaya kadar yakılıp soğutulmalı veya sterilatörde 175 °C'de bir dakika tutulmalı) edilerek kullanılmalıdır. Ekimi yapılacak mikroorganizma öze ile alınır, besi yerine batırılıp çekilir ve mikroorganizmanın uygun koşullarda üremesi sağlanır. Bu sırada ekimi yapılan mikroorganizmanın adı, inkübasyon tarihi, sıcaklığı, besi yeri adı gibi bilgiler yazılmalıdır.



Görsel 3.133: Öze

EKÜVYON (SVAB)

Vücutun bazı bölgelerinden (ağız, burun, kulak, boğaz, anüs, vajina gibi) örnek almak için kullanılan, ucu pamuklu, genellikle plastik çubuklardır. Steril tüp içinde bulunur (Görsel 3.134). Besi yeri olan tüp eküvyonlar da vardır. Örneklerin inceleninceye kadar canlılığını kaybetmeden uygun koşullarda taşınmasını sağlar.



Görsel 3.134: Eküvyon

CAM FANUS

Solunum ve fotosentez deneylerinde kullanılan, cam malzemelerdir (Görsel 3.135). Üzerinde pistonlu hava emme tulumbası bulunur. Fizik, biyoloji ve fen laboratuvarlarında kullanılmaktadır.

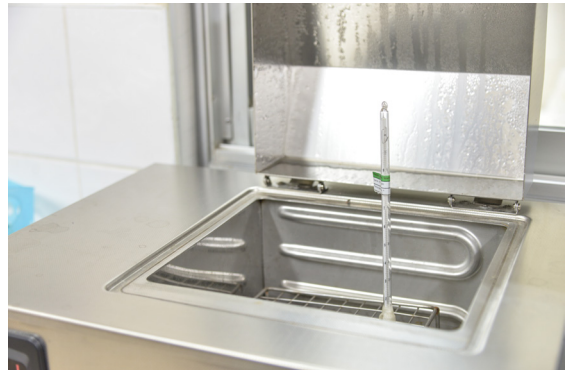


Görsel 3.135: Cam fanus

SU BANYOSU (BENMARI)

Laboratuvarda sıcak su elde etmeye, suyu veya kimyasalları istenen sıcaklıkta sabit tutmaya yarayan cihazdır (Görsel 3.136). Ayrıca su banyosu ile agarlı besi yerlerinin otoklav öncesinde eritilmesi sağlanır.

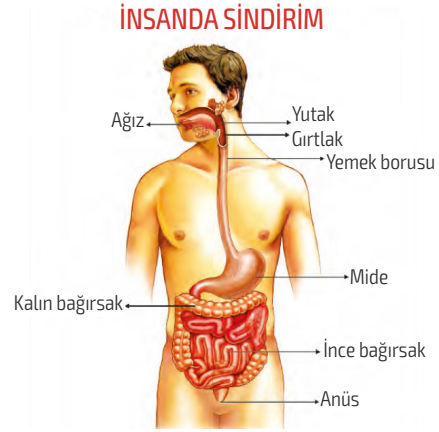
Su banyosunu çalıştırmadan önce su seviyesi kontrol edilmeli, su eksikse saf su eklenmelidir. Çalıştırıldıktan sonra içindeki su istenen sıcaklığa gelene kadar beklenmelidir. Su banyosu ile çalışırken içine konacak cam malzemelerin ısıya dayanıklı olmasına dikkat edilmeli, ağızları kapatılmalıdır. Çalışma bitiminde su banyosu kapatılmalı, soğuduktan sonra temizlenerek bırakılmalıdır. Mikrobiyoloji ve patoloji laboratuvarlarında sıklıkla kullanılmaktadır.



Görsel 3.136: Su banyosu

SİNDİRİM SİSTEMİ LEVHASI

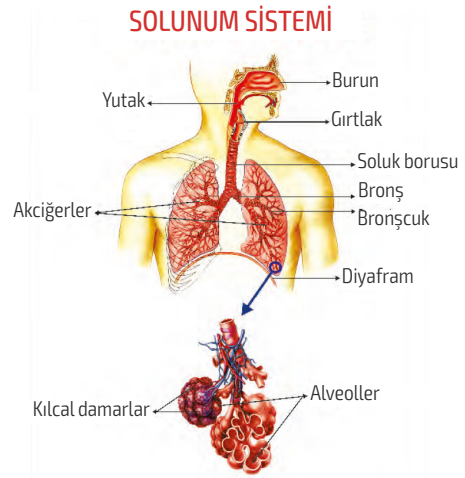
70x100 cm ebatlarında, laminasyon kaplı levhadır. Sindirim sistemi elemanlarını gösterir (Görsel 3.137).



Görsel 3.137: Sindirim sistemi levhası

SOLUNUM SİSTEMİ LEVHASI

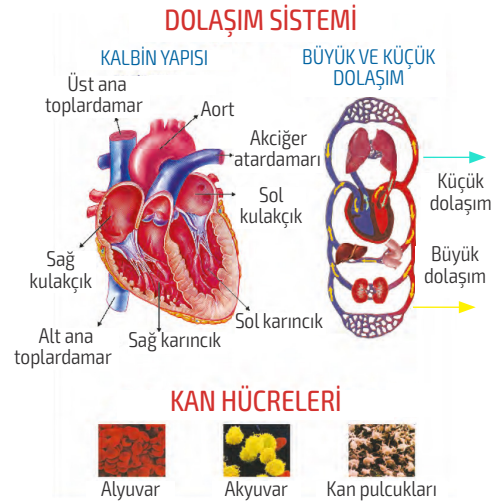
70x100 cm ebatlarında, laminasyon kaplı levhadır. Solunum sisteminde bulunan solunum organlarını ve alveollerdeki gaz değişimlerini gösterir (Görsel 3.138).



Görsel 3.138: Solunum sistemi levhası

DOLAŞIM SİSTEMİ LEVHASI

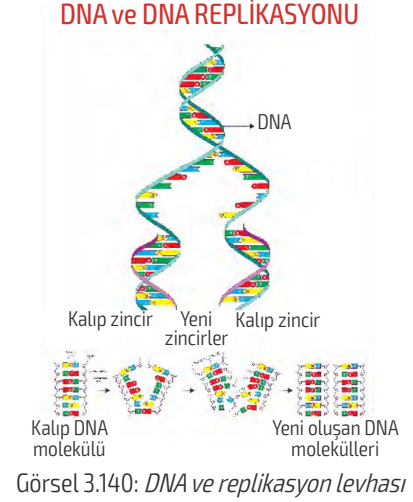
70x100 cm ebatlarında, laminasyon kaplı levhadır (Görsel 3.139). Kalbin yapısını, insan vücudundaki kan dolaşım sistemini ve kan hücrelerini gösterir.



Görsel 3.139: Dolaşım sistemi levhası

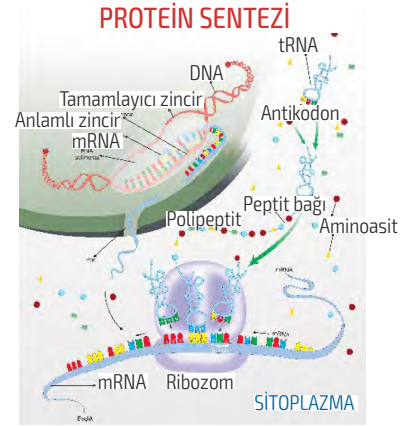
DNA VE REPLİKASYON LEVHASI

70x100 cm ebatlarında, laminasyon kaplı levhadır. DNA'nın yapısı ve replikasyonunu gösterir (Görsel 3.140).



PROTEİN SENTEZİ LEVHASI

70x100 cm ebatlarında, laminasyon kaplı levhadır. Hücrede protein sentezini gösterir (Görsel 3.141).



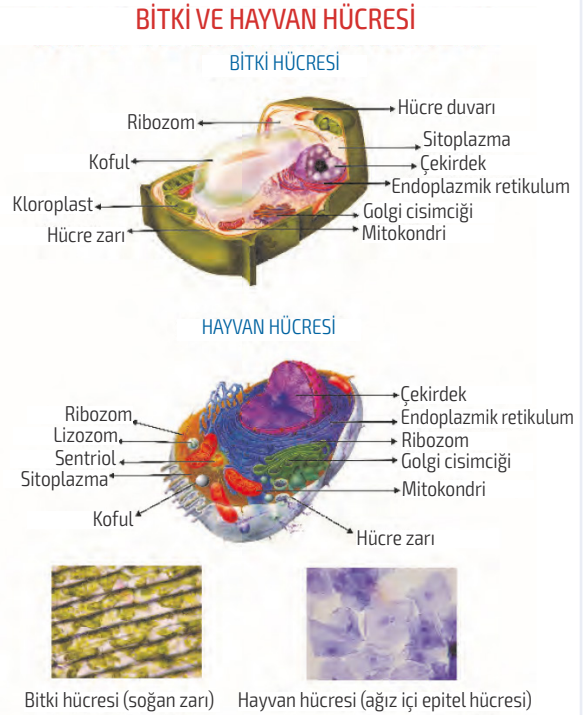
BAŞKALAŞIM LEVHASI

70x100 cm ebatlarında, laminasyon kaplı levhadır. Kurbağa ve kelebeklerdeki başkalaşım evrelerini göstermektedir (Görsel 3.142).



BİTKİ VE HAYVAN HÜCRESİ LEVHASI

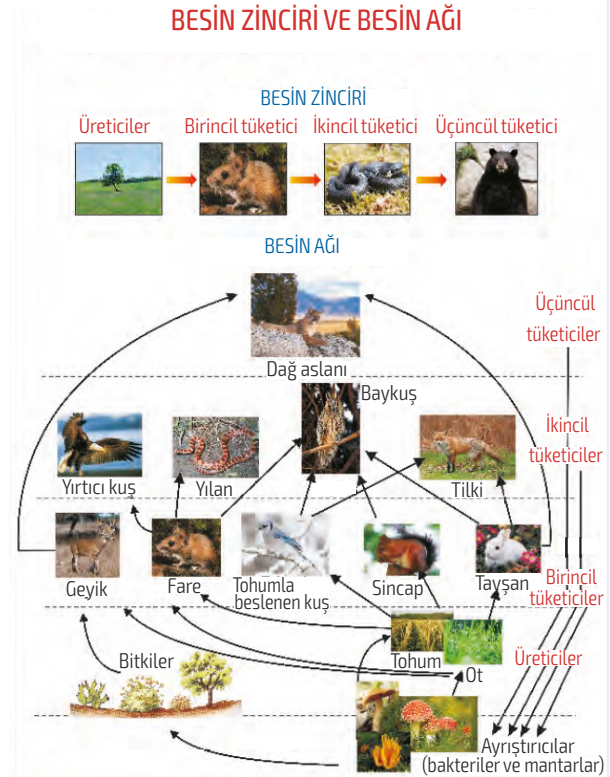
70x100 cm ebatlarında, laminasyon kaplı levhadır. Bitki ve hayvan hücresi konuları işlenirken kullanılır (Görsel 3.143).



Görsel 3.143: Bitki ve hayvan hücresi levhası

BESİN ZİNCİRİ VE BESİN AĞI LEVHASI

70x100 cm ebatlarında, laminasyon kaplı levhadır. Besin zinciri ve besin ağı örnekleri verilmiştir (Görsel 3.144).



Görsel 3.144: Besin zinciri ve besin ağı levhası

ÇİÇEK MODELİ

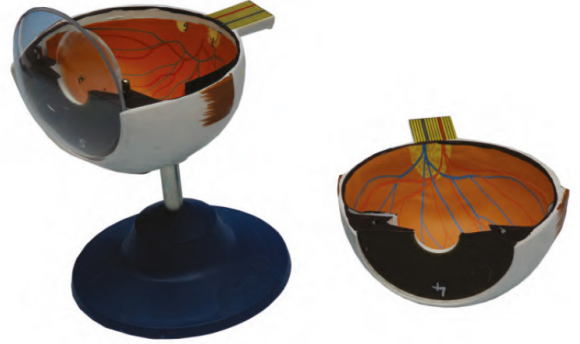
Plastik malzemeden üretilmiş olup çiçeğin taç ve çanak yapraklarını, erkek ve dişi organını göstermektedir (Görsel 3.145).



Görsel 3.145: Çiçek modeli

GÖZ MODELİ

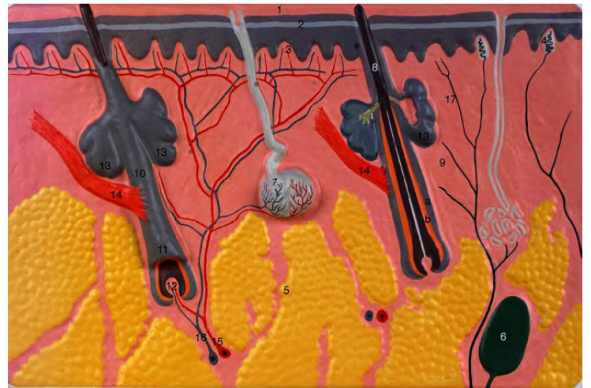
Duyu organlarından gözün yapısını incelemek için üretilmiş, plastik malzemedir (Görsel 3.146). Taşıyıcı altlığı ve sap üzerine monte edilmiştir.



Görsel 3.146: Göz modeli

DERİ KESİTİ

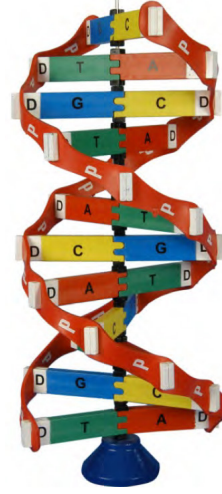
Derinin üst ve alt deri elemanlarını gösterir (Görsel 3.147). Duyu organları konusu işlenirken kullanılır. 25x36 cm ölçülerindedir.



Görsel 3.147: Deri kesiti

DNA MODELİ

DNA'nın yapısını, bazlarını ve bağlarını gösterir (Görsel 3.148). Kalıtım ve genetik konuları işlenirken kullanılır.



Görsel 3.148: DNA modeli

KALP MODELİ

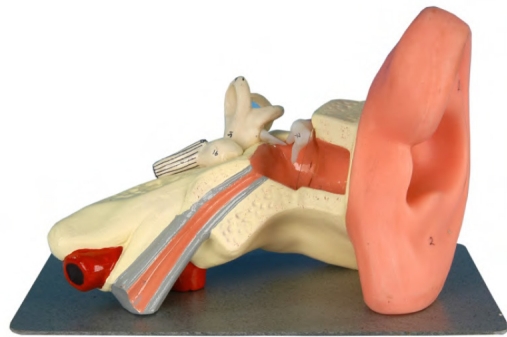
Yaklaşık 21x15x35 cm ebatlarında, plastik malzemeden üretilmiştir. Kalbin iç ve dış yapısını incelerken kullanılır (Görsel 3.149). Taşıyıcı altlığı ve sapı bulunmaktadır.



Görsel 3.149: Kalp modeli

KULAK MODELİ

Plastikten yapılmış olup kulağın dış, orta, iç kısımlarını gösterir (Görsel 3.150).



Görsel 3.150: Kulak modeli

GÖVDE KESİTİ

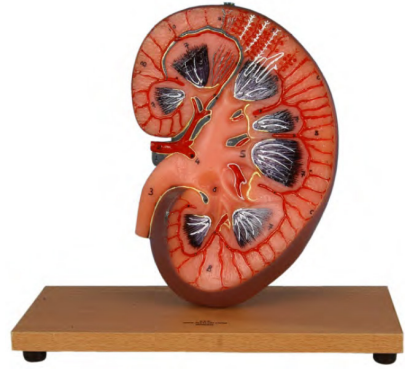
Bitki gövde kesitindeki hücreleri göstermektedir (Görsel 3.151).



Görsel 3.151: Gövde kesiti

BÖBREK KESİTİ

İnsan fizyolojisi işlenirken böbreğin yapısı ve fonksiyonları konularında kullanılır (Görsel 3.152).



Görsel 3.152: Böbrek kesiti

İNSAN VÜCUDU MODELİ

İç organları sökölüp takılabilir, plastikten yapılmış ders aracıdır (Görsel 3.153). 12x20x50 cm ölçülerindedir.



Görsel 3.153: İnsan vücudu modeli

3.3. LABORATUVARDA KULLANILAN TEMEL YÖNTEM VE TEKNİKLER

Laboratuvarda yürütülen çalışmalar temel amacına göre dört grupta toplanabilir.

1. Sentez Çalışmaları: Küçük ve basit yapılardan büyük ve daha karmaşık yapıların elde edilmesine yönelik çalışmalardır.
2. Analiz Çalışmaları: Bir maddenin bileşimini nicel veya nitel olarak incelemek amacıyla yapılan tüm deneysel çalışmaları içerir. Bir numunenin bileşiminin hangi bileşik, iyon ya da elementlerden oluştuğunu tespit etmek için yapılan çalışmalar kalitatif (nitel) analiz, bileşimi oluşturan maddelerin miktarını belirlemek için yapılan çalışmalar ise kantitatif (nicel) analiz olarak adlandırılır.
3. Gözlem ve Kavramaya Yönelik Çalışmalar: Kütle korunumu yasası, Faraday yasaları gibi temel prensipleri veya bir sıvının kaynama noktası, özkütlesi gibi maddenin temel özelliklerini ifade etmeye yönelik tüm deneysel çalışmalar bu grupta yer alır.
4. Ayırma ve Saflaştırma Çalışmaları: Homojen veya heterojen karışımları bileşenlerine ayırmak için yapılan deney çalışmalarını içerir.

Yürütülen çalışmalar amacına göre sentez veya analiz gibi hangi çalışma grubuna dâhil olursa olsun hepsinde temel laboratuvar yöntem ve tekniklerine ihtiyaç duyulur. Deneyde kullanılacak tüm malzemelerin ve işlemlerde takip edilecek yöntem ve tekniklerin bilinmesi, belirlenen yöntem ve tekniğe uygun, doğru malzemelerle doğru deney düzeneğinin kurulması gerekir. Laboratuvarda çalışırken en çok kullanılan temel yöntem ve tekniklerden bazıları aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- | | | |
|-----------------------------|-------------------|------------------|
| ▪ Karıştırma veya çalkalama | ▪ Dekantasyon | ▪ Ekstraksiyon |
| ▪ Isıtma | ▪ Süzme | ▪ Liyofilizasyon |
| ▪ Soğutma | ▪ Yıkama | ▪ Titrasyon |
| ▪ Kurutma veya yakma | ▪ Buharlaştırma | ▪ Kromatografi |
| ▪ Çöktürme | ▪ Damıtma | |
| ▪ Santrifüjleme | ▪ Kristallendirme | |

Laboratuvarlarda yaygın olarak kullanılan bu temel yöntemlerden istenen verimin alınması için yürütülen çalışmaya uygun yöntemin seçilmesi yeterli değildir. Yöntemin işlem basamaklarının nelere dikkat edilerek uygulanması gerektiği de iyi bilinmelidir.

Karıştırma ve Çalkalama

Birçok deneyde homojen bir ortam sağlanması ve bu ortamın korunması için karıştırma veya çalkalama yapılması gerekir. Karıştırma işlemi için basit olarak baget kullanılmakta olup daha çok vorteks ve ısıtmalı veya ısıtsız magnetik karıştırıcılar tercih edilir. Karıştırılacak sıvı maddelerin bulunduğu beher veya erlen, içine bir bar (magnetik balık) atılarak Görsel 3.154'te görüldüğü gibi manyetik karıştırıcı üzerine yerleştirilir ve istenen devirde karıştırma hızı ayarlanarak homojen ortam sağlanır. Özellikle uzun süreli karıştırma gerektiren deneylerde bu yöntem tercih edilir ve karıştırma sırasında madde ilavesi gerekiyorsa deney ortamı için çok boyunlu balon kullanılır. Deney tüpüyle çalışılıyorsa karıştırma işlemi için Görsel 3.155'teki gibi vorteks kullanılır.



Görsel 3.154: Manyetik karıştırıcı



Görsel 3.155: Vorteks ile karıştırma

Karıştırmanın zararlı olabileceği durumlar için istenen düzeyde sağa sola salınım yapması ayarlanarak düzenli çalkalama yapan GörSEL 3.156'daki çalkalayıcılar tercih edilir. Su banyosu içeren ve termostatlı olan çalkalayıcılar da vardır, bunlar aynı zamanda ısıtma işlemi için de kullanılır.

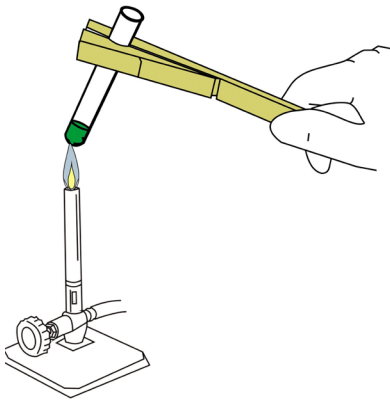


GörSEL 3.156: Çalkalayıcı

Isıtma

Isıtma, laboratuvar çalışmalarında temel işlemlerden biridir. Isıtma aracı olarak bunsen beki, ispirto ocağı, etüv veya ısıtıcı tablalar kullanılır. Isıtma işlemi; deney tüpü, cam balon, beher, erlenmayer veya kroze gibi malzemeler içinde gerçekleştirilir.

Bek alevi veya ispirto ocağı ile deney tüpünde ısıtma yapılıyor ise deney tüpü, GörSEL 3.157 a'daki gibi bir tahta maşa ile yaklaşık 45 derecelik bir açı yapacak şekilde alev üzerinde tutulmalıdır. Isıtma işlemi balon, beher veya erlen gibi cam bir kapta yapılıyorsa cam kap, GörSEL 3.157 b'de görüldüğü gibi üzerine amyant tel konmuş bir üçayak üzerine yerleştirilmelidir. Kaynama sırasında sıçrama veya taşmaları önlemek için cam kabın tamamen dolu olmamasına dikkat edilmeli ve deney ortam hacmine uygun boyutta cam malzeme seçilmelidir. Kroze ile ısıtma işlemlerinde GörSEL 3.157 c'deki gibi üçayak üzerine önce bir kil üçgen konur ve daha sonra kroze, bu kil üçgen üzerine hafif eğimle yerleştirilir.



a) Tüpte ısıtma



b) Balonda ısıtma



c) Krozede ısıtma

GörSEL 3.157 (a,b,c): Bunsen beki ile ısıtma

Elektrikli ısıtıcı tablalar, genelde termostatlı olup hem istenen sıcaklıkta düzenli ve kontrollü bir ısıtma hem de karıştırma özelliği sağladığından bekle ısıtmadan daha çok kullanılır (Görsel 3.158).

Etüvler ise sıcaklığa duyarlı, hassas maddeler için düşük sıcaklıklarda ısıtma ve cam malzemelerin kurutulması işlemlerinde kullanılır.

Yanıcı ve patlayıcı maddeler ile çalışılıyorsa alevle doğrudan ısıtma yerine ısıtma banyoları kullanılır. Deneyde kimyasal maddelerin kaynama ve erime noktaları gibi özelliklerine göre ısıtma işlemi, su banyosu veya yağ banyosu ile yapılmalıdır. 100 °C'ye kadar sıcaklıklar için su banyoları, 100 °C'den daha yüksek sıcaklıklar için yağ banyoları kullanılmalıdır.



Görsel 3.158: Isıtıcı tabla

Soğutma

Bazı çalışmalarda oda sıcaklığının altındaki sıcaklıklara ihtiyaç duyulur. Bu amaçla buz veya buz ile birlikte çeşitli tuzlar kullanılarak soğutma banyoları hazırlanır. Buz banyosu, 0 ile +5 °C sıcaklıklar için bir kap içine kırılmış buz parçalarının yerleştirilmesi ile hazırlanır. Soğutma, tepkime kabı hazırlanan bu buz banyosuna yerleştirilerek sağlanır.

0 °C'nin altındaki sıcaklıklara ihtiyaç duyulduğunda ise belirli miktardaki tuz ve kırılmış buz parçaları karıştırılarak elde edilen tuz-buz banyoları hazırlanır. Değişik oranlardaki tuz-buz karışımları ile -20 °C'ye kadar farklı soğutma sıcaklıkları sağlanabilir. Kuru buz olarak bilinen katı CO₂ çeşitli organik çözümlerle karıştırılarak -50 °C'den -78 °C'ye kadar sıcaklıkların elde edildiği soğutma banyoları hazırlanabilir (Görsel 3.159). Ayrıca sıvı azot banyosu kullanılarak -196 °C sıcaklığa kadar soğutma sağlanabilir.



Görsel 3.159: Kuru buz ile soğutma

Sabit bir sıcaklıkta, belli bir süre deneyin devam etmesi gerekebilir. Özellikle sıvı çözelti ortamında gerçekleşen reaksiyonlar için bunu sağlamanın en basit yolu geri soğutma işleminin uygulanmasıdır. Bunun için bir taraftan çözelti ısıtılır-

ken diğer taraftan oluşan buharın soğutularak reaksiyon kabına geri dönmesi sağlanır. Bu amaçla Görsel 3.160'taki gibi reaksiyon balonuna dik bir soğutucu borusu takılarak deney düzeneği kurulur, su girişi ve çıkışı sağlanır.



Görsel 3.160: Reaksiyon balonuna bağlanmış geri soğutucu

Çöktürme

Bir çözelti üzerine başka bir çözelti (reaktif çözelti) ilave edilmesi sonucu ortamda çözünmeyen bir maddenin katı olarak ayrılması olayına **çökme**, katı olarak ayrılan maddeye **çökelek** veya **çökelti**, yapılan işleme ise **çöktürme** denir. Oluşan çökeleğin tümünün kendi hâlinde dibe çökmesi sedimentasyon olarak adlandırılır.

Çöktürme için kullanılan reaktif sadece çöktürülmek istenen madde ile çökelek oluşturmali, başka iyonlarla tepkime vermemelidir. Tepkime veren iyon veya maddeler varsa uygun bir yöntemle önce bunlar uzaklaştırılmalıdır. Çöktürmede amaç; çözünürlüğü çok düşük, saf ve iri taneli çökeleklerin oluşturulmasıdır.

Çöktürme işleminde dikkat edilmesi gereken hususlar ve prosedür aşağıdaki maddelerde belirtilmektedir.

1. Çöktürülmek istenen maddenin özelliğine göre çöktürücü reaktif çözelti miktarı belirlenmelidir.
2. Reaktif çözeltiler, numune çözeltisi ile tepkime veren çözeltilerdir. Çöktürme işlemi, reaktif çözelti numune çözeltisi üzerine yavaş yavaş ilave edilip sürekli karıştırılarak gerçekleştirilmelidir (Görsel 3.161). Bu durum, çökelek büyümesi sırasında yabancı iyonların çökelek içinde kalarak çökelekle birlikte çökmesini engelleyecektir.
3. Çökme işlemi tamamlandıktan sonra çökelti üzerindeki berrak çözeltilerden birkaç damla deney tüpüne alınır. Üzerine çöktürücü reaktiften birkaç damla eklenir. Bir bulanma olmuyorsa çöktürme tam olarak gerçekleşmiştir. Çözeltide bir bulanma olmuştaysa çöktürme işleminin tamamlanmadığı anlaşılır ve ana çözeltiye reaktif eklemeye devam edilir. Deney tüpündeki çözelti de ana çözeltiye ilave edilmelidir.
4. Çökelek ve çözelti karışımı, çöktürme işlemi tamamlandıktan sonra su banyosunda kaynama noktasının altında veya oda sıcaklığında bir süre bekletilir. Bu işleme **olgunlaştırma** veya **dinlendirme** adı verilir.
5. Dinlendirme sonrası çökelek, çözelti ortamından ayrılmalıdır. Ayırma işlemi genellikle ya bir Gooch (Guch) krozesinden süzülerek ya da huni üzerine yerleştirilmiş bir süzgeç kâğıdı yardımıyla yapılır.
6. Süzgeç kâğıdı kullanılarak ayrılan çökelek, süzgeç kâğıdı ile birlikte sabit tartıma getirilmiş bir kroze içine konarak etüvde kurutulur.
7. Çökelek, etüvde kurutulduktan sonra kül fırında yakılır. Süzgeç kâğıdı külsüz olduğu için tamamen yanarak uzaklaşır ve krozede çökelek kalır. Bu çökelek, sabit tartıma getirilerek tartılır.

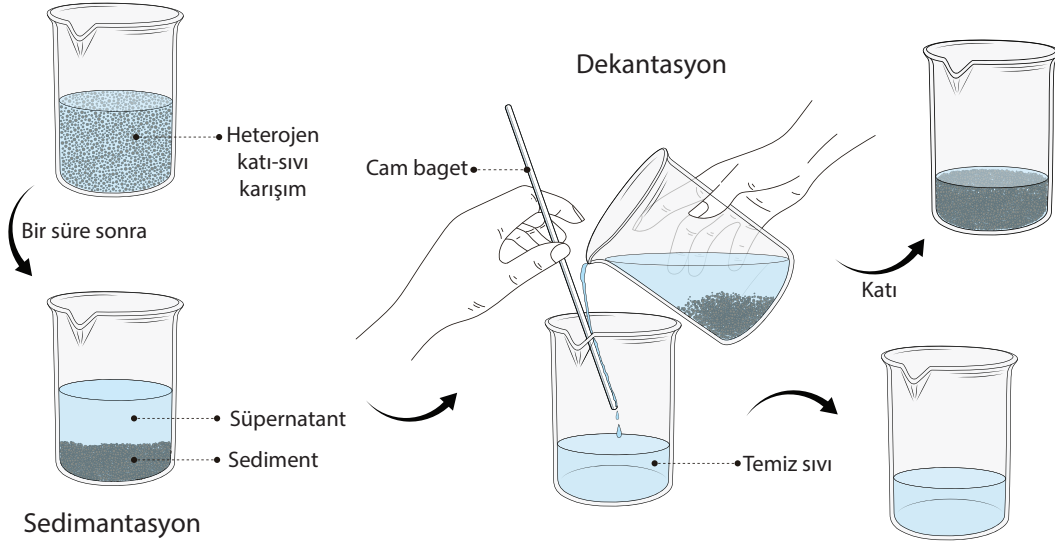


Görsel 3.161: Çözelti üzerine reaktif çözelti ekleyerek çöktürme

Dekantasyon

Çöktürme işleminde veya katı-sıvı heterojen karışımlarda dinlendirme ile katı kısım tamamen çöktükten sonra üstteki sıvı kısmın başka bir kaba aktarılması işlemine **dekantasyon (aktarma)** denir.

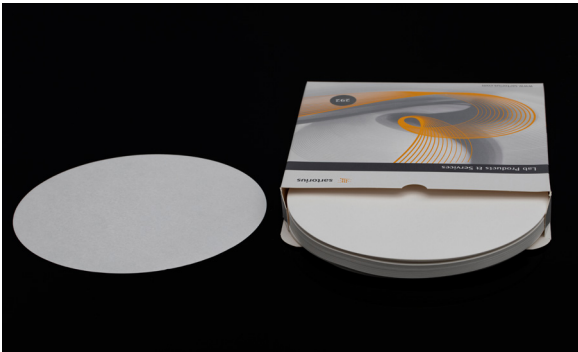
Görsel 3.162'de işlem basamakları verilen, en basit ayırma tekniklerinden biri olan dekantasyon işleminde çökeleğin ağır, iri taneli ve kristal yapıda olması durumunda en iyi ayırma sağlanır. Katı partiküllerin yeteri kadar büyük çaplı olmaması veya yoğunluk farkının çok fazla olmaması dekantasyon işlemini zorlaştıracığından bu durumlarda süzme işlemi tercih edilir.



Görsel 3.162: Dekantasyon yöntemi

Süzme

Deney sırasında oluşan çökeleğin ana çözeltiden ayrılması için yapılan işleme **süzme** denir. Süzme, tanecik boyutu farkından yararlanılarak karışımdaki bileşenlerden birinin geçişine izin verirken diğer bileşenlerin geçişini engelleyen bir süzgeç ya da filtre kullanılarak yapılan bir ayırma tekniğidir. Özellikle katı-sıvı veya katı-gaz heterojen karışımlarda katı bileşenin tanecik boyutuna uygun süzgeç varsa karışımdaki maddeleri ayırmak için süzme yöntemi uygulanır. Süzme işleminde katı-sıvı karışımlarda katı bileşeni ayırmak için tanecik boyutuna uygun gözenekleri olan süzgeç kâğıtları (Görsel 3.163), katı-gaz karışımlarında ise filtreler (Görsel 3.164) kullanılır.



Görsel 3.163: Süzgeç kâğıtları



Görsel 3.164: Filtreler

Laboratuvarlarda süzme işlemlerinde süzgeç kâğıtları, nuçe hunisi veya Gooch krozesi kullanılır. Bu tür huniler, Buchner (Bühner) hunisi olarak da bilinir.

Süzme işlemi, basit süzme ve vakum altında süzme olmak üzere iki şekilde gerçekleştirilir. Basit süzme işlemi temel

olarak cam huni ve süzgeç kâğıdı ile yapılır. Görsel 3.165'te görüldüğü gibi saplı halka bir üçayağa bağlanıp üzerine huni, huninin altına erlen veya beher gibi bir toplama kabı yerleştirilerek basit süzme düzeneği kurulur ve aşağıda verilen işlem basamaklarına dikkat ederek süzme işlemi gerçekleştirilir.

1. Süzgeç kâğıdı dörde katlanıp kullanılan huniye uygun boyutta koni şeklinde kesilerek huni içine yerleştirilir. Süzgeç kâğıdı ile huni arasındaki hava boşluğunu almak ve huniye yapışmasını sağlamak için süzgeç kâğıdına pisetle su püskürtülür.
2. Bulanık bir karışım, süzgeç kâğıdının gözeneklerini tıkar ve süzme hızını düşürür. Bu nedenle süzülecek karışım durulması için bir süre bekletildikten sonra bulanmamasına özen gösterilerek bir cam baget yardımı ile dikkatlice süzme başlatılır (Görsel 3.165).
3. Duru kısmın süzme işlemi bittikten sonra yıkama sıvısı yardımıyla beherin çeperlerine yapışan çökelek parçalarının beherin dibine toplanması sağlanır. Daha sonra tüm çökeleği örtecek kadar yıkama sıvısı ilave edilip karışım bir cam bagetle iyice karıştırılır. Yeniden durulma olana kadar beklenir ve duru sıvı yeniden süzgece aktarılarak süzülür. Yıkama olarak bilinen bu işlem iki üç kez tekrarlanır.
4. Son olarak beherde kalan çökeleğin üzerine tekrar az miktarda yıkama sıvısı eklenerek çökeleğin tamamen süzgeç kâğıdına aktarılması gerçekleştirilir. Beherde kalan çökelek parçaları varsa yıkama sıvısı yardımıyla onlar da süzgeç üzerine aktarılır.
5. Süzgeç kâğıdı üzerindeki çökelek, pisetten püskürtülen yıkama sıvısı ile kâğıdın üst kenarından aşağıya doğru dikkatlice yıkanarak süzme işlemi tamamlanır.
6. Süzüntü olarak adlandırılan toplama kabında biriken çözeltide madde tayinleri yapılarak yıkama işleminin yeterli olup olmadığı tespit edilir.



Görsel 3.165: Basit süzme düzeneği

Süzme işlemini hızlandırarak zaman kazanmak veya zor süzülen sıvıların süzülmesini sağlamak için vakumlu süzme işlemi uygulanır. Vakumlu süzmede Görsel 3.166'daki gibi bir nuçe erleni üzerine nuçe hunisi, Gooch krozesi veya gözenekli (poröz) süzgeç delikli bir mantar yardımıyla yerleştirilerek süzme düzeneği kurulur. Su trompu veya vakum pompası yardımıyla vakum oluşturularak süzme işlemi gerçekleştirilir.



Görsel 3.166: Vakumlu süzme düzeneği

Yıkama

Yıkama, süzme işlemi sonrası elde edilen çökeltiliyi ayırdığı çözelti ortamından tamamen temizlemek amacıyla çökeltilinin uygun bir sıvı ile karıştırılıp çalkalanması işlemidir. Yıkama işlemi, çökelti yüzeyine tutunmuş iyonların uzaklaştırılması için de yapılır. Yıkama sıvısı olarak genellikle saf su kullanılır ancak yıkama sıvısı seçilirken bazı noktalara dikkat edilmesi gerekir. Yıkama sıvısının çökeleği çözmemesi, çökelekten uzaklaştırılması istenen maddeleri ise iyi çözmesi gerekir. Çökeleğin çözünürlüğü azsa yabancı maddelerin çözünürlüğünü artırmak için sıcak yıkama sıvısı tercih edilmelidir. Yıkama işlemi, uygun miktarda yıkama sıvısının çökelti üzerine eklenip karıştırılması ve sonra tekrar süzülmesi ile tamamlanır. Çökmesi uzun zaman alan çökeleklerin yıkanması süzgeç kâğıdı üzerinde yapılmalıdır. Yıkama, çökeltilinin saflık yüzdesini artırmak amacıyla en az üç defa tekrarlanmalıdır. %100 saflığın önemli olduğu analiz çalışmalarında yıkama işlemine çökeltiden arıtılmak istenen yabancı maddelere süzüntüde rastlanmayıncaya kadar devam edilir. Çökelti elde etme santrifüj ile yapılmışsa yıkama sıvısının uzaklaştırılması da santrifüj ile yapılmalıdır.

Santrifüjleme

Deneyde oluşan çökelek; miktarının çok az olması, katı taneciklerinin hafif olması veya katı partikül boyutlarına uygun süzgeç kâğıdının bulunmaması durumunda süzme işlemi ile bulunduğu sıvı ortamdan ayıramaz. Böyle durumlarda çökeleğin sıvı fazdan çökerek ayrılmasını sağlamak için santrifüj kullanılır. **Santrifüjleme**, sabit eksenli bir merkez etrafında dönme hareketiyle yer çekimi kuvvetini yenecek büyüklükte bir merkezci kuvvet oluşturarak katı-sıvı heterojen karışımları yoğunluk farkına göre ayırma tekniğidir. Tanecik boyutu büyük olan katı partiküller çembersel hareketle dışa doğru savrulurken tüpte dibe doğru toplanırken tanecik boyutu daha küçük olan partiküller çembersel hareketin merkezine doğru yol aldığından üst tarafta toplanır. Bu nedenle santrifüj, sıvı ortamdan çökeleği ayırmakla kalmaz, birden fazla türde katı partikül içeren karışımları özkütle farkına göre ayırma imkânı da sağlar. Santrifüj işlemi sonrası santrifüj tüpünün dibinde toplanan çökelek **pellet**, çökelek üzerinde toplanan sıvı kısım **süpernatant** olarak adlandırılır. Görsel 3.167’de heterojen karışım örneğinin santrifüj sonrası pellet ve süpernatant kısımlarına ayrıldığı görülmektedir.



Görsel 3.167: Heterojen karışım örneğinin santrifüj ile çöktürülmesi

Santrifüjleme hem zamandan tasarruf sağlaması hem de pratik ve kolay olması nedeniyle tüm katı-sıvı heterojen karışımlarda katıyı sıvıdan ayırmak için süzme işlemi yerine daha çok tercih edilen bir yöntemdir. Aşağıda verilen işlem basamaklarına dikkat ederek santrifüj işlemi gerçekleştirilir.

1. Çöktürülerek sıvı ortamdan ayrılması istenen örnek, uygun santrifüj tüpüne aktarılır; tüpler, dengeli şekilde santrifüj cihazına yerleştirilir. Santrifüj cihazına daima çift sayıda tüp yerleştirilir. Tek sayıda örnek varsa diğer tüpe dengeli sağlamak için saf su veya çözelti sıvısı konur. Cihazın kapağı kapatılır.
2. Uygun devir ve süre seçimi yapılarak santrifüj çalıştırılır.
3. Cihazın ayarlanan süre sonunda tamamen durması beklenir, durdurmak için kesinlikle elle müdahale edilmez.
4. Santrifüjden tüpler yavaşça alınarak çökelek üzerindeki sıvı kısım dekantasyon yoluyla başka bir kaba aktarılır. Küçük miktarlarla santrifüj yapılmışsa çökelek üzerindeki sıvı kısım bir damlalık yardımıyla toplanır.
5. Santrifüj tüpündeki çökelek üzerine bir miktar yıkama sıvısı eklenerek karıştırılır ve santrifüjleme işlemi tekrar yapılır. Yıkama işlemi en az üç defa tekrarlanır.

Kurutma ve Yakma

Kurutma, bir maddenin içeriğindeki suyu uzaklaştırma işlemidir. Kurutma işlemini yapmak için kullanılan maddeler de kurutucu olarak adlandırılır. Etüv olarak adlandırılan fırınlar dışında çeşitli kimyasal maddeler de kurutucu olarak kullanılır. Susuz formda CaCl_2 , MgSO_4 , Na_2SO_4 , K_2CO_3 , CaO ve P_2O_5 yaygın olarak kullanılan kurutucu maddelerdir.

Bu maddeler, nem çekici olarak da bilinir. Kurutma işlemi yaygın olarak süzme sonrası elde edilen çökeltiliyi yıkama suyundan kurtarmak amacıyla yapılır.

Herhangi bir çökelekte (maddelerde) su dört farklı şekilde bulunabilir.

1. Nem olarak da bilinen serbest su
2. Çökelek yüzeyine tutunmuş su
3. Çökelek aralarına hapsedilmiş su
4. Kimyasal yapının içinde olan kristal suyu

Bir çökelekte nem şeklinde bulunan su, yaklaşık 100 °C sıcaklıkta ısıtma ile uzaklaştırılır. Bu sıcaklık çökeleğe zarar veriyorsa çökelek aseton, alkol veya eter gibi uçucu bir organik bileşik ile yıkanarak sorun giderilebilir.

Kurutma, serbest hâlde bulunan ve nem adı verilen suyun giderilmesi işlemidir. Çökelekte kristal suyu, kurutma işlemi ile uzaklaştırılmaz. Bu sular, kül etme (yakma) aşamasıyla uzaklaştırılır. Süzme işlemi süzgeç kâğıdı ile yapılmışsa süzgeç kâğıdı içindeki çökeleğin yakılmadan (kül etme) önce kurutulması gerekir.

Su ya da uçucu organik çözücüler içeren katıların kurutulmasında maddenin fiziksel ve kimyasal özelliklerine, çevre koşullarına ve istenen kurutma derecesine göre aşağıda verilen kurutma yöntemlerinden uygun olanı seçilmelidir.

1. Açık Havada Kurutma: Kurutulmak istenen madde nemden etkilenmiyorsa süzme sonrası süzgeç kâğıdı ile birlikte saat camı üzerine ya da petri kabına ince bir tabaka hâlinde yayılarak kurutmaya bırakılır.
2. Bek Alevinde Kurutma: Süzme sonrası huni üzerindeki süzgeç kâğıdı katlanıp kapatılarak sabit tartıma getirilmiş bir porselen krozeye yerleştirilir. Kroze sacayağındaki kil üçgene eğik olarak yerleştirilir. Kroze içindeki süzgeç kâğıdı ve çökelek yakılmadan düşük alevde kurutulur.
3. Etüvde Kurutma: Kurutulmak istenen madde, bir saat camı üzerine veya bir petri kabına ince bir tabaka hâlinde yayılarak etüve konur. Etüv sıcaklığı maddenin erime noktasının altındaki sabit bir ısıya ayarlanarak kurumaya bırakılır. Kurutma kroze yapılabaksa sabit tartıma getirilmiş bir porselen krozeye yerleştirilir. Etüv, çökeleğin sabit tartıma geleceği sıcaklık derecesine ayarlanır. Bu sıcaklıkta kroze belirli süre bekletilerek çökelek sabit tartıma gelinceye kadar kurutulur. Kurutma işlemi, yakma öncesinde süzgeç kâğıdının kurutulması amacıyla yapılmışsa kroze, kurutma tamamlandıktan sonra etüvden alınır ve yakma işlemine geçilir. Kurutma nemi uzaklaştırıp sabit tartıma getirmek için yapılmışsa kroze, kurutma tamamlandıktan sonra bir maşa yardımıyla tutularak desikatöre alınır ve oda sıcaklığına kadar soğuması için bekletilir. Son olarak kroze tartılır ve gerekli hesaplamalar yapılır.
4. Desikatörde Kurutma: Desikatörün dip kısmına derişik H_2SO_4 , $NaOH$, $CaCl_2$, P_2O_5 gibi uygun bir kurutucu madde yerleştirilir. Kurutulmak istenen madde, uygun bir kapla desikatörde delikli disk üzerine yerleştirilir ve desikatörün kapağı kapatılarak kurutmaya bırakılır. Kurutma işleminin daha kısa sürede gerçekleşmesi için vakumlu desikatörde kurutma da yapılabilir. Madde desikatöre yerleştirildikten sonra içindeki hava bir su trompu veya bir vakum pompası ile boşaltılır.

Hangi yöntemle kurutma yapılırsa yapılsın kurutulan madde ara ara tartılarak sabit tartım elde edilene kadar kurutma işlemine devam edilir. Tartma işlemlerinde gerek etüv kullanımında gerekse desikatör kullanımında kroze elle tutulmamalı, maşa kullanılmalıdır. Ayrıca etüv ile kurutma yapılıyorsa tartım aşamalarında kroze desikatör içinde taşınmalıdır.

Organik çözücü, çözelti ya da sıvıların kurutulması bu sıvıların direkt olarak anorganik kurutucu maddelerle doğrudan teması ile gerçekleştirilir. Kurutucu madde seçilirken maddenin kurutulacak sıvı ile tepkime vermiyor ve sıvıda çözünmüyor olmasına dikkat edilir. Seçilen kurutucu, kurutulacak sıvı üzerine ilave edilir ve iyice çalkalanır. Kurutucu ilavesinden sonra bir sıvı faz oluşabilir. Oluşan bu faz ayırma hunisiyle ayrılarak maddeye yeniden kurutucu ilave edilmelidir. Bir süre bekletildikten sonra seçilen kurutucuya göre uygun bir yöntemle saflaştırma yapılarak kurutucu uzaklaştırılır.

Kurutma işleminden sonra çökeltildeki yabancı maddeler yakma veya kül etme yöntemleriyle uzaklaştırılabilir. Yakma ve kül etme işlemlerinde çökeltilin fiziksel yapısına, kül etme süresine ve sıcaklığa dikkat etmek gerekir. Bunun için kül fırınları kullanılır. Kül fırınları; sıcaklığı istenen ayar da tutabilen, dışarı ile yalıtımı iyi yapılmış ve 1.200 °C sıcaklıklara kadar çıkabilen ısıtıcılardır. Cam malzemeler, 450 °C'de yumuşamaya başladığı için kül fırınlarında kullanılmaz. Kül fırınlarında krozel kullanılır.

Buharlaştırma

Sıvılar her sıcaklıkta buharlaşır ve sıcaklık artı kça buharlaşma da artar. **Buharlaştırma**, homojen bir çözeltinin ısıtılarak çözücüsünün kısmen veya tamamen uzaklaştırılması işlemidir. Büyük miktarlar için uygun olmayıp az miktarda uçucu bir bileşeni ortamd an uzaklaştırmak amacıyla yaygın olarak kullanılır. Seyreltik çözeltilerin sıvısının bir kısmını buharlaştırarak derişik hâle getirmek veya doymamış bir çözeltiyi doygun hâle getirmek için kullanılır. Bazen katı-sıvı heterojen karışımlarda kurutma öncesi fazla suyu uçurmak için de buharlaştırma işleminden faydalanılır. Buharlaştırma işlemi, bunsen beki veya elektrikli ısıtıcı gerektiren basit bir deney düzeneği ile yapılabildiği için çok tercih edilen bir yöntemdir. Laboratuvarlarda özellikle çözücünün geri kazanılmasını sağladığı için döner buharlaştırıcı olarak bilinen Görsel 3.168'deki gibi özel cihazlar kullanılarak kolayca gerçekleştirilir.



Görsel 3.168: Döner buharlaştırıcı

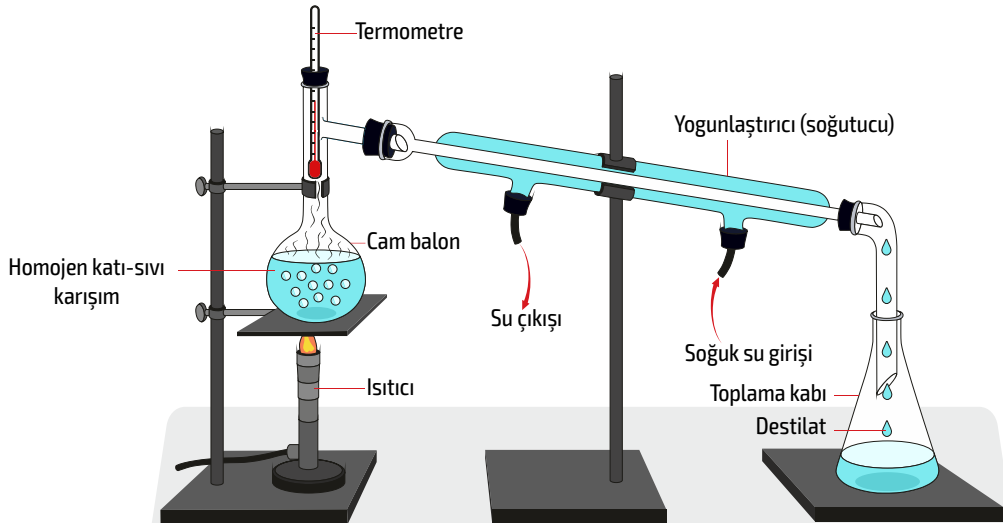
Damıtma (Destilasyon)

Bir sıvının ısıtılması yolu ile önce buharlaştırılıp sonra soğutularak tekrar yoğunlaştırılması ve bir kapta sıvı olarak toplanması işlemine **damıtma** veya **destilasyon** denir. Damıtma yöntemi temel olarak üç amaçla kullanılan bir yöntemdir.

1. Sıvının saflaştırılması,
2. Bir sıvının uçucu olmayan bileşenlerden ayrılması,
3. Farklı uçuculuklara sahip sıvıların oluşturduğu homojen karışımların bileşenlerine ayrılması.

Damıtma işlemi; basit, ayrımsal (fraksiyonlu), vakum yardımı ve su buharı ile damıtma gibi farklı yöntemlerle uygulanır. Basit damıtma, saf sıvıların kaynama noktalarının saptanmasında ve uçuculuğu olmayan madde içeren homojen karışımlarda sıvıların saflaştırılmasında kullanılır. Basit damıtma, kaynama noktaları yakın sıvıların oluşturduğu sıvı karışımlarının ayrılmasında kullanılmaz. Kullanılabilmesi için kaynama noktaları arasında en az 80 °C fark olması gereklidir. Kaynama noktaları arasında 80 °C'den daha az fark olan iki bileşenli bir sıvı karışımı ayrımsal damıtma tekniği ile ayrılabilir.

Basit damıtma düzeneği; damıtma balonu, soğutucu ve toplama kabı kullanılarak Görsel 3.169'daki gibi kurulur. Damıtma balonuna katı-sıvı homojen karışım dökülerek ısıtılır. Karışımında sıvı olan madde buharlaşarak soğutucuya gelir. Soğutucuda yoğunlaşarak sıvılaşır ve toplama kabında birikir. Böylece karışımındaki bileşenlerden sıvı olan saflaştırılmış olur. Bu şekilde toplama kabında biriken saf sıvıya **destilat** denir.

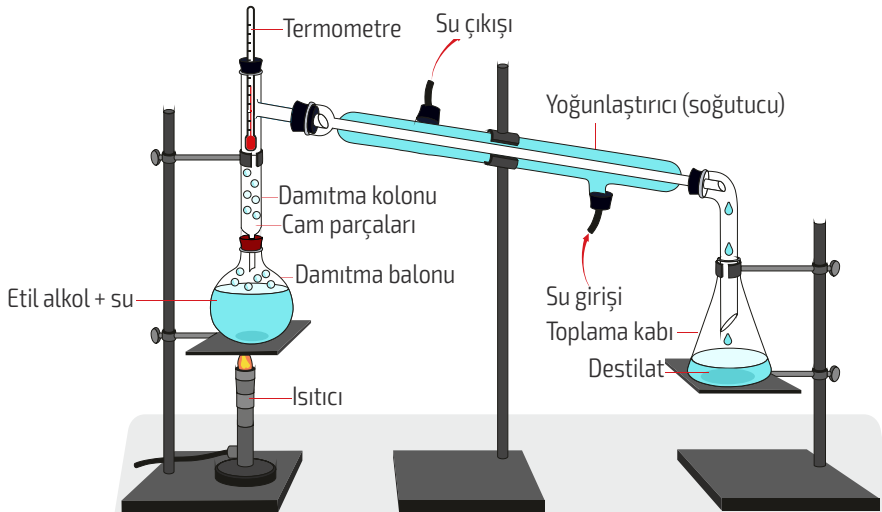


Görsel 3.169: Basit damıtma düzeneği

Basit damıtmada dikkat edilecek noktalar aşağıdaki maddelerde belirtilmektedir.

- Damıtılacak sıvı miktarı, cam balonunun yarısı veya en çok balon hacminin $2/3$ 'ü kadar olmalıdır.
- Termometre, oluşan buharla direkt temas edebilecek şekilde yerleştirilmelidir.
- Cam balon içine homojen kaynamayı sağlamak için kaynama taşları atılmalıdır.
- Isıtma, ısıtma mantosu veya bir ısıtma banyosu ile yavaş yapılmalıdır. Bunsen beki kullanılıyorsa amyant tel kullanılmalıdır.
- Soğutucuya su girişi alt kısımdan, soğutucudan su çıkışı ise üst kısımdan olmalıdır.

Ayrımsal (fraksiyonlu) damıtma sistemi, Görsel 3.170'te görüldüğü gibi basit damıtmadan farklı olarak damıtma balonu ile damıtma başlığı arasında bağlanan bir fraksiyon kolunu içerir. Kolon, gözenekli paslanmaz çelik gibi uygun bir dolgu ile doldurulur. Dolgu için genelde küçük cam parçaları kullanılır. Buhar, kolon içinde yukarı doğru hareket ederken sıvı-sıvı karışımı, sürekli olarak birçok buharlaştırma-yoğuşma döngüsüne tabi tutulur. Kolondaki her bir döngü, buharın bileşiminin düşük kaynama noktalı bileşence zenginleşmesini sağlayarak kolonun tepe noktasına oradan da soğutucuya ulaşmasını sağlar.



Görsel 3.170: Ayrımsal damıtma düzeneği

Vakumlu damıtma, maddelerin düşük basınçta kaynama noktalarının da düşmesi özelliğine dayanan bir tekniktir. Damıtma düzeneğine vakum pompası bağlanarak düşük basınç altında destilasyon yapılır. Kaynama noktası çok yüksek olan sıvıların veya kaynama noktasına ulaşmadan ısı bozunmaya uğrayan maddelerin damıtılmasında kullanılır. Vakumlu destilasyon için ayrımsal damıtma düzeneğine bir vakum pompası bağlanarak işlemler aynen uygulanır.

Kristallendirme

Kristallendirme, katı-sıvı homojen karışımlarından katının sıcaklıkla çözünürlüğünün değişiminden yararlanarak yapılan ayırma tekniğidir. Laboratuvar çalışmaları sırasında bazı tepkimeler sonucu elde edilen katı ürün bazen istenmeyen yan ürünler ile birlikte oluşur. İstenen katı ürünün bu reaksiyon karışımından ayrılarak saf hâlde elde edilmesi gerekir. Oda sıcaklığında katı olan bileşikler genellikle kristallendirme ile saflaştırılır. Bu teknik; sırasıyla kristallendirilecek katının uygun, sıcak bir çözücünde çözünmesini, çözünmeyen safsızlıkların çözeltilen süzülerek ayrılmasını ve sıcak çözeltilinin kendi hâlinde yavaşça soğutulmasını içerir. Katıların çözünürlüğü genellikle endotermiktir, bu nedenle katı maddenin sıcaklık düştükçe çözünürlüğü azalacağından soğutma işlemiyle çözeltilen ayrılması sağlanır. Kristallendirme işleminin başarısı, uygun çözücü seçimine bağlıdır. Katının aynı çözücünde, soğukta ve sıcakta çözünürlüğü arasındaki fark ne kadar fazla ise kristallendirme işlemi o kadar başarılı olur. Çözücünün yanıcı, patlayıcı, parlayıcı olmaması ve kaynama noktasının düşük olması gerekir. Ayrıca karışımdaki safsızlıkları çözmemeli ya da çok az çözmeli ve kristallenecek katı ile tepkime vermemelidir.

Kristallendirme işleminde uygulanması gereken yol aşağıda verilmiştir.

1. Saflaştırılmak istenen katı maddenin bulunduğu karışım üzerine uygun bir çözücü ilave edilip ısıtılarak çözünmesi sağlanır.
2. Renkli safsızlıklar varsa bu aşamada çözeltiliye aktif kömür gibi renk giderici madde eklenir.
3. Çözelti sıcakken süzülerek çözünmeyen katı maddeler ve diğer safsızlıklar uzaklaştırılır.
4. Çözünmüş durumdaki katı maddenin kristallenmesini sağlamak için süzme ile elde edilen ana çözelti soğukmaya bırakılır.
5. Kristallenme sonunda oluşan heterojen karışım (Görsel 3.171) süzülür ve elde edilen kristaller desikatörde kurutulur.



Görsel 3.171: Kristallendirme işlemi sonucu oluşan kristaller

Genel olarak kristallendirme sonrası elde edilen katıda erime noktası tayini yapılarak kristallerin tam saf olup olmadıkları belirlenir ve işlem aynı veya farklı bir çözücü ile tekrarlanır.

Çözünürlükleri birbirinden çok farklı olan katı-katı karışımların veya içinde birden fazla katı çözünmüş olan çözeltilerin ayrılmasında ayrımsal kristallendirme kullanılabilir. İki veya daha çok maddenin çözünürlük farkı ile ayrılmasına **ayrımsal kristallenme** denir. Endüstride deniz suyundan yemek tuzunun elde edilme sürecinde ayrımsal kristallendirme kullanılır.

Süblimleşme

Bir katının sıvı hâle geçmeden gaz fazına geçme özelliğine **süblimleşme** denir. Bu yöntem, karışımın ısıtılması ve karışımındaki süblimleşebilen maddenin soğuk bir yüzeyde yoğunlaştırılarak toplanması temeline dayanır. Süblimleşme yöntemi çok kolay bir uygulamaya sahip olmasına karşın genel bir yöntem değildir. Bu yöntem, sadece atmosfer basıncı altında süblimleşme özelliği gösterebilen karbon dioksit, iyot, heksakloroetan ve naftalin gibi çok az sayıda katıların saflaştırılmalarında kullanılabilir. Süblimleşme işlemi için çok basit bir düzenek kurulur. Görsel 3.172'deki gibi süblimleşmesi istenen madde bir beherin içine konur ve beherin ağzı, bir saat camı ile kapatılır. Saat camı üzerine birkaç parça buz yerleştirildikten sonra beher alttan yavaşça ısıtılır. Oluşan buhar, soğuk yüzeye çarparak yoğunlaşır ve saat camı yüzeyinde katı olarak toplanır.



Görsel 3.172: Süblimleşme işlemi

Ekstraksiyon (Özütleme, Çekme)

Ekstraksiyon, bir maddenin bulunduğu karışım ortamından çözünürlüğünden yararlanarak bir çözücü ile ayrılması temeline dayanan ayırma tekniğidir. Özütleme olarak da adlandırılan bu teknik; şeker pancarından şeker, bitkilerden ilaç veya çiçeklerden parfüm ham maddesi elde edilmesinde olduğu gibi doğal kaynaklardan istenen bir maddenin ayrılmasında yaygın olarak kullanılır. Karışımın ve ekstrakte edilecek bileşenin özelliğine göre çözücü olarak su, aseton, karbon tetraklorür, eter, bazı alkoller ve sıvı yağlar gibi maddelerden uygun olanı seçilir. Ekstraksiyon işleminde dikkat edilmesi gereken bazı hususlar aşağıda verilmiştir.

- Organik maddeler genel olarak suya göre organik çözücülerde daha iyi çözünür. Bu nedenle organik maddelerin sulu çözeltiden ekstraksiyonunda organik çözücüler kullanılmalıdır.
- Ekstraksiyon için kullanılacak çözücünün suda veya ekstrakte edilecek maddeyi içeren ortamda hiç çözünmemesi gerekir.
- İyi bir ekstraksiyon çözücüsü, uçucu olmalı ve ekstrakte edilen bileşikten destilasyon yolu ile kolayca uzaklaştırılabilir.
- Ekstraksiyon çözücüsü, ekstrakte edilecek maddeyle ve ekstrakte edilecek maddenin içinde bulunduğu ortamla reaksiyona girmemelidir.

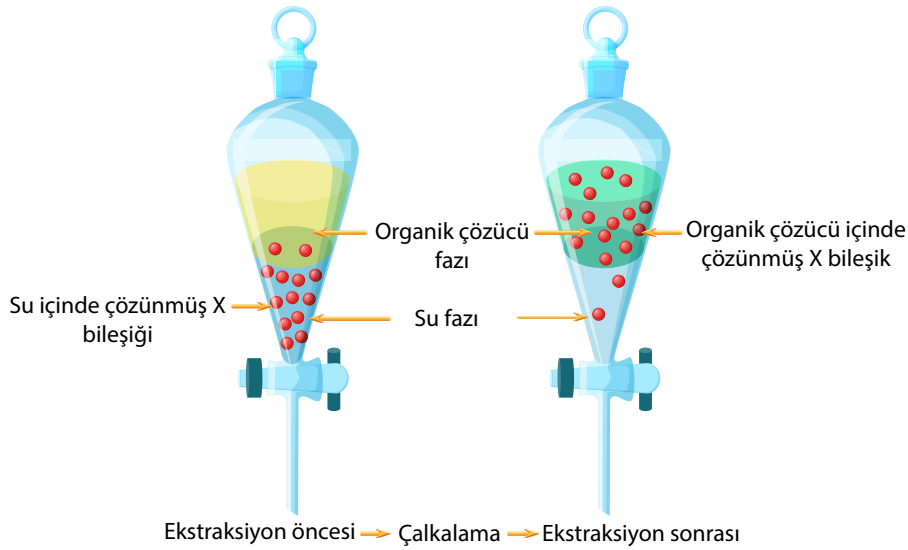
Ekstraksiyon, sıvı-sıvı ekstraksiyonu (sıvı ekstraksiyon) veya katı-sıvı ekstraksiyonu (katı ekstraksiyon) olmak üzere iki farklı yöntemle uygulanır. Sıvı ekstraksiyonu, çözeltideki bir maddeyi çözelti ile karışmayan ancak maddeyi çözen bir organik çözücü ile ayırma esasına dayanır. Bu yöntem hem organik fazda hem de su fazında çözünebilen bileşiklerin sulu fazdan organik faza aktarılması için yapılır. Katı ekstraksiyonu, çok bileşenli bir katı maddenin bi-

leşenlerinden birinin veya bir kısmının bir çözücü ile çözünerek ayrılmasıdır. Çay demleme olayı, endüstride şeker pancarından şeker, yağlı tohumlardan yağ elde edilmesi katı ekstraksiyonu için verilebilecek örneklerdir.

Katıların ekstraksiyonu genellikle uzun zaman aldığı için sürekli ekstraksiyon yöntemleri (Sohxlet düzeneği kurularak) tercih edilir. Ekstrakte edilecek maddenin katı içinden çekilmesi yavaş bir işlem olduğu için katı örnek çok küçük parçacıklar hâline dönüştürüldükten sonra ekstrakte edilir.

Sıvı ekstraksiyon işlemi için bir X bileşiğinin sulu bir çözelti içinde olduğu kabul edilerek uygulanması gereken işlem basamakları aşağıda belirtilmiştir.

1. X maddesini içeren sulu çözelti bir ayırma hunisine aktarılır.
2. Ayırma hunisindeki çözelti üzerine suda çözünmeyen ancak X maddesinin iyi çözündüğü bir organik çözücü ilave edilir ve ayırma hunisinin kapağı kapatılır (Görsel 3.173).
3. Ayırma hunisinde oluşan heterojen karışım kuvvetle çalkalanır ve huninin ağzı açılır.
4. Ayırma hunisi, fazların ayrılması için dinlenmeye bırakılır.
5. Dinlenme sonrası faz ayırımı; sulu çözeltiye eklenen organik çözücü sudan hafifse (eter, benzen gibi) sulu faz altta, organik çözücü sudan ağırse (kloroform, karbon tetraklorür gibi) sulu faz üstte yer alır (Görsel 3.173).
6. Ayırma hunisinin musluğu açılarak fazlar ayrı bir kapta toplanır.
7. Organik çözücü uçurularak veya uygun bir yöntemle uzaklaştırılarak X maddesi saf olarak elde edilir.



Görsel 3.173: Ayırma hunisinde ekstraksiyon

Ekstraksiyon işlemi belirli bir miktar çözücüü bir defada kullanarak yapmak yerine aynı miktar çözücüü birkaç kısma bölüp ardışık ekstraksiyon uygulamak saflık yüzdesini artırmak için daha verimlidir.

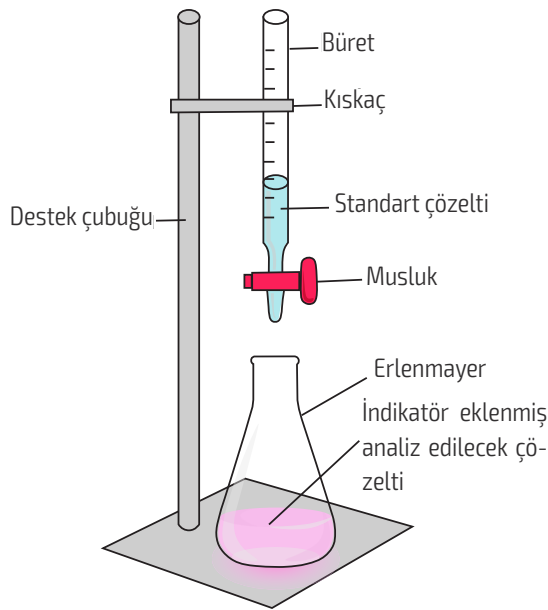
Titrasyon

Derişimi bilinmeyen bir asidin (veya bazın) hacmi ve derişimi bilinen bir baz (veya asit) yardımıyla derişiminin bulunması için yapılan ve nötrleşme esasına dayanan deneysel yöntem **titrasyon** denir. 25 °C sıcaklıkta, kuvvetli asit-baz titrasyonunda eşdeğerlik noktasında çözeltinin pH değeri 7 olur. Eşdeğerlik noktası, tam nötrleşmenin başka bir deyişle asitten gelen H^+ iyonları ile bazdan gelen OH^- iyonları mol sayılarının eşit olduğu andır. Bundan yararlanarak derişimi belli olmayan asit veya bazın derişimi hesaplanır.

Titrasyon deneylerinde indikatörlerden yararlanır. Asit-baz indikatörleri, içine kondukları çözeltinin pH değerine bağlı olarak renk veren ve iyonlaşma dengesine sahip olan bileşiklerdir. İndikatörün renk değiştirdiği ana dönüm noktası denir. Titrasyon işlemlerinde bu dönüm noktasından yararlanır.

Titrasyon yönteminde hacmi ve derişimi belli olan çözeltiye **standart çözelti** denir. Titrasyon yönteminde takip edilmesi gereken işlem basamakları aşağıda verilmiştir.

1. Bir üçayak, bağlantı parçaları, büret ve erlen ile Görsel 3.174 a'daki titrasyon deney düzeneği kurulur.
2. Standart çözelti bürete doldurulur.
3. Derişimi belli olmayan çözelti erlenmayere konur.
4. Erlenmayerdeki çözeltiye ortamın pH değişimini belirleyecek indikatör damlatılır.
5. Büretten musluk yardımıyla standart çözelti erlen içindeki çözeltiye damlatılır. Bu esnada erlen, diğer el yardımıyla homojenliği sağlamak için sürekli çalkalanır (Görsel 3.174 b).
6. Erlenindeki çözeltide renk değişimi gözlemlendiği an (eşdeğerlik noktası) titrasyon işlemi sonlandırılır.
7. Büretten sarf edilen çözelti hacmi kaydedilir.
8. Hesaplamalar yapılarak erlenindeki çözelti derişimi bulunur.
9. pH değerine karşı harcanan titrasyon çözeltisinin (büretteki çözelti) hacmi alınarak titrasyon grafiği çizilir.



a) Titrasyon düzeneği



b) Titrasyon uygulaması

Görsel 3.174 (a,b): Titrasyon

Liyofilizasyon

Liyofilizasyon, dondurulmuş maddede bulunan su moleküllerinin süblimleşme ile dışarı çıkarılmasını sağlayacak uygun koşulların oluşturularak maddenin kurutulmasını sağlayan bir yöntemdir. Bu yöntemle kurutulan maddenin yapısı bozulmaz. Bu da liyofilizasyonun yalnız bir kurutma yöntemi değil, aynı zamanda iyi bir koruma yöntemi olmasını sağlar.

Liyofilizasyon yöntemi, genellikle katı bir maddeyi içinde çözündüğü çözeltiden izole etmek için kullanılır. Bu amaçla önce çözelti dondurulur, sonra vakum altında sıvılaşmadan buharlaştırılarak kurutulur. Bu işlem için liyofilizatör olarak adlandırılan cihazlar kullanılır.

Liyofilize madde, normal ortam koşullarında başlangıç hâllerıyla saklanabilir. Bu yöntem; ısıya duyarlı maddelerin asgari düzeyde hasar ve etkinlik kaybına uğramaları, kolay toz hâline getirilebilmeleri, çok hızlı ve etkin bir biçimde sulandırılabilmeleri gibi avantajlardan ötürü etüvde veya bek alevinde kurutma gibi diğer kurutma yöntemlerine göre avantajlıdır. Bu teknik; biyoloji laboratuvarlarında mikroorganizma, doku, organ, protein, aşı ve bazı ilaçların raf ömrünün artırılmasında da kullanılır.

Kromatografi

Kromatografi tekniğinde yararlanılan temel prensip, bir karışımdaki çeşitli maddelerin hareketli bir faz yardımı ile sabit bir faz üzerinden geçirilmeleri ve bu geçiş sırasında molekül kütleleri, elektriksel yükleri gibi faktörlerin etkisiyle farklı hızlarla hareket edebilmeleridir.

Kromatografi tekniğinin temelinde iki ana unsur yer alır.

1. Sabit Faz: Bir katı veya bir katı destek üzerinde yer alan bir sıvı tabakadan oluşur.
2. Hareketli Faz: Bir sıvı veya gazdan oluşur.

Kromatografik yöntemlerden bazıları aşağıda verilmiştir.

- Kolon kromatografisi
- İnce tabaka kromatografisi
- Kâğıt kromatografisi
- Gaz kromatografisi

Yukarıda anlatılan laboratuvar yöntem ve tekniklerin birçoğu biyoloji laboratuvarlarında da kullanılmaktadır. Bununla birlikte bu yöntem ve teknikler; hücre ve hücre içi yapıların incelenmesi, çoğaltılması, doku ve organların incelenmesi, mikroorganizmaların özelliklerinin tanınması vb. durumlar için yeterli değildir. Bu nedenle biyoloji laboratuvarlarında deneyin özelliğine göre farklı yöntem ve teknikler kullanılmaktadır. Özellikle mikroskopta incelenecek materyallerin doğru şekilde hazırlanması, kullanılacak mikroskobun özelliklerinin bilinmesi, gerekli büyütmelemlerin yapılması incelemeyi kolaylaştırmaktadır. Biyoloji laboratuvarlarında kullanılan bazı yöntem ve teknikler şunlardır:

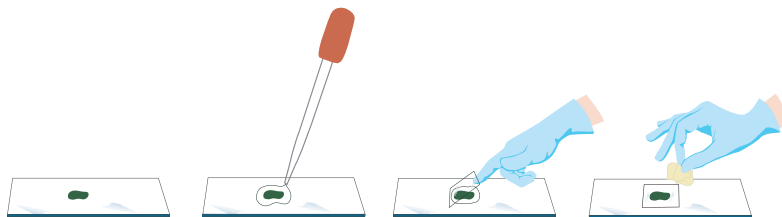
- Kesit alma ve preparat hazırlama
- Boyama yöntemi
- Fiksasyon (tespit etme) yöntemi
- Vital inceleme yöntemi
- Hücre-doku kültürü hazırlama
- Diseksiyon
- Besi yeri hazırlama yöntemi

Kesit Alma ve Preparat Hazırlama

Mikroskopta incelenecek olan materyalden uygun büyüklükte genellikle bistüri veya kesici aletler kullanarak küçük parçalar alma (1-2 mm²) işlemine **kesit alma** denir. Kesit alma işlemi; enine ve boyuna kesit alma, radyal, teğetsel ve yüzey kesitler olacak şekilde çeşitlendirilebilir.

Preparat, mikroskopta incelenecek materyalin hazır hâle getirilmesidir. Kesiti alınan materyal, temiz bir lam üzerine konur ve üzerine bir damla destile (damıtık) su damlatılır. 45 derecelik açı yapacak şekilde lamel kapatılır, kurutma kâğıdı ile materyaldeki fazla su çekilir, materyal mikroskoba yerleştirilir. Preparat hazırlarken lam ile lamel arasında hava kabarcıklarının oluşması, incelenecek materyalde görüntünün bozulmasına neden olmaktadır. Görsel 3.175'te preparat hazırlama yöntemi gösterilmektedir. Mikroskopta 10'luk objektifte saha bulunur, 40'luk objektifle incelemeye geçilir (direkt boyasız preparat hazırlama).

İncelenecek materyal sıvı ise sıvı kültürden alınan bir damla (0,05 mL) materyal; temiz lam üzerine damlatılır, lamel 45 derecelik açı yapacak şekilde kapatılır ve preparat mikroskoba yerleştirilir, incelemeye geçilir (lam lamel arası preparat hazırlama).



Görsel 3.175: Preparat hazırlama yöntemi

Bunlardan başka direkt boyama yöntemleri için preparatlar da hazırlanır. Bu preparatların hazırlanışı boyama yöntemlerinde anlatılmaktadır.

Boyama Yöntemi

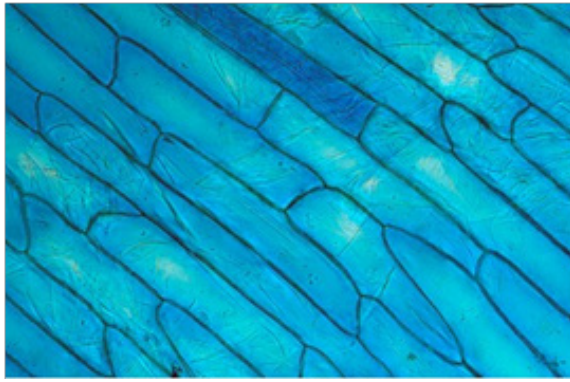
Mikroorganizmaların incelenmelerini kolaylaştırmak, onlar hakkında kesin bilgiler edinmek, morfolojilerini tanılamak amacıyla yapılan kimyasal işlemlere **boyama** denir. Boyalar; boya molekülünün elektriksel yüküne göre asidik, bazik ve nötral boyalar olarak ayrılır.

Asidik boyalar negatif yüklüdür. Kongo kırmızısı, pikrik asit, safranin asidik boyalara örnektir.

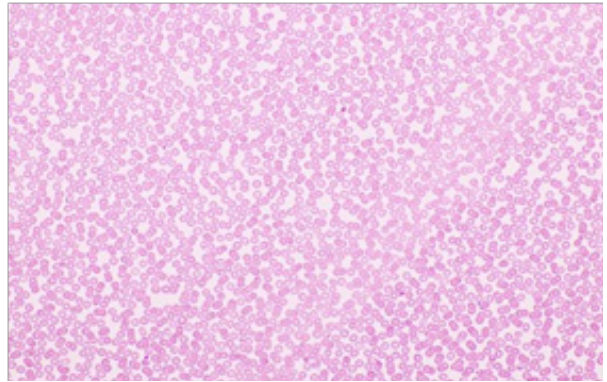
Bazik boyalar pozitif yüklüdür. Metilen mavisi, kristal viyole bazik boyalara örnektir.

Nötral boyalar, asidik ve bazik boyaların karışımıyla elde edilir. Giemsa (Gimza), Wright (Vrayt), Leishman (Lişmın) nötral boyalara örnektir.

Mikrobiyoloji laboratuvarlarında çoğunlukla bazik ve nötral boyalar kullanılır. Bazik boyalar, bakterilerin boyanmasında sıklıkla kullanılmaktadır. Nötral boyalar; kan ve doku preparatları, kanın şekilli elemanları ve bazı parazitlerin boyanmasında kullanılır. Görsel 3.176'da metilen mavisi ile boyanmış soğan zarı hücreleri görülmektedir. Görsel 3.177'de ise nötral boyalarla boyanmış kandaki alyuvarlar görülmektedir.

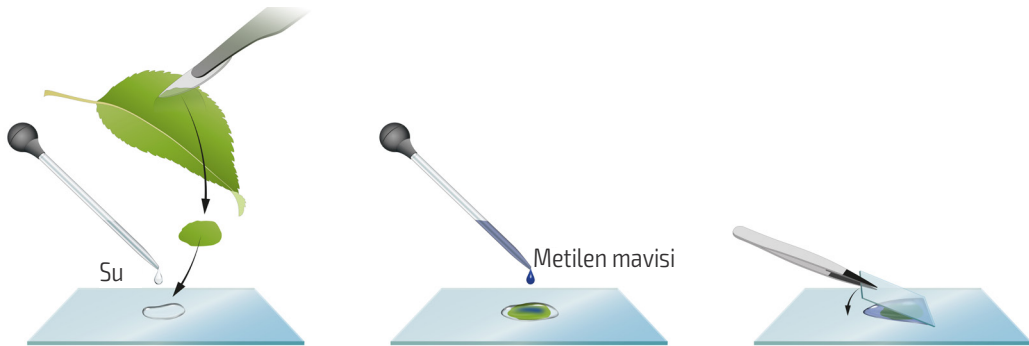


Görsel 3.176: Metilen mavisi ile boyanmış soğan zarı hücrelerinin mikroskop görüntüsü



Görsel 3.177: Nötral boya ile boyanmış alyuvar hücrelerinin mikroskop görüntüsü

Boyama işlemi, incelenecek sıvı kültürden bir damla (0,05 mL) alınmasıyla başlar. Lam üzerine ince bir tabaka olacak şekilde yayılır ve fikse edilir (yayma, kurutma, tespit). Preparat üzerine boya çözeltisi eklenir ve lamel ile kapatılır. Görsel 3.178'de bitki yaprağının metilen mavisi ile boyanması görülmektedir. Boya çözeltisinin özelliğine göre yeterli süre beklenir ve preparat, destile su ile yıkanır. Havada veya kurutma kâğıdı ile kurutulup mikroskopta incelenir.



Görsel 3.178: Yaprığın metilen mavisi ile boyanması

Gram boyama yöntemi de bakterilerin boyanmasında, sınıflandırılmasında kullanılan yöntemdir. Gram boyası ile mor renk alan bakteriler gram pozitif (+) bakteriler, pembe-kırmızı renk alan bakteriler gram negatif (-) bakteriler olarak adlandırılır.

Fiksasyon (Tespit) Yöntemi

Fiksasyon; doku veya hücrelerin kimyasal ve morfolojik özelliklerinin bozulmadan, canlıya en yakın şekliyle korunup incelenmesi için yapılan kimyasal işlemdir.

Fiksasyon işlemi, canlı hücre ve dokulardan (biyopsi, cerrahi müdahaleler sırasında) yapılabildiği gibi ölen canlıdan alınan parça ile de yapılabilir. Özellikle histoloji laboratuvarlarında sıklıkla kullanılmaktadır. Bu işlemde en sık %10'luk formalin solüsyonu kullanılmaktadır. Ayrıca glutaraldehit, potasyum permanganat, potasyum dikromat, etil alkol, pikrik asit vb. kimyasallar fiksasyon için kullanılır. Boyama, havada kurutma, dondurma, ısıtma da fiksasyon yöntemlerindendir. Isı ile fiksasyon, bozulmaya yol açtığı için tercih edilmemektedir. Kurutma fiksasyonu, kemik ve kan iliği incelemelerinde; dondurma fiksasyonu ise enzimlerin, lipidlerin, ameliyat biyopsilerinin hızlı tespitinde kullanılır. Görsel 3.179'da histoloji laboratuvarında fikse edilmiş dokular görülmektedir.



Görsel 3.179: Laboratuvarda fikse edilmiş dokular

Fiksasyon sırasında kullanılan solüsyonlar; hücre veya dokunun otolizini (ölme), pütrikasyonunu (çürüme), şişmesini, eritmesini önlemeli; dokudaki mikroorganizmaları yok etmeli; enzimleri inaktif hâle getirmelidir.

Tespit işlemi için dokunun kalınlığı (2-3 mm), tespit süresi ve fiksatifin hacmi önemlidir.

Vital İnceleme

Vital inceleme, canlı hücrenin canlılığına zarar vermeden sıvı içinde incelenmesi olayıdır. Bu işlem sırasında hücre, vital boyalar gibi hücreye zarar vermeyen boya ile boyanır. Tripin mavisi, Janus (Ceynis) green, kök boyası, Ehrlich (Eyrlih) nötral boyası vital incelemelerde kullanılan bazı boyalardır. Bu inceleme sırasında incelenecek kesit, bir damla boya ile lam üzerine konur ve mikroskopta incelenir. Hücrelerdeki sitoplazma içeriği, mitokondri, kanın şekilli elemanları, dokulardaki özel bileşenler bu yöntemle incelenebilir.

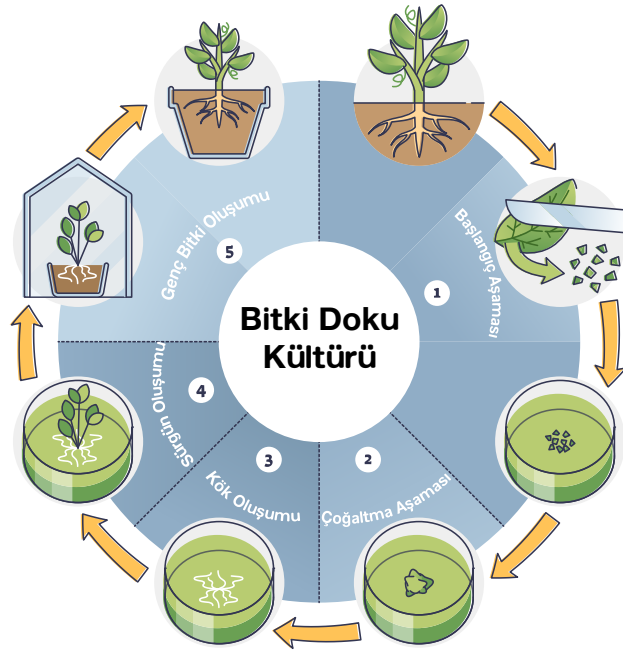
Hücre-Doku Kültürü Hazırlama

Hücre-doku kültürü çalışmaları; biyoloji laboratuvarlarında kanser, kök hücre, hücre mekaniğinin incelenmesi gibi birçok araştırmada hücrelerin temin edilmesi ve deneysel uygulamaları için kullanılan yöntemdir. Hücre ve dokuların in vitro (canlı hücre veya organizma dışında) olarak çeşitli dış faktörlerinin in vivo (canlı hücre veya organizma içinde) şartlarının taklit edilerek büyütülmesi ve çoğaltılması sağlanır. Bu sayede hücre soyları devam ettirilebilir, araştırma ve uygulamaya yönelik deneyler kolaylıkla yapılabilir, çeşitli hastalıkların tanı ve tedavisi araştırılabilir. Örneğin kanserli hücrelerde hücre kültürleri hazırlanır, çeşitli kimyasallar hücreler üzerinde denener, böylelikle canlı ortamda yapılamayan deneyler yapılabilir, kimyasalların hücre üzerindeki etkileri incelenebilir.

Genetik mühendisliği, doku ve deri mühendisliği, kök hücre yöntemleri, tüp bebek ve kısırlık araştırmaları, viroloji çalışmaları, ilaç, aşı, antikör üretimi, yeni bitkilerin üretilmesi vb. çalışmalar hücre-doku kültürü yöntemi ile yapılmaktadır.

Hücre-doku kültürü çalışmalarında hücre için uygun besi yeri hazırlanmalıdır. Laboratuvar ortamında hücrelerin çoğaltılabilmesi uygun sıcaklık, pH, nem gibi faktörlerin sağlanması ile mümkündür. Hücre-doku kültürü çalışmaları ile primer kültürler (doğrudan dokudan elde edilen hücreler) ve hücre hatları (hücrelerin mutasyonu ile elde edilen ölümsüz hücreler) elde edilmektedir.

Bitki doku kültürleri çalışmaları; yeni çeşit bitkiler üretmek, nesli tükenen türleri korumak, çoğaltılması zor olan türleri üretmek için uygulanmaktadır. Görsel 3.180'de laboratuvarda bitki doku kültürü yöntemi aşamaları (başlangıç, çoğaltma, kök ve sürgün oluşumu, genç bitki) gösterilmektedir. Bölünme yeteneğini kaybetmemiş bitki kök, gövde veya yaprak hücreleri uygun ortam şartlarında önce kallusa (farklılaşma yeteneğine sahip hücre yığını), sonra bitkiye dönüşmektedir.



Görsel 3.180: Bitki doku kültürü yöntemi aşamaları

Diseksiyon

Herhangi bir organizmanın veya dokunun iç yapısını incelemek için parçalara ayırma işlemidir. Tıpta ve biyoloji laboratuvarlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Görsel 3.181'de bir organın diseksiyonu gösterilmiştir.



Görsel 3.181: Laboratuvarda bir organ diseksiyonu

Besi Yeri Hazırlama

Besi yeri; mikroorganizmaların laboratuvarda, bulundukları ortam dışında, uygun pH, besin öğeleri sağlanarak üretildikleri, çoğaltıldıkları ortamlardır. Bu yöntemle mikroorganizmaların üretilmesi, çoğaltılması, tanımlanması, biyokimyasal özellikleri, duyarlılıkları, izolasyonları, sayımları sağlanmaktadır. Besi yerleri katı veya sıvı olabilen yapay ortamlardır.

Mikroorganizmaların kalıtsal özellikleri ve gereksinimleri farklı olduğu için farklı besi yerleri kullanılmaktadır. Fiziksel özelliklerine göre katı veya sıvı besi yerleri, hayvansal veya bitkisel kaynaklı besi yerleri, canlandırma besi yerleri, seçici besi yerleri, zenginleştirme besi yerleri, tamamlama ve doğrulama besi yerleri, biyokimyasal test besi yerleri gibi pek çok çeşidi bulunmaktadır.

Bir besi yerinde agar, pepton, maya ekstraktı, et ekstraktı, tuz, jelatin, karbonhidrat, kan, inorganik maddeler, tampon maddeler bulunabilir. Besi yeri hazırlanırken uygun miktarda su kullanılmalıdır. Besi yerleri mikroorganizmaların gereksinimini karşılayacak besin öğelerini içermelidir. Besi yerinde asit-baz dengesi sağlanmalı, sterilizasyon kontrolü yapılmalı, uygun saklama ortamı oluşturulmalıdır. Görsel 3.182'de petri kabındaki besi yerinde farklı bakteri kolonileri görülmektedir.



Görsel 3.182: Petri kabındaki besi yerinde farklı bakteri kolonileri

Besi Yerine Ekim Nasıl Yapılır?

Kültür, özel besi yerinde mikroorganizma (bakteri, mantar, küf gibi) üretilip geliştirilmesidir. Mikrobiyoloji laboratuvarlarında mikroorganizmanın tanınması, üzerinde çeşitli incelemelerin yapılabilmesi için kültürler hazırlanır. Sıvı ve katı besi yeri kültürü, saf ve karışık kültür gibi çeşitli kültür tipleri vardır.

Kültür yapma, mikroorganizmaların bulundukları ortamdan alınarak besi yerine aktarılması ve çoğaltılmasıdır. Bu işlem sırasında uygulanan basamaklar ve açıklamaları aşağıda verilmiştir:

1. Steril Koşullarda Örnek Alma: Ekimi yapılacak mikroorganizma steril bir öze, pipet veya eküvyon ile alınır.
2. Dilüsyon (Seyreltme) İşlemi ile İnokülasyon (Ekim veya Aşılama) Yapılması: İncelenecek örnekteki mikroorganizma sayısını azaltmak için yapılan seyreltme işlemine "dilüsyon" denir. Böylece besi yerinde çoğalacak mikroorganizma sayısı sınırlandırılabilir. Dilüsyon sıvısı saf su olabileceği gibi fizyolojik tuzlu su, peptonlu su da olabilir. Dilüsyon işleminden sonra örneği alınan mikroorganizmanın öze ile; sürme, yayma dökme plak, tüpte ekim gibi yöntemler ile inokülasyonu sağlanır. Görsel 3.183'te öze ile yayma, Görsel 3.184'te tüpte ekim yöntemi ile inokülasyon örnekleri verilmiştir.
3. İnkübasyon: Ekimi yapılan besi yeri, uygun sıcaklık ve sürede etüvde ya da su banyosunda bekletilir.
4. Kültür Oluşması: Oluşan mikroorganizmalarla gerekli inceleme ve çalışmalar yapılabilir.



Görsel 3.183: Yayma yöntemi ile inokülasyon



Görsel 3.184: Tüpte inokülasyon

Kültür hazırlanırken ekimi yapılacak örneğin adı, besi yeri adı, dilüsyon miktarı, inkübasyon sıcaklığı ve tarihi mutlaka not alınmalıdır. Ayrıca ekim sırasında kesinlikle bunsen beki veya ispirto ocağı kullanılmalıdır.

Mikroorganizmalar, sıvı besi yeri kültüründe hızla çoğalır ve sıvı besi yerinde bulanıklık oluşturur. Bulanıklık homojen olabileceği gibi çökelti şeklinde de olabilir. Mikroorganizmalar, katı besi yeri kültüründe koloni oluşturacak şekilde çoğalır.

Saf kültür, karışık kültürlerden mikroorganizmaların ayıklanmasıyla oluşan kültürdür. Özellikle tıbbi mikrobiyoloji laboratuvarlarında hastadan alınan örneklerin ayrılarak incelenmesinde kullanılmaktadır. Ayrıca saf kültür araştırma laboratuvarlarında da sıklıkla kullanılmaktadır. Görsel 3.185'te saf kültür elde etmek için besi yerinin bölünerek ekim yapılması gösterilmektedir.



Görsel 3.185: Besi yeri bölünerek saf kültür elde etme

Karışık kültürler, besi yerinde farklı kolonilerin oluşmasıyla meydana gelir. Bakteri, basil, küf gibi mikroorganizmalar çoğalır (Görsel 3.186).



Görsel 3.186: Farklı kolonilerden oluşmuş karışık bir kültür

Hazırlanan kültürlerin saklanması sonraki çalışmalarda kolaylık sağlar. Bu nedenle kültürler; soğukta, liyofilize edilerek, sıvı parafin kaplanarak veya pasaj yapılarak (yeni bir besi yerine ekim yapılarak) saklanmalıdır.

3.4. LABORATUVARDA ÖLÇME

Ölçme, fen bilimlerinde yapılan bilimsel çalışmalarda büyük önem taşımaktadır. **Ölçme**, bir özelliğin miktarını belirleme işlemidir. Ölçme ve sayma işlemleri birbirinden farklıdır. Sınıftaki öğrenciler sayılabilir. Çıkan sonuç kesin ve nettir. Kişiden kişiye göre değişmez. Sayma işleminde kesin sonuç varken ölçme işleminde kesin sonuç bulunamamaktadır. Ölçme işlemi yapılırken nicelik çoğunlukla ölçü aletindeki sayı veya sembollerle ifade edilir. Her ölçü aletinin bir duyarlılığı (hassasiyeti) vardır. Duyarlılık miktarı, ölçü aleti yapılırken tasarımı ile birlikte belirlenir ve daha hassas ölçümler yapılamaz.

Ölçme İşlem Basamakları

Ölçme işlemi üç basamak hâlinde yapılmaktadır.

1. Ölçülecek özelliğin belirlenmesi
Bir cismin kütlesinin ölçülmesinde ölçülen özellik "kütle"dir.
2. Ölçülecek niteliğe uygun araç seçimi ya da hazırlanması
Kütle ölçümü için eşit kollu terazi kullanılacaktır.
3. Ölçme işlemi sonucunun sayı veya sembollerle ifade edilmesi
Cismin kütlesi 250 gram olarak ölçülmüştür.

Duyarlılık

Ölçme aracında kullanılan birim ile ilgili bir kavramdır. Birimi küçük olan ölçme aracı, birimi büyük olan ölçme aracından daha duyarlıdır. Küçük birim kullanılan ölçme aracından elde edilen ölçüm sonucu, büyük birim kullanılan ölçme aracından elde edilen ölçüm sonucundan daha güvenilir ve daha kesin sonuç bildirmektedir. Görsel 3.187 a'daki dijital terazi ile ölçülen kütle değeri 239 gramdır ve bu terazi ile en hassas 1 gramlık kütle ölçülebilir. Görsel 3.187 b'deki dijital terazi ile ölçülen kütle değeri 3,4 gramdır ve bu terazi ile 1 gramın onda biri doğrulukta ölçüm yapılabilmektedir.



(a)

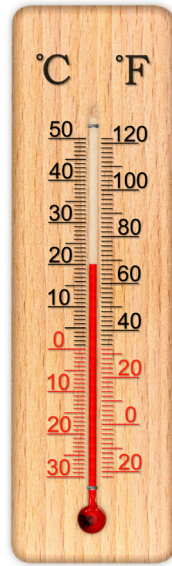


(b)

Görsel 3.187 (a,b): Dijital terazi

Bir ölçme aygıtının duyarlılık sınırı, göstergesindeki en yakın iki bölmenin yarısı kadardır.

Görsel 3.188'de verilen termometrenin duyarlılığı Celcius (Selsius) için 0,5 °C veya Fahrenheit (Fahrenheit) için 1 °F olur.



Görsel 3.188: Celcius ve Fahrenheit termometresi

Görsel 3.188'de verilen termometrede okunan değer $20 \pm 0,5$ °C olarak veya 68 ± 1 °F olarak ifade edilir.

Görsel 3.189'da verilen dijital termometrenin duyarlılığı 0,05 °C'dir.



Görsel 3.189: Dijital termometre

Görsel 3.189'da verilen dijital termometrede okunan değer $36,6 \pm 0,05$ °C olarak ifade edilir.

Ölçmede Birim

Bir ölçme aracının en küçük bölmesi olarak tanımlanabilir. Kütle ölçmek için kullanılan gram, uzunluk ölçmek için kullanılan milimetre birimlere örnek verilebilir.

Birimlerin Özellikleri

1. Eşitlik: Ölçme aracının herhangi bir yerindeki bölmesinin diğer tüm bölmeler ile eşit olmasıdır. Uzunluk ölçmek için kullanılan cetvelde bütün milimetre çizgilerinin aralıklarının birbiri ile aynı uzunlukta olmasıdır.
2. Genellik: Birimlerin herkes tarafından aynı anlamda kullanılmasıdır. Uzunluk birimi olarak kullanılan metre, dünya çapında kabul edilen birimlerden biridir.
3. Amaca Uygunluk (Kullanışlık): Ölçülecek özellik ile birimin büyüklük bakımından birbirine uygun olmasıdır. Altının kütlesini ölçmek için kuyumcular tarafından hassas dijital terazi kullanılırken pazardan alınan elmanın kütlesini ölçmek için dijital teraziler kullanılır.

ÖLÇMEDE HATA

Bir nicelik ölçülürken aynı ölçme aracıyla defalarca ölçüm yapıldığında sonuçların birbirine çok yakın fakat aynı olmadığı gözlemlenmektedir. Bu nedenle bir deneyde gerçekleştirilen ölçüm sayısı ne kadar fazla ise elde edilen sonuçlar gerçek değere o kadar yakındır. Ölçüm sonucunun gerçek değeri olarak yapılan ölçümlerin ortalaması alınmaktadır. Ölçüm sonucu elde edilen değer ile gerçek değer arasındaki farka **ölçme hata** denir. Hata kaynakları dört grupta toplanabilir. Bunlar; ölçme aracı, ölçme yöntemi, ölçme yapılan ortam ve ölçme yapan kişiden kaynaklanan hatalardır.

1. Ölçme Aracından Kaynaklanan Hata

Ölçme aracının duyarlılığı bir hata kaynağıdır. Bazı ölçü araçlarında kalibrasyon yapılmalıdır.

Görsel 3.190'daki dinamometre ile ölçülen ağırlık değeri 3,5 Newton (N) olarak okunmaktadır fakat gerçek ağırlık değeri 3,49 N veya 3,52 N olabilir. Buna ek olarak dinamometrenin içindeki yay bozulmuş (esneklik özelliğini kaybetmiş) olabilir. Bu ve benzeri sebepler ölçme aracından kaynaklanan hatalardır.

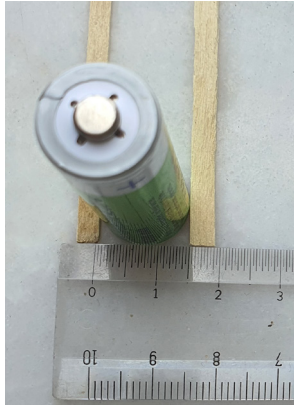


Görsel 3.190: Dinamometre ile ağırlık ölçülmesi

2. Ölçme Yönteminden Kaynaklanan Hata

Bir kalem pilin çapını kumpas yerine cetvel ile ölçmek hatalıdır. Bu nedenle uygun ölçme aracı kullanılmalıdır.

Görsel 3.191 a'daki pilin çapı cetvel ile 15 mm olarak ölçülürken aynı pilin çapı Görsel 3.191 b'deki kumpas ile 14,20 mm olarak ölçülmektedir. Buradaki hata ölçme yönteminden kaynaklanmaktadır.



a) Cetvel ile çap ölçümü



b) Kumpas ile çap ölçümü

Görsel 2.191 (a,b): Çap ölçümü

3. Ölçme Yapılan Ortamdan Kaynaklanan Hata

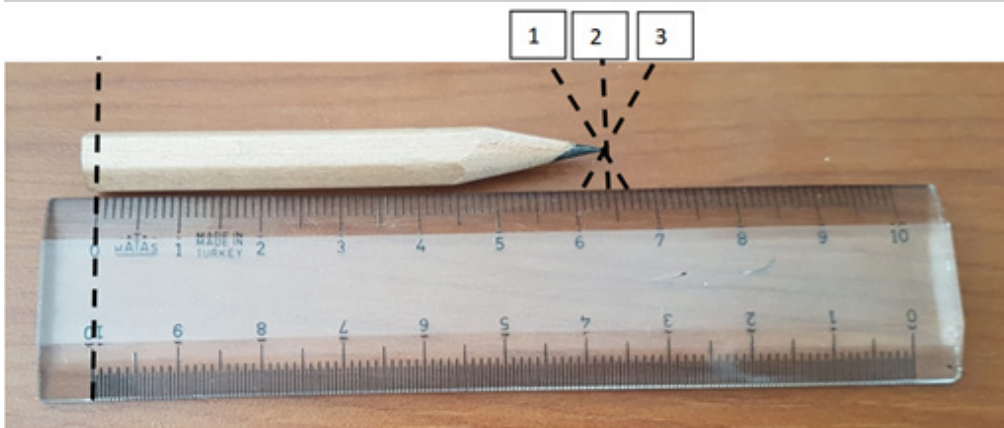
Sıcaklık, maddenin boyutlarında değişime neden olur. Sıcaklık artarsa genleşmeden dolayı maddenin boyutları artar. Sıcaklık azalırsa büzülmeden dolayı maddenin boyutlarında azalma meydana gelir. Örneğin metal bir çubuğun boyu sıcak ve soğuk ortamda ölçüldüğünde farklı çıkacaktır. Sıcak ortamda genleşmeden dolayı metal çubuğun boyu artacaktır. Soğuk ortamda büzülmeden dolayı metal çubuğun boyu azalacaktır.

Sıcak ortamda bir mermer parçasının boyu metal cetvel ile ölçüldüğünde cetvel taştan daha fazla genleşeceği için ölçülen değer gerçek değerden küçük çıkacaktır. Buradaki hata, ölçme yapılan ortamdan kaynaklanır.

4. Ölçme Yapan Kişiden Kaynaklanan Hata

Ölçüm yapan kişinin dikkatsiz davranması hataya neden olabilir. Kurşun kalemin boyunu cetvel ile ölçerken kalemin bir ucu tam olarak sıfır noktasına getirilmelidir. Diğer ucuna tam karşıdan bakmak gerekir.

Görsel 3.192'de kalemin boyu ölçülürken kalemin cetvelin 0 noktasından başlamaması bir hata kaynağıdır. Kalemin boyunu ölçmek için 1 hizasından bakıldığında kalemin boyu gerçek değerinden fazla, 3 hizasından bakıldığında ise gerçek değerinden az çıkacaktır. Bu hatalar, ölçüm yapan kişiden kaynaklanır.



Görsel 3.192: Cetvel ile kalemin boyunun ölçülmesi

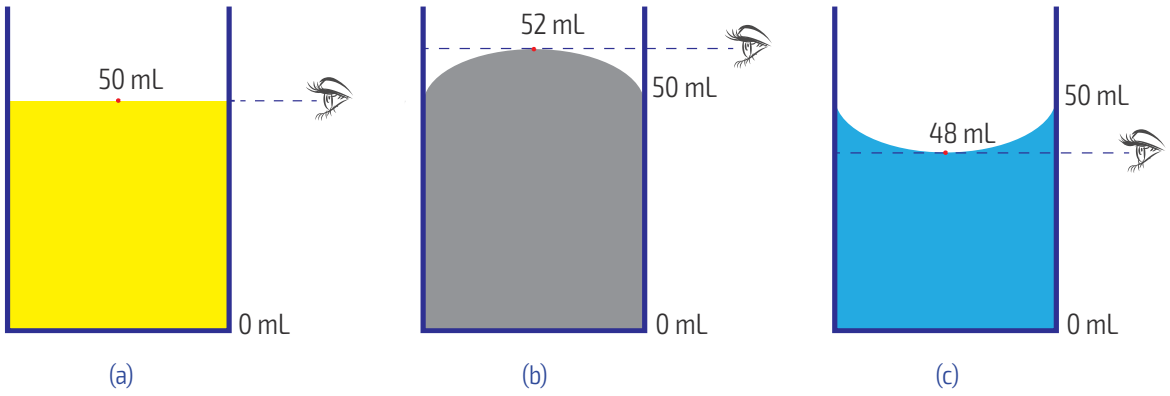
ÖLÇME ARACININ OKUNUŞU

Her ölçme aracının kendine ait özellikleri vardır ve ölçüm yapılırken uyulması gereken kurallar vardır.

Sıvıların Hacminin Okunuşu

Sıvıların hacimlerini ölçmek için çeşitli şekillerde ve farklı amaçlar için kullanılan dereceli silindir, büret, balon joje ve pipet gibi cam malzemeler kullanılır. Bu tür cam malzemeler ile ölçüm yapılırken sıvının camın iç çeperini ıslatması nedeniyle eğri bir görünüm oluşturur, buna menüsküs adı verilir. Şekil 3.1'de görüldüğü gibi okuma yapılırken menüsküs ile göz aynı hizada olmalıdır. Saydam sıvılarda menüsküsün alt kısmına karşı gelen ölçek çizgisi, koyu renkli çözeltilerde (menüsküsün alt çizgisinin görülmeyeceği durumlarda) ise menüsküsün üst çizgisi ölçek çizgisi olarak alınır.

Sıvılar fiziksel özelliklerine bağlı olarak dereceli silindirde Şekil 3.1: a, b, c durumlarında olabilir. Ölçme işleminde hata yapmamak için dereceli silindirdeki sıvı seviyesinin hizasından bakılması gerekmektedir.



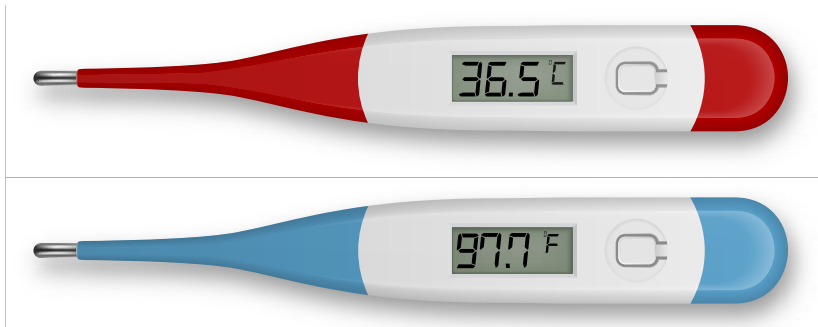
Şekil 3.1 (a,b,c): Sıvıların hacminin okunuşu

Yukarıdaki şekilde tüm sıvıların kabın kenarlarındaki seviyesi 50 mL seviyesindedir. Buna rağmen orta noktaya baktığınızda Şekil 3.1 a'daki sıvının hacmi 50 mL olarak okunmaktadır. Şekil 3.1.b deki sıvının hacmi 52 mL olarak okunmaktadır. Şekil 3.1 c'deki sıvının hacmi 48 mL olarak okunmaktadır.

Dijital Ölçme Araçlarının Okunuşu

Dijital ölçme araçlarında dikkat edilmesi gereken en önemli husus, ölçme aracı yapılırken kullanılan birimdir.

Görsel 3.193'teki iki dijital termometre aynı ortamda 36,5 °C ve 97,7 °F değerlerini göstermektedir. Bu değerlerin ikisi de doğrudur. Burada aynı ortamda sıcaklık değerlerinin farklı olmasının nedeni kullanılan birim sistemidir.



Görsel 3.193: Dijital termometrelerdeki sıcaklık değerleri

Ölçeklendirilmiş Ölçme Araçlarının Okunuşu

İlk olarak ölçme aracında 1 birimlik aralığın hangi değere karşılık geldiği bulunur. Daha sonra ibre hangi rakamdan sonra ise o rakama birim sayısı ve birim aralık değeri çarpılarak ilave edilir. Görsel 3.194'teki ampermetre göstergesinin gösterdiği değeri inceleyiniz.



Görsel 3.194: Ampermetrenin gösterdiği değer

0-20 aralığı 9 kısa çizgi ile 10 eşit bölmeye ayrılmıştır. Buna göre 1 bölme aralığı, 2 değerine karşılık gelir. Göstergenin ibresi 20 sayısından sonraki 5. çizgide durmaktadır. Bu durumda ampermetrenin gösterdiği akım değeri $20 + (5 \times 2) = 30 \mu A$ olarak bulunur.

Yuvarlama

Fen bilimlerinde yapılan ölçüm ve işlemlerin sonuçları her zaman tam sayı çıkmamaktadır. Benzer şekilde bazı sabitler de tam sayı olarak ifade edilememektedir. Daha çok matematikte kullanılan π (pi) sayısının gerçek değeri $22/7$ 'dir. Yaklaşık değeri ise 3,14 olarak alınabilir. İşlem kolaylığı sağlamak adına bu sayı 3'e yuvarlanabilir. Benzer şekilde yer çekimi ivmesinin büyüklüğü, bulunulan coğrafi konuma göre değişiklik göstermektedir. Ekvatordaki değeri yaklaşık olarak 9,78 iken kutuplardaki değeri yaklaşık olarak 9,83'tür. İşlem kolaylığı sağlamak adına bazen 9,8 ya da 10 değeri kullanılmaktadır.

Yuvarlama işlemi belli kurallar dâhilinde yapılır. Verilen bir sayı onlar basamağındaki rakama yuvarlandığında birler basamağındaki rakama bakılır. Birler basamağındaki rakam 5'ten küçükse bir önceki onlar basamağına yuvarlanır. Birler basamağındaki rakam 5 ise veya 5'ten büyükse bir sonraki onlar basamağına yuvarlanır. Örneğin 14 sayısı onlar basamağına yuvarlandığında 10 olur. 16 sayısı onlar basamağına yuvarlandığında 20 olur.

Anlamlı Rakamlar

Anlamlı rakamlar, bir sayının doğruluğuna veya kesinliğine katkıda bulunan rakamlardır. Sayma işlemi ile yapılan ölçümler tam hassasiyet bildirirken fen bilimlerinde yapılan ölçümler tam hassasiyetle belirlenemeyebilir. Bir cismin boyu 0,1 cm duyarlılığa sahip cetvel ile ölçülüp 3,5 cm olarak ifade edildiğinde gerçek boyunun 3,4 cm ile 3,6 cm arasında olduğu belirtilir. Cismin boyu 3,5 cm olarak ifade edildiğinde 2 anlamlı rakam kullanılmıştır. Aynı cismin boyu 0,01 cm duyarlılığa sahip cetvel ile ölçülüp 3,50 cm olarak ifade edildiğinde gerçek boyunun 3,49 cm ile 3,51 cm arasında olduğu belirtilir. Cismin boyu 3,50 cm olarak ifade edildiğinde 3 anlamlı rakam kullanılmıştır.

Bir sayının solundaki sıfırlar anlamlı rakam değildir. 0,000048 ve 000035 sayılarında 2 anlamlı rakam kullanılmıştır. Bir sayının sağındaki sıfırlar anlamlı rakamlardır. 9,810 ve 2.000 sayılarında 4 anlamlı rakam kullanılmıştır. Anlamlı rakamlarla işlem yaparken aşağıdaki kurallara uyulmalıdır.

- Toplama ve çıkarma işlemlerinde çıkan sonuçtaki duyarlılık, toplam veya farktaki en az duyarlılığa sahip olan terimin duyarlılığı kadar olur. Bu duyarlılık sınırına kadar olan bütün rakamlar anlamlı rakamlardır. Farklı ölçme araçları ile ölçülen uzunluklar 0,4 cm 2,48 cm ve 16,147 cm olarak verildiğinde bu uzunlukların toplamı hesap makinesi ile 19,027 olarak bulunur. İşleme giren sayılardan biri 0,4 olduğundan bulunan sonuç en fazla 0,1 duyarlılıkta olur. Toplama işleminde çıkan sonuç yuvarlanarak 19,0 cm olarak ifade edilmelidir.
- Çarpma ve bölme işlemlerinde çıkan sonuçtaki duyarlılık, toplama ve çıkarma işlemlerinde olduğu gibi çarpım veya bölümündeki en az duyarlılığa sahip olan terimin duyarlılığı kadar olur.

Kenar uzunlukları 1,76 m ve 12,84 m olarak verilen halının alanı hesap makinesi ile 22,5984 m² olarak bulunurken işleme giren sayılardan biri (1,76) üç anlamlı basamağa sahip olduğu için sonuç yuvarlanarak 22,6 m² olarak ifade edilmelidir.

Kenar uzunlukları 2,4 cm, 19,3 cm ve 27,98 cm olarak verilen kitabın hacmi hesap makinesi ile 1.296,034 cm³ olarak bulunurken işleme giren sayılardan biri (2,4) iki anlamlı basamağa sahip olduğu için sonuç yuvarlanarak 1,3 x 10³ cm³ olarak ifade edilmelidir.

Hata payını en aza indirebilmek için yuvarlama işlemi en son yapılmalıdır.

Bilimsel Gösterim

Fen bilimlerinde yapılan hesaplama ve ölçümler rakamlarla ifade edilmektedir. Bu rakamlar bazen çok küçük bazen de çok büyük olabilmektedir. Örneğin elektronun kütlesi 0,000000000000000000000000091093897 kg'dır. Vakumda ışık hızının değeri ise 299792458 m/s'dir. Bu rakamları 10'un kuvveti şeklinde yazabiliriz. Yuvarlama yaparak elektronun kütlesi için $9,1 \times 10^{-31}$ kg, ışık hızı için 3×10^8 m/s olarak yazmak büyük kolaylık sağlamaktadır. Bu yazım şekline **bilimsel gösterim** denir. Bilimsel yazılıştta bölme ve çarpma işlemleri daha kolay yapılmaktadır.

3.5. LABORATUVARDAKİ BAZI ÖLÇME ARAÇLARI VE KULLANIMI

Ölçme işlemine başlamadan önce ölçüm sonucunun istenen duyarlılıkta olması için uygun olan ölçme aracı seçilmelidir. Bir ölçme aracı, duyarlılığından daha düşük ölçümleri yapamaz. Örneğin uzunluk ölçümü için 1 mm duyarlılık yeterli ise cetvel kullanılabilir. 0,01 mm duyarlılıkla ölçüm yapılmak isteniyorsa cetvel yerine kumpas kullanılmalıdır. Ölçme aracının değer aralığı, ölçülecek değeri kapsamalıdır. Hasta termometreleri, genellikle 35 °C ile 42 °C değer aralığını ölçecek şekilde üretilir. Bu termometre ile 32 °C ya da 45 °C olan bir sıcaklık değeri ölçülmemelidir. Seçilen ölçme aracı kullanılmadan önce kalibrasyon ayarlamasının yapılması gerekmektedir. Eşit kollu terazi ile kütle ölçülmek isteniyorsa eşit kollu terazinin iki kefi de boş iken ibrenin sıfırı göstermesi gerekmektedir. Dijital terazi ile kütle ölçülürken terazinin yatay dengede olmasına dikkat edilmelidir. Dijital terazi zemine konduktan sonra su terazisi ile yatay konumda olup olmadığı kontrol edilmelidir.

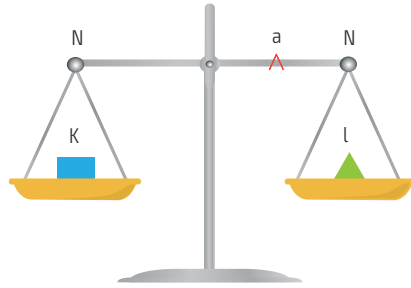
Eşit Kollu Terazili Kullanımı

Eşit kolu terazi ile kütle ölçülmektedir. Eşit kolu terazi; birbiri ile özdeş iki kefe, destek noktası ve destek noktasına tam orta noktası gelecek şekilde monte edilmiş bir çubuktan oluşur. Eşit kollu terazide kütle, kütle ile kıyaslanarak ölçüm gerçekleştirilir. Eşit kollu terazi ile ölçme işlemine başlamadan eşit kollu terazinin iki kefeside de boş iken ibrenin sıfırını göstermesi gerekmektedir. Görsel 3.195'te verilen terazinin bir kefesine (Hangi kefeye konduğu önemsizdir.) kütlesi bulunmak istenen madde konur. Diğer kefesine ise standart kütle takımından kütleler konarak terazinin yatay dengeye gelmesi sağlanır. Yatay dengeye geldiği an sağ ve sol kefedeki kütle miktarları eşittir. Terazinin kefesine konan standart kütle takımındaki kütle miktarları toplanarak maddenin kütlesi bulunmuş olur.



Görsel 3.195: Eşit kollu terazi

Şekil 3.2'de olduğu gibi eşit kollu terazide binici varsa binicinin kütlesi m_b , bölme sayısı N olmak üzere $\frac{m_b}{N}$ matematiksel modeli ile terazinin duyarlılığı bulunur. K ve L cisimlerinin kütleleri arasında a binicinin bulunduğu bölme sayısı olmak üzere $m_K = m_L + a \cdot \frac{m_b}{N}$ ilişkisi vardır.



Şekil 3.2: Eşit kollu terazi

Analitik Terazi Kullanımı

Eşit kollu teraziye göre analitik terazi ile daha duyarlı kütle ölçümü yapılabilmektedir. Analitik terazide kütle, cismin ağırlığı ile kıyaslanarak ölçüm gerçekleştirilir. Görsel 3.196'da verilen analitik terazi ile 0,5 mg duyarlılıkta kütle ölçümü yapılabilmektedir. Kütle ölçülürken terazinin yatay dengede olmasına dikkat edilmelidir. Dijital terazi zemine konduktan sonra su terazisi ile yatay konumda olup olmadığı kontrol edilmelidir. Tartım odasının tabanındaki tesviye balonunun ortalanıp ortalanmadığı kontrol edilmelidir. Altta bulunan tesviye vidaları ayarlanmalıdır. Daha sonra hazne kapıları kapatılıp bir dizi sıfır görüntülenene kadar kontrol çubuğuna kısaca basılmalıdır. Ölçüm sonucunu hatalardan arındırmak amacıyla rüzgâr ve diğer etkilerden korumak için terazinin kapağı kapalı şekilde ölçüm yapmak gerekmektedir. Sıvı maddelerin kütlesi ölçülürken kabın darasının alınması gerekmektedir.



Görsel 3.196: Analitik terazi

Dinamometre Kullanımı

Dinamometre ile kuvvet ölçülmektedir. Görsel 3.197'de verilen dinamometre; kuvvet uygulamak için kanca (çengel), belli bir yüksekliğe sabitlemek için halka, üzeri bölmelendirilmiş plastik bir kap ile esneklik özelliği olan metal bir yay kullanılarak yapılmaktadır. Dinamometre ile kuvvet ve yaydaki uzama miktarı kıyaslanarak ölçüm gerçekleştirilir. Dinamometre, düşey olarak halkasından sabitlenir. Çengele kuvvet uygulanır. Yayın ucundaki işaretlenmiş kısmın yan tarafından bakılarak uygulanan kuvvetin büyüklüğü okunur.



Görsel 3.197: Dinamometre

Cetvel Kullanımı

Cetvel ile uzunluk ölçülmektedir. Doğru şeklinde olan yüzeylere sahip cisimlerin uzunluklarını ölçmek için kullanılmaktadır. Tahta, plastik ya da metalden yapılmaktadır. Genellikle mm basamağında ölçeklendirilmiştir. Görsel 3.198'de olduğu gibi kalemin uzunluğunu ölçmek için ilk olarak kalemin bir ucu cetvelin "0" yazan konuma getirilir. Kalemin diğer ucunun geldiği hizanın karşısından bakılarak ölçüm tamamlanır.



Görsel 3.198: Cetvel ile uzunluk ölçümü

Mezura Kullanımı

Görsel 3.199'da verilen mezura ile doğrusal yüzeye sahip olmayan uzunluklar ölçülmektedir. Bir ilin harita üzerinden deniz kıyısının uzunluğunu ölçmek için kullanılabilir. Plastik veya kumaştan üretilmektedir. Doğru ölçüm yapmak için uçlarına metal parça yerleştirilmiştir. Genellikle mm basamağında ölçeklendirilmiştir. Mezuranın metal kısmı, ölçülecek nesnenin bir ucuna yerleştirilir. Yüzeydeki tüm girinti ve çıkıntılara mezura değecek şekilde ölçülmek suretiyle ölçülecek nesnenin diğer ucuna kadar ulaşması sağlanır. Son noktadaki değer, ölçüm sonucunu verir.

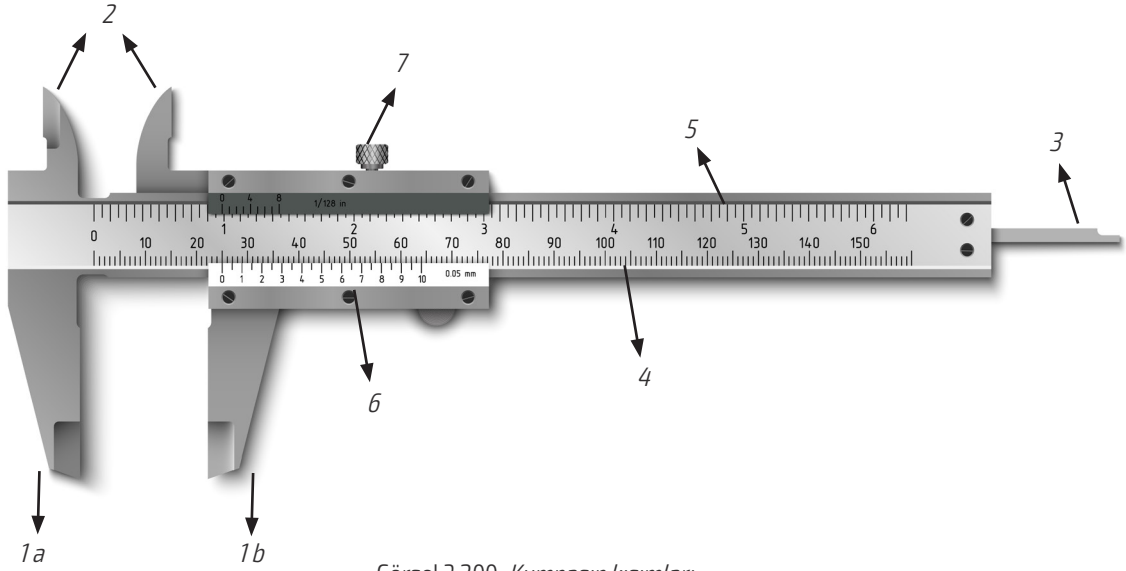


Görsel 3.199: Mezura

Kumpas Kullanımı

Kumpas, ölçülendirilmiş bir levha üzerinde hareket eden sürgüden oluşmaktadır. Hareket etmeyen kısımda sabit çene ve ölçü cetveli bulunur. Hareket eden kısımda ise hareketli çene ve sürgü vardır. Kumpas ile uzunluk başka bir uzunluk ile kıyaslanarak ölçülebilir. Cetvel ve mezuraya göre kumpas ile daha duyarlı ölçümler yapılabilir.

Kumpasın kısımları Görsel 3.200'de verilmiştir.



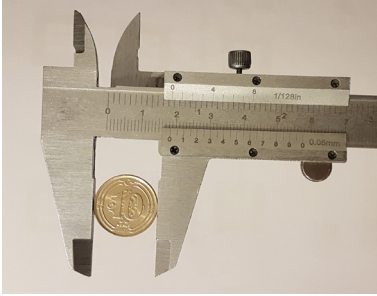
Görsel 3.200: Kumpasın kısımları

1. Dış çeneler
 - a) Sabit çene
 - b) Hareketli çene
2. İç çeneler
3. Derinlik probu
4. Ana ölçek (cm)
5. Ana ölçek (inç)
6. Verniyer
7. Sabitleme vidası

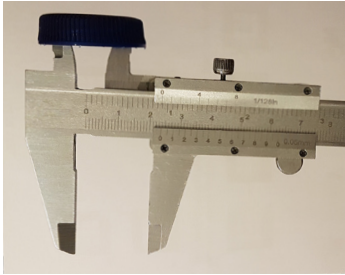
Kumpas Kullanılırken Dikkat Edilmesi Gerekenler

- Kalibrasyonu yapılmış kumpas kullanılmalıdır.
- Kumpas ve cisim temiz olmalıdır.
- İstenen duyarlılığa göre kumpas seçilmelidir.
- Kumpas eğik-yamuk tutulmamalıdır.
- Kumpasın hareketli çenesi, parçaya tam olarak dayanmalıdır.
- Ölçüm yapılırken kumpasın çenesi, parçaya (cismin şeklini bozacak şekilde) bastırılmamalıdır.
- Kumpasın okuması yapılırken dik olarak karşıdan bakılmalıdır.

Kumpas; bir cismin uzunluğu (Görsel 3.201 a), bir levhanın kalınlığı (Görsel 3.201 a), bir oyukun derinliği (Görsel 3.201 c), bir cismin çapı (Görsel 3.201 a) ya da bir kapağın iç çapı (Görsel 3.201 b) gibi ölçümler için kullanılır. Kumpas; 0,1 mm, 0,05 mm veya 0,02 mm duyarlılıkta hassas ölçümler yapabilecek şekilde üretilir. Kumpasın dezavantajı, kumpasın en fazla yaklaşık 15,5 cm'ye kadar olan uzunlukları ölçebilmesidir.



a) Kumpas ile uzunluk, kalınlık veya dış çap ölçümü



b) Kumpas ile iç çap ölçümü

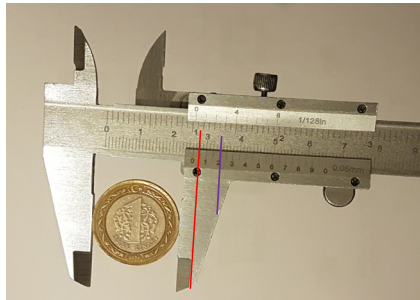


c) Kumpas ile derinlik ölçümü

Görsel 3.201: Kumpas ile ölçüm yapılması

Kumpas ile ölçüm yaparken aşağıdaki adımlar izlenmelidir.

1. Cisim, kumpasın çenesi cismin boyundan fazla açılarak kumpasın içine yerleştirilir.
2. Cisim, kumpasın hareketli çenesi ile şekli bozulmayacak şekilde sıkıştırılır.
3. Sürgü üzerindeki vida sıkılarak sürgü sabitlenir.
4. Dik olarak sürgünün "0" ile işaretlenmiş kısmının ana ölçeğin hangi bölmesine karşılık geldiği bulunur [1 TL'nin çapı için sürgüdeki 0 rakamı (kırmızı çizgi), ana ölçeğin 26 mm hizasını biraz geçmektedir. (Görsel 3.202)].
5. Kumpasın duyarlılığı bulunur. Genellikle sürgü üzerinde yazmaktadır. Her çizginin hangi değer aralığını ifade ettiğini gösterir [1 TL'nin çapının ölçümünü yapan kumpasın duyarlılığı 0,05 mm'dir. (Görsel 3.202)].
6. Sürgü üzerindeki ölçeklendirme ile ana ölçeğin çakıştığı yer bulunur [1 TL'nin çapı için ana ölçeğin 32 mm hizası ile sürgüdeki 1 ile 2 rakamı arasındaki kısa çizgi (mor renkle belirtilen 3. çizgi) çakışmaktadır.]. Bu durumda 1 TL'nin çapı, $26 + (3 \times 0,05) = 26,15$ mm olarak bulunur.



Görsel 3.202: Kumpas ile 1 liranın çapının ölçümü

Dereceli Silindir Kullanımı

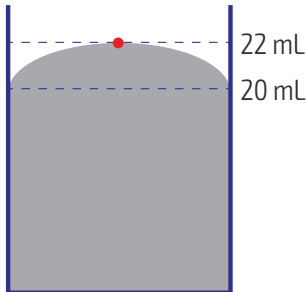
Dereceli silindir ile sıvıların hacmi ölçülmektedir. İstenen duyarlılığa göre farklı boyutlarda üretilmektedir. Görsel 3.203'te verilen dereceli silindirler ile farklı miktarlarda hacim ölçümü yapılabilmektedir. Laboratuvarda 500 mL (5 mL duyarlılığı), 250 mL (2 mL duyarlılığı), 100 mL (1 mL duyarlılığı), 50 mL (0,5 mL duyarlılığı) ve 20 mL ölçümlerini yapmak için çeşitleri mevcuttur.



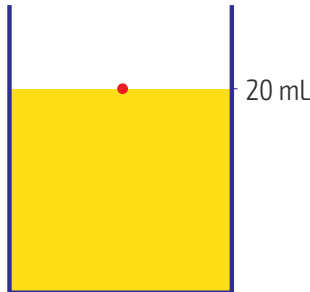
Görsel 3.203: Dereceli silindirler

Sıvıların hacmini ölçmek için uygun boyutta ve istenen duyarlılıkta olan dereceli silindir seçilmelidir. Dereceli silindirin içine sıvı doldurulmalıdır. Dereceli silindir, yatay bir zeminde durmalıdır. Gerekirse su terazisi kullanılmalıdır. Sıvının hacmi bulunurken sıvının yükseldiği hizanın tam karşısından bakmak gerekmektedir. Sıvının yükseldiği hizada okunan değer, dereceli silindirde bulunan sıvının hacmini verecektir.

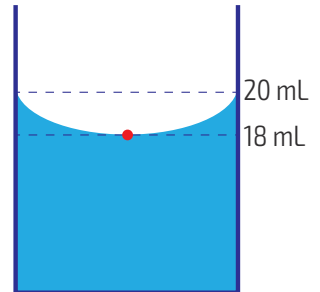
Sıvının hava ile temas yüzeyi, adezyona ve kohezyona bağlı olarak dereceli silindirde 3 farklı şekilde olabilir. Bu durumlar, Şekil 3.3'te (a,b,c) verilmiştir. Her bir durumda sıvının hacmi olarak hava ile temas yüzeyinin orta noktasındaki değer alınmalıdır.



a) Kohezyonun adezyondan büyük olması durumu



b) Kohezyonun adezyona eşit olması durumu



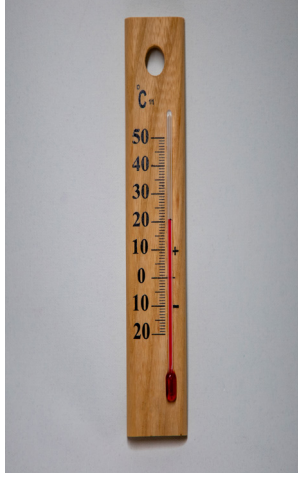
c) Adezyonun kohezyondan büyük olması durumu

Şekil 3.3 (a,b,c): Sıvıların dereceli silindirde görünümü

Şekil 3.3 a'daki sıvının hacmi 22 mL olarak okunmalıdır. Şekil 3.3 b'deki sıvının hacmi 20 mL olarak okunmalıdır. Şekil 3.3 c'deki sıvının hacmi 18 mL olarak okunmalıdır.

Termometre Kullanımı

Termometre ile sıcaklık ölçülmektedir. Birden fazla termometre çeşidi bulunmaktadır. Yüksek sıcaklık değerlerini ölçmek için metal termometreler, oda sıcaklığını ve vücut sıcaklığını ölçmek için sıvılı termometreler, hassas ölçüm yapmak için gazlı termometreler, uzaktan ölçüm yapabilmek için LASER termometreler, hızlı ölçüm yapmak için dijital termometreler kullanılmaktadır. Sıvılı termometre çeşitleri Görsel 3.204'te verilmiştir.



a) Oda termometresi



b) Hasta termometresi

Görsel 3.204 (a,b): Sıvılı termometre çeşitleri

Termometreler, maddelerin genleşme özelliğinden faydalanılarak yapılmaktadır. Termometre sıcak bir ortama konduğunda içindeki sıvı genişip cam çubukta yükselmeye başlar. Yükselme, ortam sıcaklığı ile termometre içindeki sıvının sıcaklığı eşit olana kadar devam eder. Yükselme, sıcaklık değerleri eşit olduğunda durur.

Ölçeklendirilmiş ölçme araçlarının okunuşunda bahsedildiği gibi ilk olarak ölçme aracında 1 birimlik aralığın hangi değere karşılık geldiği bulunur. Görsel 3.204 a'daki oda termometresinde 0 °C ile 10 °C arası 10 eşit parçaya ayrıldığı için her bir kısa çizgi 1 °C'ye karşılık gelmektedir. Görsel 3.204 a'daki ortamın sıcaklığı sıvının yükseldiği değer 20 olduğu için $20 + (1 \times 1) = 21$ °C olarak bulunur. Görsel 3.204 b'deki hasta termometresinde 35 °C ile 36 °C arası 10 eşit parçaya ayrıldığı için her bir kısa çizgi 0,1 °C'ye karşılık gelmektedir.

Termometre kullanırken uyulması gereken kurallar vardır. Bu kurallar aşağıda belirtilmektedir.

- Termometre, dik olarak tutulmalıdır.
- Termometre, sadece sıcaklığı ölçülecek cisme temas etmelidir. Başka cisimlere temas etmemelidir.
- Ölçüm yapılırken termometre içindeki sıvının en son yükseldiği sıcaklık değeri okunmalıdır.
- Okuma yapılırken termometrenin tam karşısından bakılmalıdır.

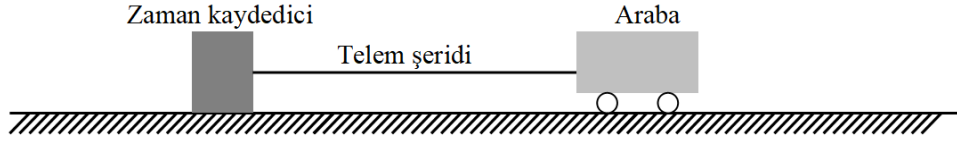
Uyarı: Cıvalı termometre kullanırken cam kısmın kırık ya da çizik olmadığını kontrol ediniz. Hasar varsa kullanmayınız. Unutulmamalıdır ki cıva, insanlar için zehirli bir maddedir. Olası bir kaza durumuna karşı Ek Ü'de verilen "Kullanımlarında Dikkat Edilmesi Gereken Kimyasallar" bölümünü okuyunuz.

Zaman Kaydedici ve Telem Şeridi Kullanımı

Zaman kaydedici, dinamik ve hareket deneylerinde geçen zamanı ölçmek (telem şeridine işlemek) için kullanılmaktadır. Telem şeridi ile birlikte kullanılır. Periyodu 1/50 saniyedir. Başka bir deyişle 1 saniyede 50 işaretleme yapabilmektedir.

Telem şeridinin karbonlu tarafı alta gelecek şekilde zaman kaydedicinin tırnakları arasına yerleştirilir. Telem şeridinin diğer ucu, hareket edecek cisme (eğik düzlem arabası) bant yardımıyla sabitlenir. Zaman kaydedici, 12 V AC gerilim ile beslenir. Araba, zaman kaydedicinin önüne yerleştirilir. Zaman kaydedici çalıştırıldıktan sonra arabanın

hareket etmesi sağlanır. Arabanın telem şeridini düzgün şekilde çekmesi sağlanmalıdır. Deney düzeneği, şematik olarak Şekil 3.4'te gösterilmiştir.

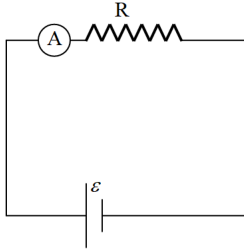


Şekil 3.4: Deney düzeneği

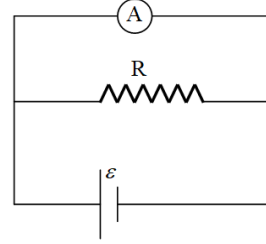
Ampermetre Kullanımı

Ampermetre ile bir iletkeninden geçen akım ölçülmektedir. Ampermetre, elektrik devresinde seri bağlanmalıdır. Yapım şekline göre 0-5 amper aralığını ölçen, 0-1 amper aralığını ölçen ve 0-25 miliamper aralığını ölçen çeşitleri vardır. Ölçülecek akım değeri hesaplama ile bulunmadıysa önce en büyük değer aralığından başlayarak sırayla en küçük değere doğru ölçüm yapan ampermetreler kullanılmalıdır. 0-25 miliamper aralığını ölçen ampermetre ile daha yüksek değerlerdeki akımlar ölçülmeye çalışılırsa ampermetre zarar görebilir.

Şekil 3.5 a'da verilen ampermetrenin doğru şekilde bağlanması gösterilmiştir. Şekil 3.5 b'de verilen ampermetrenin yanlış şekilde bağlanması gösterilmiştir. Şekil 3.5 b'de kısa devre oluşmaktadır.



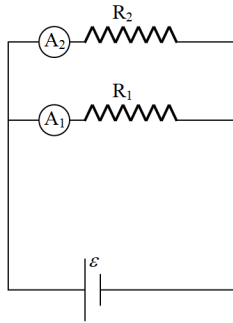
a) Ampermetrenin doğru şekilde bağlanması



b) Ampermetrenin yanlış şekilde bağlanması

Şekil 3.5: Ampermetrenin bağlanması

Ampermetre, üzerinden geçen akımı ölçülecek devre elemanına seri olarak bağlanmalıdır. Şekil 3.6'da verilen basit elektrik devresinde A_1 ampermetresi, R_1 direncinin üzerinden geçen akımı ölçmektedir. A_2 ampermetresi ise R_2 direncinin üzerinden geçen akımı ölçmektedir.



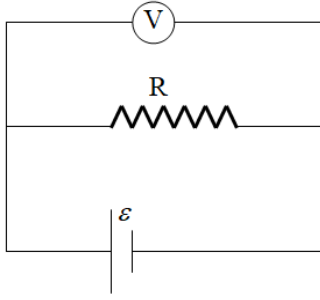
Şekil 3.6: Basit elektrik devresi

Voltmetre Kullanımı

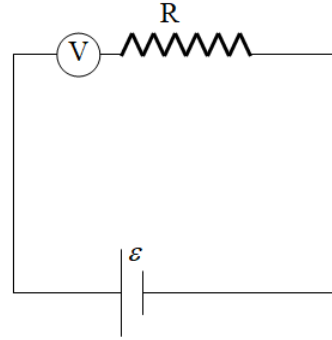
Voltmetre ile iki nokta arasındaki potansiyel fark (gerilim) ölçülmektedir. Voltmetre elektrik devresinde paralel bağlanmalıdır. Doğru akımda 0-3 volt, 0-10 volt ve 0-15 volt aralığını ölçmek için farklı özelliklere sahip olarak üretilir.

Ölçülecek gerilim değeri hesaplama ile bulunmadıysa önce en büyük değer aralığından başlayarak sırayla en küçük değere doğru ölçüm yapan voltmetreler kullanılmalıdır. 0-3 volt aralığını ölçen voltmetre ile daha yüksek değerlerdeki gerilimler ölçülmeye çalışılırsa voltmetre zarar görebilir.

Şekil 3.7 a'da voltmetrorenin doğru şekilde bağlanması gösterilmiştir. Şekil 3.7 b'de voltmetrorenin yanlış şekilde bağlanması gösterilmiştir. Şekil 3.7 b'de devreden akım geçmemektedir.



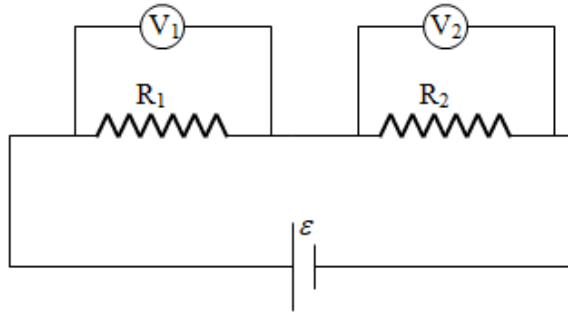
a) Voltmetrenin doğru şekilde bağlanması



b) Voltmetrenin yanlış şekilde bağlanması

Şekil 3.7: Voltmetrenin bağlanması

Voltmetre, uçları arasındaki potansiyel farkı ölçülecek devre elemanına paralel olarak bağlanmalıdır. Şekil 3.8'de verilen basit elektrik devresinde V_1 voltmetroresi, R_1 direncinin uçları arasındaki potansiyel farkı ölçmektedir. V_2 voltmetroresi, R_2 direncinin uçları arasındaki potansiyel farkı ölçmektedir.



Şekil 3.8: Basit elektrik devresi

Dijital Multimetre Kullanımı

Multimetre; AC ve DC gerilim, direnç, akım, kapasitans, endüktans, transistör, DC gerilim kazancı, sıcaklık gibi elektriksel büyüklüklerin ölçümünde kullanılan bir cihazdır. Multimetreler, analog ya da dijital olabilir. Dijital multimetrelerin kademe değerleri otomatik olarak ayarlanan çeşitleri de vardır. Görsel 3.205'te multimetre çeşitleri verilmiştir.



a) Analog multimetre



b) Dijital multimetre



c) Dijital multimetre

Görsel 3.205 (a,b,c): Multimetre çeşitleri

Multimetrelerin kullanımı sırasında gerekli olan kırmızı ve siyah renkli iki kablosu vardır. Devreye bağlamak için kullanılan bu kabloları "prob" adı verilir. Multimetre üzerinde ise bu kabloların bağlanabilmesi için üç port vardır. Siyah kablonun ucu "ortak (COM)" bağlantı noktasına takılır. Kırmızı uç, istenen işleve bağlı olarak diğer bağlantı noktalarından birine takılır.

Multimetreler kullanılmadan önce pili kontrol edilmelidir. Daha sonra süreklilik kontrolü yapılmalıdır. Süreklilik testi sayesinde bir şey için (tel gibi) süreklilik söz konusuysa o nesnenin üzerinden elektrik akımının serbestçe bir uçtan diğer uca akacağı söylenebilir. Bir sistemde süreklilik mevcut değilse bu devrede bir yerde bir kesintinin başka bir deyişle bağlantısızlığın olduğu anlaşılır. Bu; aynı zamanda yanmış sigorta devresini, yanlış şekilde bağlanmış bir devreyi ya da kötü lehimlenmiş bir bağlantı noktasını da gösterebilir.

Süreklilik testi

İlk olarak devreden akım geçmediğinden emin olunmalıdır. Anahtar kapatılabilir, fişi çekilebilir veya piller çıkarılabilir.

Siyah probu COM portuna takınız.

Kırmızı probu V, Ω , mA portuna takınız.

Multimetrenin kademesini arama () bölümüne getiriniz.

Probların kontrol uçlarını birbirine dokundurunuz.

Multimetre ekranı, sıfırı veya ona çok yakın bir değeri gösterecektir. Bu durumda ise multimetreden bip sesi duyulacaktır. Sonuç olarak süreklilik sağlanmıştır, denir. Test akımı bu yolla ölçülememişse bunun anlamı sürekliliğin olmamasıdır. Ekran ise ya 1'i ya da OL (openloop) işaretini gösterir, bu durumda açık (bağlanmamış) devre olduğu anlaşılır.


Süreklilik testini tamamlamak için ölçüm yapılacak olan parçaya veya devrenin iki ucuna da kontrol çubuğunun ucunu değdiriniz. Hangi kontrol ucunun hangi uca değdiği önemli değildir zira süreklilik kontrolünde artı veya eksi ucu bir önem arz etmez. Önceki gibi süreklilik varsa ekran sıfırı veya ona yakın bir sayıyı gösterirken bip sesi de duyulacaktır. Ekran 1'i veya OL (açık devre) işaretini gösteriyorsa süreklilik yoktur. Başka bir deyişle akım, bir uçtan diğerine geçmemektedir.

Multimetrenin süreklilik ölçecek ayrı bir ünitesi yoksa multimetrenin ibresi, en düşük direnç moduna getirilir. Bu modda multimetre, bir kontrol ucundan akım yollarken diğer uçtan alınan akımı ölçer. Kontrol uçları bağlantılı ise akım bu devre üzerinden geçecektir. Bu durumda ekranda sıfır veya ona yakın bir değer görünür. Bu çok küçük direnç, bir sürekliliğe sahip olduğunun başka bir ifadesidir. Hiçbir akım ölçülmezse bu, süreklilik yok anlamına gelir ki ekran 1 veya OL ifadesini gösterecektir.

Uyarı:



- Multimetreyi kesinlikle çalışan devreye veya cihaza bağlantı yapmayınız, mevcut bağlantıya müdahale etmeyiniz.
- AC-DC kademe seçiminin yanlış yapılması, ölçülen değerlerin yanlış tespit edilmesine neden olur.
- Prob uçları kademe seçimi kontrol edildikten sonra bağlanmalıdır.
- Ölçüm yaparken problemlerin metal kısmına kesinlikle dokunmayınız.
- Alternatif akım, insan hayatına neden olabilmektedir. Alternatif akım ile çalışırken daha dikkatli olunuz.

DC Voltaj Ölçümü

Siyah probu COM portuna takınız. Kırmızı probu V portuna takınız. Multimetrelerde ayrı V noktası olmadığında ise V, Ω , mA portuna takınız. Multimetre kademesini  bölümündeki en yüksek değere getiriniz. Multimetrenin ON/OFF düğmesine basarak multimetreyi çalıştırınız. Probun sivri uçları, hangi devre elemanının uçları arasındaki potansiyel farkı bulmak isteniyorsa oraya dokundurulur. Ekranda ölçüm sonucu çıkarsa sonuç kaydedilir. Ekranda 0 rakamı çıkarsa kademe değeri bir düşük olan seviyeye getirilir. Tekrar ölçüm yapılır. Bu işleme sonuç bulunana kadar devam edilir. Ölçüm sonucu hakkında tahmini bir değer varsa multimetre üzerinde bu değer bir üst değeri seçilir, ölçüm alınamazsa yavaşça ayar düğmesi değeri düşürülür.

Multimetre ekranında 1 ya da OL görünüyorsa bu durum ya multimetrenin ölçülen aralığın dışına ayarlandığını ya da aşırı yüklendiğini gösterir. Kontrol uçlarını ters bağlamak multimetreye zarar vermezken sadece ölçülen değerin negatif okunmasına neden olur.

AC Voltaj Ölçümü

Genel hatlarıyla DC voltaj ölçümündeki aynı basamaklar gerçekleştirilir. Multimetrenin kademesi DC için  bölümündeki değerlere getirilirken AC için  bölümündeki en yüksek değerden ölçülmeye başlanmalıdır.

Direnç Ölçümü

Başlamadan önce devreden akım geçmediğine emin olunuz. Bunun için devreyi kapatınız, devrenin fişini çekiniz ya da pillerini çıkarınız. Siyah probu COM portuna takınız. Kırmızı probu V, Ω , mA portuna takınız. Multimetrenin kademesini Ω bölümündeki en yüksek değere getiriniz. Multimetrenin ON/OFF düğmesine basarak çalıştırınız. Devrenin tamamının direnci ölçülecekse kontrol uçlarını devrenin iki ucuna yerleştiriniz. Multimetre sıfır veya sıfıra yakın bir değer (0.01) gösterirse bunun anlamı, değer aralığının çok yüksek ayarlanmış olduğudur. Bu durumda multimetrenin Ω kademesi bir düşürülerek ölçüm tekrarlanır. Tekrar ölçüm yapılır. Bu işleme sonuç bulunana kadar devam edilir. Multimetre 1'i veya OL değerini gösterirse bunun anlamı, değer aralığının çok düşük ayarlanmış olduğudur. Bu durumda multimetrenin Ω kademesi bir yükseltilerek ölçüm tekrarlanır. Tekrar ölçüm yapılır. Bu işleme sonuç bulunana kadar devam edilir. Devrenin tamamının direnci değil de sadece bir devre elemanının direnci ölçülecekse direnç devreden sökülerek ayrı olarak ölçülmelidir. Ölçüm sonuçlarının doğruluğundan emin olmak için direncin üzerindeki renk kodları ile okuma yapılabilir.

Renk Kodlarına Göre Direnç Değerinin Bulunması

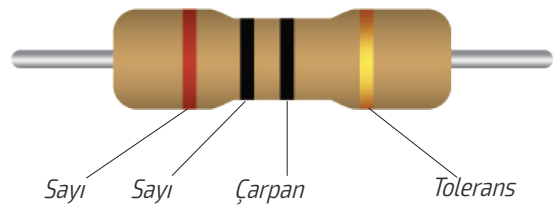
Renk kodları ve bu renklere karşılık gelen değerler Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1: Renk Kodlarına Göre Direnç Değeri

Renkler	Değer	Çarpan	Tolerans	Sıcaklıkla Direnç Değişimi (ppm / °C)
 Siyah	0	10^0	-	-
 Kahverengi	1	10^1	$\pm 1\%$	100
 Kırmızı	2	10^2	$\pm 2\%$	50
 Turuncu	3	10^3	-	15
 Sarı	4	10^4	-	25
 Yeşil	5	10^5	$\pm 0.5\%$	-
 Mavi	6	10^6	$\pm 0.25\%$	10
 Mor	7	10^7	$\pm 0.1\%$	5
 Gri	8	10^8	$\pm 0.05\%$	-
 Beyaz	9	10^9	-	1
 Altın	-	10^{-1}	$\pm 5\%$	-
 Gümüş	-	10^{-2}	$\pm 10\%$	-

Direnç üzerinde 4 renk varsa

Görsel 3.206'da verilen 4 renkli direnç üzerindeki bantlar (renkli çizgiler); katsayı, çarpan ve toleransı belirtir. 1 ve 2. bant katsayıyı, 3. bant çarpanı, 4. bant ise toleransı ifade etmektedir.



Görsel 3.206: 4 bantlı direnç

Örnek okunuş



Direnç üzerindeki renkler gri-kırmızı-turuncu-altın olduğu için direnç değeri

$$8 \quad 2 \quad \times 10^3 \quad \%5$$

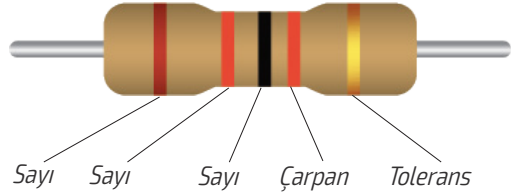
82.000 Ω bulunur. Tolerans %5 olduğu için

Direncin en yüksek değeri = 82.000 + (82.000 x %5) = 86.100 Ω bulunur.

Direncin en düşük değeri = 82.000 - (82.000 x %5) = 77.900 Ω bulunur.

Direnç üzerinde 5 renk varsa

Görsel 3.207'de verilen 5 renkli direnç üzerindeki 1, 2 ve 3. bant katsayıyı, 4. bant çarpanı, 5. bant ise toleransı ifade etmektedir.



Görsel 3.207: 5 bantlı direnç

Örnek okunuş



Direnç üzerindeki renkler kahverengi-siyah-siyah-altın-kırmızı olduğu için direnç değeri

$$1 \quad 0 \quad 0 \quad \times 10^{-1} \quad \%2$$

10 Ω bulunur. Tolerans %2 olduğu için

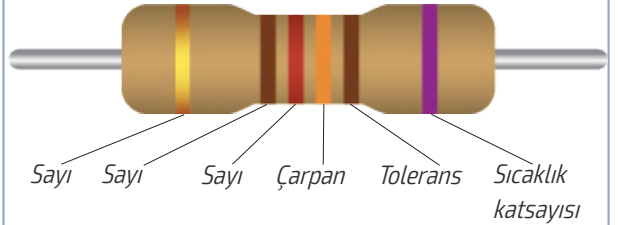
Direncin en yüksek değeri = 10 + (10 x %2) = 10,2 Ω bulunur.

Direncin en düşük değeri = 10 - (10 x %2) = 9,8 Ω bulunur.

Direnç üzerinde 6 renk varsa

Görsel 3.208'de verilen 6 renkli direnç üzerindeki 1, 2 ve 3. bant katsayıyı, 4. bant çarpanı, 5. bant toleransı, 6. bant ise sıcaklık katsayısını ifade etmektedir.

6. banttaki renge karşılık gelen değer, sıcaklığın 1 °C artması ya da azalmasıyla 1 MOhm'luk direncin ne kadar değişeceğini ifade etmektedir.



Görsel 3.208: 6 bantlı direnç

Örnek okunuş



Direnç üzerindeki renkler kahverengi-beyaz-kırmızı-kırmızı-kahverengi-mavi olduğu için direnç değeri

$$1 \quad 9 \quad 2 \quad \times 10^{-2} \quad \%1, \quad 10 \text{ ppm}$$

19.200 Ω bulunur. Tolerans %2 olduğu için

Direncin en yüksek değeri = 19.200 + (19.200 x %1) = 19.392 Ω bulunur.


Direncin en düşük değeri = 19.200 - (19.200 x %1) = 19.008 Ω bulunur.

Bu direncin sıcaklığı 1 °C artarsa direnç değerinin artış miktarı

$$\Delta R = \frac{TCR \cdot R_0 \cdot (T_2 - T_1)}{10^6} = \frac{10 \cdot (19 \cdot 200) \cdot (1)}{10^6} = 0,192 \text{ } \Omega \text{ olarak bulunur.}$$

DC Akım Ölçümü

Akım ölçümü, elektrik çarpması tehlikesi olduğu için dikkatli şekilde yapılmalıdır. İlk olarak devrenin anahtarı kapatılmalıdır, fişi çekilmelidir ya da pili çıkarılmalıdır.

Siyah probu COM portuna takınız. Kırmızı probu V, Ω , mA portuna takınız. Multimetrenin kademesini  bölümündeki en yüksek değere getiriniz. Ölçülecek akım μA , mA düzeyinden büyük ise kademe anahtarını amper kademesine alınız ve probu yüksek akım soketine bağlayınız. Multimetrenin ON/OFF düğmesine basarak multimetreyi çalıştırınız. Probon sivri uçları, hangi devre elemanının üzerinden geçen akım bulunmak isteniyorsa devre elemanına seri olarak bağlanır. Bunun için devre elemanın ayaklarından birisi multimetrenin kontrol ucuna bağlanır. Multimetrenin diğer kontrol ucu ise devre elemanının ayağının çıkarıldığı yere bağlanır. Daha sonra devrenin anahtarı açılır, fişi takılır. Ekranda 0 rakamı çıkarsa kademe değeri bir düşük olan seviyeye getirilir. Tekrar ölçüm yapılır. Bu işleme sonuç bulunana kadar devam edilir. Ölçüm sonucu hakkında tahminî bir değer varsa multimetre üzerinde bu değer bir üst değeri seçilir, ölçüm alınamazsa yavaşça ayar düğmesi değeri düşürülür.

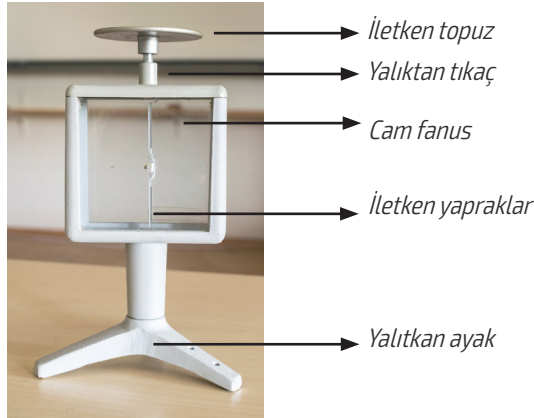
AC Akım Ölçümü

Genel hatlarıyla DC akım ölçümündeki aynı basamaklar gerçekleştirilir.

Multimetrenin kademesi DC için  bölümündeki değerlere getirilirken AC için  bölümündeki en yüksek değerden ölçülmeye başlanmalıdır.

Elektroskop Kullanımı

Elektroskop ile bir cismin yüklü olup olmadığı, yüklü ise yük işareti belirlenmektedir. Elektroskop ile cisimlerin net yük miktarı bulunmaz. Elektroskopun kısımları Görsel 3.209'da gösterilmiştir.



Görsel 3.209: Elektroskopun kısımları

Bir cismin yüklü olup olmadığını anlamak için cismi nötr bir elektroskopun topuzuna yaklaştırmak ya da dokundurmak gerekmektedir. Cisim elektroskopun topuzuna yaklaştırıldığında elektroskopun yaprakları açılıyorsa cisim yüklüdür, elektroskopun yapraklarında herhangi bir hareket gözlemlenmezse cisim nötrdür. Cisim elektroskopun topuzuna dokundurulduğunda elektroskopun yaprakları açılıyorsa cisim yüklüdür, elektroskopun yapraklarında herhangi bir hareket gözlemlenmezse cisim nötrdür. Negatif yüklü bir elektroskopun topuzuna bir cisim yaklaştırıldığında elektroskopun yaprakları daha fazla açılıyorsa cisim negatif yüklüdür. Pozitif yüklü bir elektroskopun topuzuna bir cisim yaklaştırıldığında elektroskopun yaprakları daha fazla açılıyorsa cisim pozitif yüklüdür.

pH Metre Kullanımı

pH metre, çözeltilerin asidik ya da bazik olduğuna karar vermek için pH değerini ölçen cihazdır.

pH metre, temiz ve tozsuz bir ortamda bulundurulmalıdır. Uzun süre (yaklaşık 1 ay) kullanılmamış ise kalibre edilmesi gerekmektedir.

Kalibrasyon İşlemleri

- On/Off düğmesine basarak cihazı çalıştırınız.
- Tampon çözeltileri hazırlayınız.
- CAL tuşuna basınız.
- Ekranda Ct 1 görüldüğünde pH 4 tamponuna elektrodu daldırınız.
- Run enter tuşuna basınız.
- Ekranda Ct 2 görüldüğünde pH 7 tamponuna elektrodu daldırınız.
- Run enter tuşuna basınız.
- Ekranda Ct 3 görüldüğünde pH 10 tamponuna elektrodu daldırınız.
- Run enter tuşuna basınız.
- İşlem bitince M tuşuna basarak ölçüm moduna geçiniz.

pH metrenin bağlantılarını kontrol ediniz. Güç düğmesini açınız. pH metrenin elektrodunu çözeltinin içerisine daldırınız (Görsel 3.210). Ekrandaki pH değerini okuyunuz. Çalışma bittikten sonra elektrodun ucunu destile su ile temizledikten sonra kurulaştırınız. Elektrolit çözeltisi (KCl) içerisinde muhafaza ediniz. pH metreyi kapatınız.



Görsel 3.210: pH metre kullanımı

Mikroskop Kullanımı

Mikroskop, gözle görülemeyecek kadar küçük objelerin görülmesini sağlayan optik bir cihazdır. İlk kez 1674 yılında Hollandalı Antonie Van Leeuwenhoek (Antoni Ven Lövenhuk) basit, tek mercekli mikroskobu kullanmıştır (Elen, 2018). Bugüne kadar gelişimine devam eden mikroskop, mikrobiyoloji laboratuvarlarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Mikroskop ile ökaryotik organizmalar ve bakterilerin mikrometre, virüslerin nanometre, atom ve moleküllerin de angstrom olarak boyutları ölçülmektedir.

1 mm = 1.000 μ m (mikrometre)

1 μ m = 1.000 nm (nanometre)

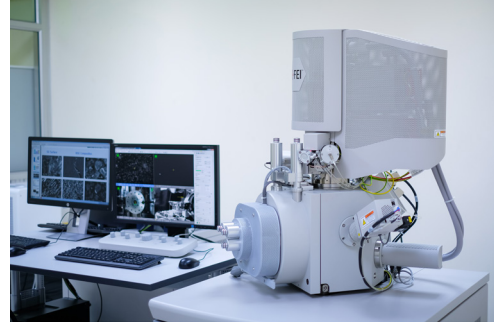
1 nm = 10 Å (angstrom)

İnsan gözü, 200–250 μ m'den küçük olan nesneleri göremez. Bu nedenle mikroorganizma, bakteri, virüsleri incelemek için mikroskoba ihtiyaç duyulur.

Büyütmelerine göre mikroskoplar, ışık ve elektron mikroskobu olarak iki gruba ayrılır. Işık mikroskobu türleri şunlardır:

1. Aydınlatma saha mikroskobu (Işık mikroskobu)
2. Karanlık saha mikroskobu
3. Ultraviyole mikroskobu
4. Floresans mikroskobu
5. Faz kontrast mikroskobu
6. Stereo mikroskobu

Elektron mikroskobunun temel çalışma prensibi, elektronlara ve manyetik alanlara dayanır. Elektron mikroskobu, ışık mikroskobundan daha fazla çözünürlüğe sahiptir. Dolayısıyla objelerin daha derinlikli ve hassas incelemelerinin yapılmasını sağlar (Görsel 3.211). Özellikle ışık mikroskobunda görülmeyen küçük objelerin (virüs veya mikroorganizmalar gibi) görüntülenmesi sağlanır. Farklı açılardan gelen elektronların algılayıcılar tarafından toplanıp mikroskop yazılımı ile işlenmesiyle görüntü oluşturulur.



Görsel 3.211: Taramalı elektron mikroskobu

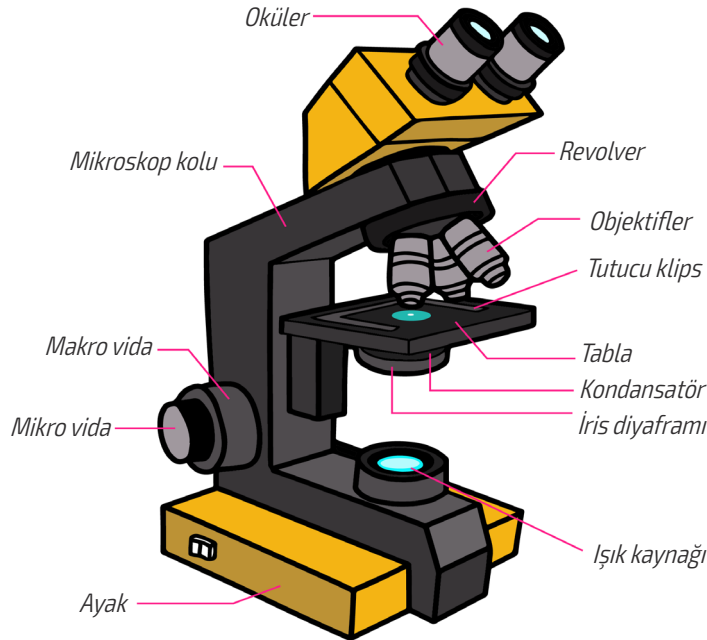
Elektron mikroskobunun iki türü vardır:

1. Geçirimli elektron mikroskobu [Transmission electron microscope (TEM) (transmişin elektron maykroskop)]
2. Taramalı elektron mikroskobu [Scanning electron microscope (SEM) (skeyning elektron maykroskop)]

Elektron mikroskobu; tıp, biyoloji, mineraloji, metalürji, elektronik, ilaç ve uzay sanayi gibi pek çok alanda kullanılmaktadır.

Işık mikroskobu, ışıktan gelen görünür dalga boyundaki ışık demetlerinin incelenen obje ve merceklerden geçerek istenen büyüklükte görüntülenmesini sağlar. Işık mikroskobu; laboratuvar çalışma ve araştırmalarında, eğitimde, tıp ve eczacılık gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bir ışık mikroskobu; mekanik, optik ve aydınlatma olarak üç kısımdan oluşur. **Mekanik kısım**; tüp, tabla, kol ve ayakların oluşturduğu kısımdır. Görsel 3.212'de ışık mikroskobu kısımları gösterilmektedir. Objektif ve okülerden oluşan **optik**, mikroskobun en önemli kısmıdır. **Objektifler**, farklı büyütme özelliğine sahip merceklerden (4x, 10x, 40x, 100x) oluşur. 100x'lik objektif ile büyütme yapılacaksa immersiyon yağı (sedir yağı) kullanılmalıdır. **Oküler**, tüp içinde çift mercek olacak şekilde düzenlenmiştir. Objektifin hatalarını düzeltir ve oluşan görüntünün iki göze eşit paylaştırılmasını sağlar. Üzerinde belirtilen 5x, 10x, 15x, 20x ifadeleri objeyi kaç kez büyüttüğünü gösterir. **Aydınlatma kısmı**; ışık kaynağı, ayna ve ışığı toplayan kondansatörden oluşur.



Görsel 3.212: Işık mikroskobu kısımları

Mikroskop kullanırken aşağıdaki aşamalara dikkat edilmelidir.

1. Mikroskobun fişini prize takınız.
2. Hazırladığınız preparatı tablaya yerleştirip tutucu klipslerle sabitleyiniz.
3. Mikroskobun ışığını açınız.
4. Objektifi 4x'lik objektife getiriniz, makro vida ile görüntüyü odaklayınız.
5. Mikro vida ile görüntüyü netleştiriniz.
6. Sonra sırayla 10x, 40x objektiflerde sadece mikro vida kullanarak görüntüyü netleştiriniz. (Bu aşamada makro vida kullanılması objektiflerin çizilmesine, kırılmasına sebep olabilir.)
7. 100x objektif kullanırken preparat ile objektif arasına bir damla immersiyon yağı damlatınız ve mikro vida ile görüntüyü netleştiriniz.
8. Çalışma bittiğinde objektifi 4x objektife getiriniz, preparatı çıkarınız, mikroskobu temizleyiniz.
9. Mikroskobun ışığını kapatıp fişini prizden çıkarınız.

Mikroskop büyütmesi = Oküler x objektif

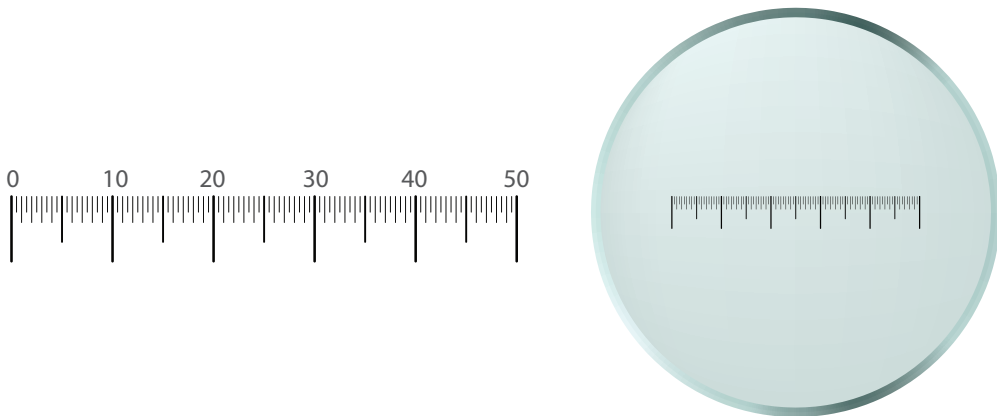
Örneğin oküler büyütmesi 5x, objektif büyütmesi 10x olan mikroskopta incelenen obje için $5 \times 10 = 50$ kez büyütme sağlanmış olur.

Ayrıca mikroskopta incelenen objenin boyutları özel ölçekler ile hesaplanabilir (oküler ve objektif mikrometre).

Mikroskopta Objelerin Ölçümü

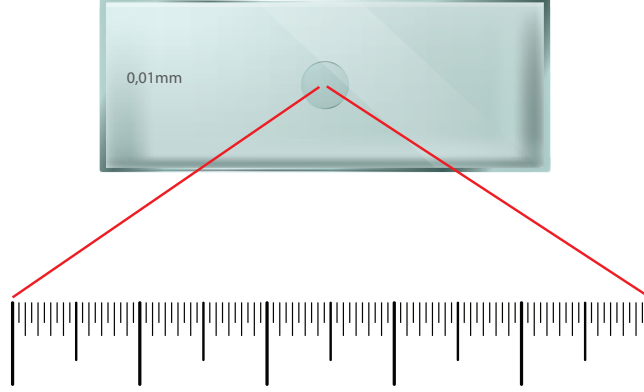
Mikroskopta bitkisel ve hayvansal hücreler, hücre özellikleri, dokular, mikroorganizmalar incelenmektedir. Bazı çalışmalarda ise incelenecek objenin boyutlarının ölçülmesi gerekmektedir. Araştırma kurumlarında bu çeşit ölçümler sıklıkla yapılmaktadır. Bakteri hücreleri, parazit hücre ve yumurtaları, sporlar, hücre mitokondrisi veya çekirdeği, kan hücreleri gibi birçok yapı; özel ölçeklerle ölçülebilmektedir. Mikroskopta incelenecek objenin boyutunun ölçülmesinde oküler ve objektif mikrometreler kullanılmaktadır.

Oküler Mikrometre: Üzerinde belli aralıklarla çizilmiş çizgilerden oluşan, daire şeklinde lamdır (Görsel 3.213). Mikroskopta okülere yerleştirilerek kullanılır ve ölçüm yapmadan önce objektif mikrometre ile çizgiler arası aralıkları hesaplanır. Oküler mikrometrenin aralıklarının hesaplanması aşağıda gösterilmiştir.



Görsel 3.213: Oküler mikrometre

Objektif Mikrometre: Üzerinde 10 mikrometre aralıklarla çizilmiş çizgilerden oluşan, dikdörtgen şeklinde lamdır. Lam üzerinde 1 mm'lik mesafe 100 eşit parçaya bölünmüştür. Görsel 3. 214'te objektif mikrometresi görülmektedir. Objektif mikrometre, oküler mikrometre arasındaki mesafenin bulunmasını sağlar.



Görsel 3.214: Objektif mikrometre

Oküler ve Objektif Mikrometre ile Ölçüm

1. Oküler mikrometreyi okülere yerleştiriniz.
2. Objektif mikrometreyi tablaya yerleştiriniz ve mikrometreyi sabitleyiniz.
3. 4X objektif ile görüntüyü bulunuz, mikro vida ile görüntüyü netleştiriniz.
4. Oküler ve objektif mikrometre üzerindeki ölçekleri paralel olacak şekilde çakıştırınız.
5. Objektif mikrometrede iki çizgi arası 10 mikrometredir (0,01 mm). Buna göre bu çizgilere karşılık gelen oküler mikrometre çizgilerini sayınız. Böylece oküler mikrometrenin çizgi aralıklarını bulunuz.
6. Objektif mikrometreyi çıkarınız, incelenecek preparatı yerleştiriniz.
7. İncelenecek preparatın görüntüsünü bulunuz.
8. Oküler mikrometrede objenin görüntüsünü başlangıç çizgisi ile çakıştırarak ölçümü hesaplayınız.

Oküler ve objektif mikrometrenin ölçümü bir örnekle açıklanabilir. Örneğin oküler mikrometrenin 20. çizgisi objektif mikrometrenin 10. çizgisiyle çalışmaktadır. Objektif mikrometrede iki çizgi arası 10 mikrometre (0,01 mm) olduğundan

$$10 \times 10 = 100 \mu\text{m}$$

$$100 \mu\text{m} / 20 = 5 \mu\text{m} \text{ (Oküler mikrometrede iki çizgi arası mesafe)}$$

Ölçülecek objenin boyu, oküler mikrometrede 15. çizgiye denk gelmişse

$$15 \times 5 = 75 \mu\text{m} \text{ olarak objenin boyu bulunur.}$$

Biyologlar, laboratuvarında bazı biyolojik örneklerin boyutlarını hesaplayarak aşağıdaki sonuçlara ulaşmışlardır.

Prokaryot hücre (E.coli) = 0,4-2 μm

Maya (S. Cerevisiae) = 1-4 μm

İnsan alyuvar hücresi = 7,2 μm

Doku kültüründeki ökaryot hücre = 10-100 μm

Hücre çekirdeği = 5-25 μm

Mitokondri = 1-10 μm



4. ÖRNEK LABORATUVAR UYGULAMALARI

- 4.1. Deney Türleri
- 4.2. Deney Türlerine Göre Örnek Uygulamalar
- 4.3. Deney Değerlendirme ve Raporlandırma Süreci

4. ÖRNEK LABORATUVAR UYGULAMALARI

Laboratuvar çalışmalarının akıl yürütme, eleştirel düşünme, teorik bilgiyi uygulama, bilimin doğasını anlamayı sağlama, el becerisini geliştirme, analiz etmeyi ve neden-sonuç ilişkisi kurmayı öğretme gibi çok sayıda yararı vardır. Laboratuvar çalışmalarının en temel amacı; derslerde öğrenilen teorik bilgilerin deneylerle desteklenmesi, öğrencilerin psikomotor becerilerinin gelişiminin sağlanması, elde ettiği bilgileri günlük yaşamda kullanılabirliğini farketmesi, doğaya ve canlılara karşı olumlu tutumlar geliştirmesi ve ilgilerinin artırılması, yaratıcılıklarının ve iletişim becerilerinin geliştirilmesidir. Laboratuvar çalışmaları bu amaçlara hizmet ederken aynı zamanda bilimsel süreç becerisi, yaşam becerisi ile mühendislik ve tasarım becerisi olarak sınıflandırılan Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda belirtilen alana özgü becerileri de destekler. Laboratuvar uygulamalarının bu alana özgü becerileri karşılayabilmesi için işlenen konu ve kazanıma uygun deney türünün seçilip doğru zamanda, doğru yöntem ve tekniklerle yapılması gerekir.

4.1. DENEY TÜRLERİ

Laboratuvar da yürütülen deneyler; problemin ve amacın verilip verilmemesi, deneyde izlenecek işlem basamaklarının öğretmen ya da öğrenciler tarafından belirlenmesi gibi özelliklere bağlı olarak kapalı uçlu deneyler, açık uçlu deneyler ve hipotez test etme deneyleri şeklinde gruplandırılmaktadır. Deneylerin öğretmen veya öğrenciler tarafından yapılması veya yapıldığı zamana göre değerlendirilmesi de dikkate alındığında fen bilimleri öğretimi sürecinde deneyler; Tablo 4.1'de verildiği gibi "yapılış şekillerine göre", "yapılış amaçlarına göre" ve "yapılış zamanına göre" olmak üzere üç farklı şekilde gruplandırılır.

Tablo 4.1: Fen Bilimleri Öğretim Sürecinde Deney Grupları

Deneyler		
Yapılış Şekline Göre Deneyler	Yapılış Amacına Göre Deneyler	Yapılış Zamanına Göre Deneyler
Gösteri deneyleri	Kapalı uçlu deneyler	Konu öncesi yapılan deneyler
Bireysel deneyler	Açık uçlu deneyler	Konu işleme sürecinde yapılan deneyler
Grup deneyleri	Hipotez test etme deneyleri	Konu sonrasında yapılan deneyler

Laboratuvar uygulamalarına güvenlik önlemleri alınarak başlanmalıdır. Öğrenci laboratuvar uygulamasıyla ilk defa tanışıyorsa öğretmen, kapalı uçlu ve gösteri deneyleriyle başlangıç yapmalıdır. Bu süreçte kazanıma dair ilgili sorularla öğrencileri aktif tutarak deneyin içeriği ve uygulaması ile ilgili dikkat çekmelidir. Gösteri deneyleriyle gözlem yapan öğrenciyi bu sayede deney yapmaya hazır hâle getiren öğretmen, laboratuvar uygulamalarında bireysel deneyler veya grup deneyleriyle açık uçlu deneylere veya daha çok araştırmaya dayalı hipotez test etme deneylerine doğru değişim göstermelidir.

Yapılış Şekline Göre Deneyler

Gösteri Deneyleri

Bir deneyin öğrencilerin gözlemleyebileceği şekilde öğretmen tarafından yapılmasıdır. Gösteri deneyleri; genellikle kalabalık sınıflarda, deney araç gerecinin kısıtlı olması, deneyin öğrenciler tarafından yapılmasının tehlikeli olması veya profesyonel beceri gerektiren deneylerin uygulanması durumlarında tercih edilmelidir. Gösteri deneyleri, öğrencilerin bilinçlenmesi açısından başlangıç deneyi olarak planlanmalıdır. Deney esnasında öğrencilere deney ve konu hakkında çeşitli sorular sorularak hem öğrencilerin dikkatleri deneye yoğunlaştırılmalı hem de düşünme ve fikir yürütme becerileri desteklenmelidir.

Gösteri deneylerinde deneyi öğretmen yaptığı için izleyici konumunda kalan öğrencide deneye ilgi azalabilir. Bu durum, deney sonunda istenen sonuca ulaşmada sorun yaratabilir. Ayrıca öğrenci deneyi kendisi yapmadığı için psikomotor becerileri gelişmez.

Gösteri deneylerinin dezavantajları yanında bazı avantajları da vardır. Diğer deney türlerine göre özellikle zaman ve maddi durum bakımından çok daha ekonomiktir. Profesyonel beceri gerektiren veya tehlike oluşturabilecek deneyler öğretmen tarafından güvenli bir şekilde gerçekleştirilir. Öğrencilere deney yapan bir kişiyi gözlemleme imkânı sağlar. Deneyin nasıl gerçekleştirildiği hakkında öğrenciye rehberlik yapılması kolaylaşır.

Bireysel Deneyler

Öğrenciler, kendi kendilerine karar vererek veya verilen yönergeyi izleyerek deneyleri gerçekleştirir. Öğretmen, iyi bir gözlemci konumunda olmalı ve gerekli gördüğü durumlarda öğrenciye rehberlik etmelidir. Öğrenci, deneyi kendisi gerçekleştirdiği için psikomotor becerisi desteklenir, yaparak-yaşayarak öğrenme sürecine girer ve bu sayede öğrenmede kalıcılık artar. Bu tür deneyler, öğrenciyi bilim insanı rolüne yöneltir. Öğrencinin bilimsel bilgi ve uygulamalara yönelik ilgi ve merakı artar ancak bu deney türünde her bir öğrenciye araç gereç sağlamak mümkün olmayabilir. Bunların yanı sıra deney aracı tek kişinin kullanımı için uygun olmayıp birden fazla kişi gerektirebilir. Bireysel deney, özellikle kalabalık sınıflarda öğretmenin her bir öğrenci ile ilgilenmesine olanak vermez. Öğretmen, bu ve buna benzer durumları değerlendirerek planlama yapmalıdır.

Grup Deneyleri

Öğrencilerin duruma göre iki, üç veya dört kişilik gruplar oluşturarak gerçekleştirdiği deneylerdir. Bu süreçte öğrenciler, sorumluluk alarak grup arkadaşları ile iş birliği içerisinde çalışır. Öğrenciler; grup içinde kendilerini ifade etme, ifade edeni dinleme ve anlama becerisi kazanır, bir duruma yönelik farklı fikirleri ve çözüm yollarını değerlendirerek ortak bir sonuca ulaşmayı öğrenir.

Öğretmen grup deneylerinde iyi bir rehber ve gözlemci olarak her gruba eşit mesafede durmalıdır. Deneyde kullanılacak teknik araç gereç için önceden beceri kazanımının sağlanıp sağlanmadığına dikkat edilmelidir. Gerekirse deney öncesi bu tür araç gereç kullanımı için ek bilgilendirme yapılmalıdır. Laboratuvar grup deneyleri için uygun şekilde düzenlenmeli ve deney sonrası gruplara sonuçları değerlendirme ve tartışma ortamı sağlanmalıdır.

Yapılış Amacına Göre Deneyler

Kapalı Uçlu Deneyler

Konusu daha önceden anlatılan, bilinen bir bilgiyi, teori ya da yasayı ispat etmek için tasarlanan deneylerdir. Kapalı uçlu deneylerde amacın ne olduğu, hangi araç gerecin kullanılacağı, hangi işlem basamaklarının hangi sıra ile gerçekleştirileceği ve nasıl bir sonuç elde edileceği deney kılavuzunda verilir. Öğrenciler, kendilerine sunulan işlem basamaklarını takip ederek deneyi uygular. Deney sonunda elde edilen sonuçlar ile bilinen sonuç karşılaştırılır. Sonuç aynı ise rapor yazma aşamasına geçilir, farklı ise ortam koşulları ve yapılan işlemler bir kez daha gözden geçirilerek hata kaynağının bulunması sağlanır. Beklenen sonuca ulaşınca kadar deneye devam edilir.

Kapalı uçlu deneyler öğrencilerin konu ile ilgili bilgileri bizzat deneyerek öğrenmesini sağlarken aynı zamanda deney ve gözlem yapma, verileri toplayıp kaydetme gibi becerileri kazanmalarına yardımcı olur. Öğrencinin el ve araç gereç kullanma becerilerini geliştirir.

Kapalı uçlu deneylerde, deneyin sonucu deneyin başından itibaren bilindiğinden öğrencinin deneye yönelik ilgi ve merakı azdır. Bu tür deneyler, öğrenci düşünme sürecine yeteri kadar dâhil olmadığı için öğrencilerin üst düzey bilişsel becerilerine çok katkı sağlamaz.

Açık Uçlu Deneyler

Öğrencilerin bilmedikleri birtakım bilgileri bulup ortaya çıkarmaları amacıyla gerçekleştirilen deneylerdir. Öğrencilere bir problem, konu, kavram ya da teorem verilerek öğrencinin deneyi kendisinin hazırlaması sağlanır. Öğrencilere deneyin amacı ile birlikte kullanılacak araç gereç verilir. Deneyin nasıl ve hangi işlem basamakları üzerinden yapıldığını gösteren yönerge yoktur. Deneyin aşamaları, deney düzeneğinin kurulması, elde edilen verilerin toplanması, yorumlanması ve ulaşılabilecek sonuçların bulunması tamamen öğrenciye bırakılır. Öğrencilerden deneyin nasıl yapılacağı ile ilgili kendi yöntemlerini oluşturmaları, deney sonucu elde edilen verileri değerlendirerek bir sonuca ulaşmaları beklenir. Bu tür deneyler; öğrencilerin hem psikomotor hem de düşünme, karar verme, verdiği kararlar doğrultusunda özgün uygulamalar yapabilme ve bulgular elde ederek sonuç çıkarabilme gibi birçok bilimsel süreç becerilerinin gelişimine hizmet eder. Öğrencinin elinde deney sonucuyla ilgili veri bulunmadığından deneye yönelik ilgi ve merakı daha fazladır.

Öğretmen, açık uçlu deneylerin etkili bir biçimde yürütülmesi için öğrenciyi sürece dâhil ederken öncelikle laboratuvar güvenlik önlemlerinin alınmasını ve aşağıda verilen hususlara dikkat edilmesini sağlamalıdır.

- Deney konusu, öğrenci tarafından bilinen konular arasından seçilmelidir.
- Öğrenciye sunulan problem; öğrenci seviyesine uygun, öğrencinin kolaylıkla anlayabileceği, net ifadelerle verilmelidir.
- Öğrencilerin sunulan probleme uygun ve amaca hizmet eden deney işlem basamaklarını hazırlaması sağlanmalıdır. Bir problemin birden çok çözümünün olabileceği unutulmamalı, öğrencilerle bu konuda teorik ve pratik olarak çalışmalar yapılmalıdır.
- Öğrenci, verilen araç gereçle deney düzeneğini kendi kurmalıdır.
- Öğrenci; deneylerde elde ettiği verileri toplamayı, topladığı verileri yorumlamayı, yorumladığı verilerden belli sonuçlara ulaşmayı kendi yapmalıdır.
- Öğrencilerin sonuç çıkarma, verileri yorumlama ve değişik çözüm yollarını kullanma becerisine sahip olmalarını gerektiren bu tür deneylerin zaman sıkıntısına neden olabileceği bilinmelidir.
- Deneyin uygulanması öğrencilere bırakılsa da öğretmen deney süresince sürekli olarak öğrencileri kontrol etmeli, öğrencilere gerekli uyarı ve yönlendirmeleri yapmalıdır.

Hipotez Test Etme Deneyleri

Bir konu hakkında öğrencinin oluşturduğu veya var olan bir hipotezi test ederek bu hipotezlerin doğruluğunu veya yanlışlığını ispatlamak amacıyla yapılan deneylerdir. Hipotez test etme deneyleri, araştırmaya yönelik deneyler olarak da adlandırılır. Bu tür deneyler, öğrencilerin bireysel çalışmaları için daha uygundur. Öğrenci; kendi oluşturduğu veya herhangi bir kaynaktan çıkardığı bir hipotezle ilgili deneyi planlar, gerekli araç gereci temin eder, deney düzeneğini oluşturur, deneyi yapar, verileri kaydedip değerlendirerek elde ettiği sonuçlara göre hipotezi kabul eder veya reddeder. Öğrenci, hipotezi test etmek için tasarladığı deneyin yetersiz kalması durumunda ya tasarladığı deneyi geliştirir ya da baştan farklı bir deney tasarlar. Öğrenci, bu süreçte bir problemin çözümüne yönelik farklı çözüm yolları geliştirmeyi öğrenir. Öğretmen, hipotez test etme deneyleri sırasında sınıf kontrolünde güçlük yaşayabilir. Her öğrenciye gerekli olan araç gereci sağlamak mümkün olmayabilir. Hipotez test etme deneylerinin kapalı uçlu ve açık uçlu deney türlerine göre daha fazla zaman alması önemli bir sorundur. Bu deneyler, öğrencilerin bireysel çalışmalarını gerektirdiğinden kendi kendine çalışma alışkanlığı kazanmamış öğrencilerde başarısızlığa neden olabilir. Bu nedenle öğretmenin öğrencileri iyi tanıyıp buna göre yönlendirmesi gerekir.

Öğrenciler, hipotez test etme tekniği ile kendi kendine çalışmayı ve üretmeyi öğrenir, ileri bilimsel süreçlere daha kolay uyum sağlar, öğrencilerin kendine güveni artar.

Bazı kaynaklarda yarı açık uçlu deneylere de rastlanmaktadır. Yarı açık uçlu deneylerde öğrencilere deneyin amacının yanı sıra ya araç gereç ya da deneyin yapılışı verilir ve deneyin tamamlanması öğrenciye bırakılır. Öğretmen; sınıf, laboratuvar veya konunun içeriğine göre deney türlerinden hangisi uygunsa o deney türünü seçerek deney yaptırmalıdır.

Yapılış Zamanına Göre Deneyler

Konu Öncesi Yapılan Deneyler

İşlenecek konuya başlamadan önce öğrencilerin ilgisini çekmek, öğrencilerde öğrenme isteği ve merak uyandırıp onları derse karşı motive etmek ve konu hakkında öğrencilerin zihinlerinde sorular oluşturmak amacıyla yapılan deneylerdir. Bu amaca hizmet etmek için genellikle tümevarım yaklaşımına dayalı açık uçlu veya hipotez test etme deneyleri tercih edilmelidir.

Konu İşlenme Sürecinde Yapılan Deneyler

İşlenecek konu ile ilgili belli temel noktalar verildikten sonra parçaları birleştirerek bir bütün oluşturmak amacıyla uygulanan deneylerdir. Tümevarım yaklaşımını temel alan bu tür deneylerde öğrenci sorulan sorularla yönlendirilir. Öğrencinin elde ettiği verileri yorumlaması ve muhakeme yeteneğini kullanarak öğretilmek istenen ilkeye ulaşması sağlanır.

Konu Sonrasında Yapılan Deneyler

Konu işlenip bitirildikten sonra konu ile ilgili bir bilginin doğrulanması amacıyla yapılan ve tümdengelim yaklaşına dayanan deneylerdir. Bu tür deneyler, deneyle ispatladığından anlatılan konuyu somutlaştırarak pekiştirir; öğrencide kalıcı ve anlamlı öğrenme sağlar. Bilgiyi ispatlama veya somutlaştırma amacı i erdiği nden kapalı uçlu deneyler tercih edilir.

Laboratuvar ortamında gerçekleştirilen deneylerin bilimsel süreç becerilerine hizmet etmesi ve bu doğrultuda hedeflenen amaca ulaşabilmesi için aşağıda verilen hususlara dikkat edilmesi gerekir.

- Konu içeriği,  ğrenci başarısı, sınıf mevcudu ve deneyde kullanılacak araç gereç ihtiyaç durumuna göre hangi tür deney yapılacağına karar verilmelidir.
- Deneyde kazanılması beklenen hedef davranışlar belirlenmelidir.
- Deney sırasında yapılması gerekenler öğrencilerle birlikte konuşulup belirlenmeli, deney iyi bir şekilde planlanmalı ve deneyin amacı açık olarak belirtilmelidir.
- Laboratuvar çalışmalarını başarılı bir şekilde yürütebilmek için bazı teknik becerilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu beceriler, el ve gözü birlikte uyum içinde kullanabilme yeteneğinin kazanılması ile ilgilidir. Laboratuvar çalışmalarında bazı aletlerin kullanılması özel yetenek ve teknik gerektirir. Laboratuvar zamanının bir kısmı, özel becerilerin öğrencilere kazandırılabilmesi için  ğretmen tarafından bu tür uygulamalara ayrılmalıdır.
- Deney, dersten önce  ğretmen tarafından yapılmalı ve deneyde amaçlanan sonuca ulaşılıp ulaşılmadığı kontrol edilmelidir.
- Öğrencilerin bilgi sahibi olmadığı araç gerecin kullanımı  ğretmen tarafından deney öncesinde açıklanmalıdır.
- Öğretmen tarafından öğrencilere yöneltilen çeşitli sorularla yapılacak olan deney ile işlenen konu arasında bağlantı kurulmalıdır.
- Gösteri deneyi yapılıyorsa deneyin tüm öğrenciler tarafından görülebilmesi için gerekli tedbirler alınmalıdır.
- Grup deneyleri yapılıyorsa öğrencilerin özellikleri iyi gözlemlenmeli ve gruplar ona göre oluşturulmalıdır.
- Öğrenciler tarafından oluşturulan deney düzeneklerinin doğru kurulup kurulmadığı  ğretmen tarafından kontrol edilmeli ve herhangi bir tehlikenin oluşmaması için güvenliğin sağlandığı ndan emin olunmalıdır.
- Deney esnasında önemli olan noktalara öğrencilerin dikkati çekilmeli ve gerekirse tahtaya notlar yazılmalıdır. Benzer şekilde öğrencilerin de deney sırasında gözlem ve verilerini not almaları konusunda yönlendirme yapılmalıdır.
- Öğrenci; deney sürecinde neden-niçin soruları bağlamında, sebep-sonuç ilişkileri içinde soru-cevap veya beyin fırtınası gibi yöntemlerle aktif hâlde tutulmalıdır. Deney başlangıcında ilgi çekici bir soru, deney ortasında ise deney içinde gözlenen bir değişimle ilgili soru öğrencilere sorularak öğrencinin ilgisi deney üzerinde tutulmalıdır.
- Grup deneylerinde elde edilen sonuçlar öğrenciler tarafından değerlendirilmeli, farklı gruplar farklı sonuçlara ulaşmışsa bunun nedenleri hakkında laboratuvar ortamı sağlanmalıdır.
- Deneyden elde edilen sonuç ile deneyin başlangıçta hedeflenen amacı arasında bağlantı kurulmalıdır.
- Deney boyunca toplanan nicel ya da nitel verilerin düzenlenmesi ve yorumlanması, verilerle tablo veya grafik çizerek daha kolay çıkarımlar yapılması konularında öğrenciye rehberlik edilmelidir.
- Öğrencilerin yapılan her deney için bir deney raporu hazırlaması sağlanmalıdır.

Laboratuvar uygulamalarında gerekli araç gereç temininin mümkün olmadığı, güvenlik önlemlerinin yeteri kadar alınamadığı, zamansal ve ekonomik sıkıntılardan dolayı tehlike arz eden deneylerin yapılamadığı durumlarda modellerden yararlanılmalıdır. Laboratuvar uygulamalarında özellikle doğrudan gözlem yapma imkânı olmayan varlıkları, nesneleri veya olayları tanımlamak için de atom modelleri, DNA modeli gibi bilimsel modellerle çalışılır. Model oluşturulurken şekil, diyagram, yazılı veya matematiksel ifade ve bilgisayar simülasyonları gibi modelleme araçlarından yararlanılır. Modeller sayesinde çok küçük veya çok büyük nesnelerin kolaylıkla gözlenmesi sağlanır, karmaşık olaylar basitleştirilir, soyut varlıklar görülür hale gelir.

4.2. DENEY TÜRLERİNE GÖRE ÖRNEK UYGULAMALAR

Yapılış Şekline Göre Deneyler

Gösteri Deneyi



Deney No	1
Deney Süresi	20 dk.
Deneyin Adı	Katı Bir İletkenin Direnci Nelere Bağlıdır?
Deneyin Amacı	Katı bir iletkenin direncinin bağlı olduğu değişkenlerin analiz edilebilmesi.
Kazanım	10.1.1.2. Katı bir iletkenin direncinin bağlı olduğu değişkenleri analiz eder.

Teorik Bilgi

Direnç, bir iletkenin üzerinden geçen akıma karşı gösterilen zorluktur. Maddelerin iletkenlikleri, atom dizilimine göre değişmektedir. Bunun yanı sıra iletkenlerin fiziksel özellikleri de direnç değerini değiştirmektedir.




Yönerge

Gerekli güvenlik önlemlerini alarak deney basamaklarını takip ediniz. Deney sonunda verilen değerlendirme sorularını dikkate alarak deney raporunu yazınız ve zamanında teslim ediniz.

Deney Malzemeleri

- Etkileşimli tahta
- Genel ağ

Deneyin Yapılışı

1. Aşağıda verilen linki açınız.
https://phet.colorado.edu/sims/html/resistance-in-a-wire/latest/resistance-in-a-wire_all.html?locale=tr
2. Ekranın sağ tarafındaki kutu içinde bulunan "Özdirenç" değerini yukarıya doğru hareket ettirip direnç değişimini gözlemleyiniz. Özdirenç değerini aşağıya doğru hareket ettirip direnç değişimini gözlemleyiniz.
3. Sayfanın sağ alt köşesinde bulunan  düğmesine basarak sayfayı yenileyiniz. Özdirenç ve direnç değerlerini not alınız. Özdirenç değerini 1 Ω cm yaparak direnç değerini not alınız.
4. Ekranın sağ tarafındaki kutu içinde bulunan "Uzunluk" değerini yukarıya doğru hareket ettirip direnç değişimini gözlemleyiniz. Uzunluk değerini aşağıya doğru hareket ettirip direnç değişimini gözlemleyiniz.
5. Sayfanın sağ alt köşesinde bulunan  düğmesine basarak sayfayı yenileyiniz. Uzunluk ve direnç değerlerini not alınız. Uzunluk değerini 20 cm yaparak direnç değerini not alınız.
6. Ekranın sağ tarafındaki kutu içinde bulunan "Kesit alanı" değerini yukarıya doğru hareket ettirip direnç değişimini gözlemleyiniz. Kesit alanı değerini aşağıya doğru hareket ettirip direnç değişimini gözlemleyiniz.
7. Sayfanın sağ alt köşesinde bulunan  düğmesine basarak sayfayı yenileyiniz. Kesit alanı ve direnç değerlerini not alınız. Kesit alanı değerini 15 cm² yaparak direnç değerini not alınız.

Deneyin Sonuçlarının/Gözlemlerin Analiz Edilmesi

Aşağıdaki sorular yapılan deneyde elde edilen verilerin analiz edilmesi için öğrencilere sorulur.

- Özdirenç ile direnç arasında nasıl bir ilişki gözlemlediniz? Açıklayınız.
- Uzunluk ile direnç arasında nasıl bir ilişki gözlemlediniz? Açıklayınız.
- Kesit alanı ile direnç arasında nasıl bir ilişki gözlemlediniz? Açıklayınız.

Değerlendirme Soruları

Katı bir iletkenin direnci nelere bağlıdır? Belirlediğiniz değişkenler ile aralarındaki ilişkiyi açıklayınız.



Deney No	2
Deney Süresi	30 dk.
Deneyin Adı	Katı Bir İletkenin Direnci Nelere Bağlıdır?
Deneyin Amacı	Katı bir iletkenin direncinin bağlı olduğu değişkenlerin analiz edilebilmesi.
Kazanım	10.1.1.2. Katı bir iletkenin direncinin bağlı olduğu değişkenleri analiz eder.

Teorik Bilgi

Direnç, bir iletkenin üzerinden geçen akıma karşı gösterilen zorluktur. Maddelerin iletkenlikleri, atom dizilimine göre değişmektedir. Bunun yanı sıra iletkenlerin fiziksel özellikleri de direnç değerini değiştirmektedir.

Yönerge

Gerekli güvenlik önlemlerini alarak deney basamaklarını takip ediniz. Deney sonunda verilen değerlendirme sorularını dikkate alarak deney raporunu yazınız ve zamanında teslim ediniz. Size verilen öz değerlendirme formunu da ekleyiniz.

Deney Malzemeleri

- Direnç tahtası
- Cetvel/mezura
- Multimetre
- Kurşun kalem

Deneyin Yapılışı

1. Deney malzemelerini ve bu malzemelerin nasıl kullanılacağını kısaca açıklayınız.
2. Direnç tahtasında tellerin başladığı yer 0 olmak üzere 25 ve 75 cm uzunluklarını kalem ile işaretletiniz.
3. 1,5 mm² kesit alanına sahip bakır telin 0-25 cm, 25-75 cm ve 0-100 cm uzunluğunun direncini multimetre ile ayrı ayrı ölçtünüz. Ölçüm sonucunda elde edilen direnç değerlerini not aldınız.
4. 0,20 mm² kesit alanına sahip alüminyum telin 0-25 cm, 25-75 cm ve 0-100 cm uzunluğunun direncini multimetre ile ayrı ayrı ölçtünüz. Ölçüm sonucunda elde edilen direnç değerlerini not aldınız.
5. 0,20 mm² kesit alanına sahip krom-nikel telin 0-25 cm, 25-75 cm ve 0-100 cm uzunluğunun direncini multimetre ile ayrı ayrı ölçtünüz. Ölçüm sonucunda elde edilen direnç değerlerini not aldınız.
6. 0,80 mm² kesit alanına sahip krom-nikel telin 0-25 cm, 25-75 cm ve 0-100 cm uzunluğunun direncini multimetre ile ayrı ayrı ölçtünüz. Ölçüm sonucunda elde edilen direnç değerlerini not aldınız.

Deneyin Sonuçlarının/Gözlemlerin Analiz Edilmesi

Aşağıdaki sorular yapılan deneyde elde edilen verilerin analiz edilmesi için öğrencilere sorulur.

- 3. işlem basamağında 1,5 mm² kesit alanına sahip bakır tel ile yaptığınız ölçüm sonuçlarına göre uzunluk ile telin direnci arasında nasıl bir ilişki gözlemlediniz? Açıklayınız.
- 4. işlem basamağında 0,20 mm² kesit alanına sahip alüminyum tel ve 5. işlem basamağında 0,20 mm² kesit alanına sahip krom-nikel tel ile yaptığınız ölçüm sonuçlarına göre telin cinsi ile telin direnci arasında nasıl bir ilişki gözlemlediniz? Açıklayınız.
- 5. işlem basamağında 0,20 mm² kesit alanına sahip krom-nikel tel ve 6. işlem basamağında 0,80 mm² kesit alanına sahip krom-nikel tel ile yaptığınız ölçüm sonuçlarına göre telin kesit alanı ile telin direnci arasında nasıl bir ilişki gözlemlediniz? Açıklayınız.

Değerlendirme Soruları

Katı bir iletkenin direnci nelere bağlıdır? Belirlediğiniz değişkenler ile aralarındaki ilişkiyi açıklayınız.

Not: Öğretmen, Ek 16'da verilen örnek dereceli puanlama anahtarını doldurmalıdır.

Grup Deneyi



Deney No	3
Deney Süresi	30 dk.
Deneyin Adı	Katı Bir İletkenin Direnci Nelere Bağlıdır?
Deneyin Amacı	Katı bir iletkenin direncinin bağlı olduğu değişkenlerin analiz edilebilmesi.
Kazanım	10.1.1.2. Katı bir iletkenin direncinin bağlı olduğu değişkenleri analiz eder.

Teorik Bilgi

Direnç, bir iletkenin üzerinden geçen akıma karşı gösterilen zorluktur. Maddelerin iletkenlikleri, atom dizilimine göre değişmektedir. Bunun yanı sıra iletkenlerin fiziksel özellikleri de direnç değerini değiştirmektedir.

Yönerge

Gerekli güvenlik önlemlerini alarak deney basamaklarını takip ediniz. Deney sonunda verilen değerlendirme sorularını dikkate alarak deney raporunu yazınız ve zamanında teslim ediniz. Size verilen öz değerlendirme ve akran değerlendirme formlarını da ekleyiniz.

Deney Malzemeleri

- Direnç tahtası
- Cetvel/mezura
- Multimetre
- Kurşun kalem

Deneyin Yapılışı

1. Sınıftaki öğrencileri gruplara (ideal öğrenci sayısı 4 olmak üzere) ayırınız.
2. Deney malzemelerini ve bu malzemelerin nasıl kullanılacağını kısaca açıklayınız.
3. Gruptaki her öğrencinin aktif görev alması için farklı tellerdeki ölçümleri farklı öğrencilerin yapmasına dikkat ediniz.
4. Direnç tahtasında tellerin başladığı yer 0 olmak üzere 25 ve 75 cm uzunluklarını kalem ile işaretletin.
5. 1,5 mm² kesit alanına sahip bakır telin 0-25 cm, 25-75 cm ve 0-100 cm uzunluğunun direncini multimetre ile ayrı ayrı ölçtünüz. Ölçüm sonucunda elde edilen direnç değerlerini not aldınız.
6. 0,20 mm² kesit alanına sahip alüminyum telin 0-25 cm, 25-75 cm ve 0-100 cm uzunluğunun direncini multimetre ile ayrı ayrı ölçtünüz. Ölçüm sonucunda elde edilen direnç değerlerini not aldınız.
7. 0,20 mm² kesit alanına sahip krom-nikel telin 0-25 cm, 25-75 cm ve 0-100 cm uzunluğunun direncini multimetre ile ayrı ayrı ölçtünüz. Ölçüm sonucunda elde edilen direnç değerlerini not aldınız.
8. 0,80 mm² kesit alanına sahip krom-nikel telin 0-25 cm, 25-75 cm ve 0-100 cm uzunluğunun direncini multimetre ile ayrı ayrı ölçtünüz. Ölçüm sonucunda elde edilen direnç değerlerini not aldınız.

Deneyin Sonuçlarının/Gözlemlerin Analiz Edilmesi

Aşağıdaki sorular yapılan deneyde elde edilen verilerin analiz edilmesi için öğrencilere sorulur.

- 5. işlem basamağında 1,5 mm² kesit alanına sahip bakır tel ile yaptığınız ölçüm sonuçlarına göre uzunluk ile telin direnci arasında nasıl bir ilişki gözlemlediniz?
- 6. işlem basamağında 0,20 mm² kesit alanına sahip alüminyum tel ve 7. işlem basamağında 0,20 mm² kesit alanına sahip krom-nikel tel ile yaptığınız ölçüm sonuçlarına göre telin cinsi ile telin direnci arasında nasıl bir ilişki gözlemlediniz?
- 7. işlem basamağında 0,20 mm² kesit alanına sahip krom-nikel tel ve 8. işlem basamağında 0,80 mm² kesit alanına sahip krom-nikel tel ile yaptığınız ölçüm sonuçlarına göre telin kesit alanı ile telin direnci arasında nasıl bir ilişki gözlemlediniz? Açıklayınız.

Değerlendirme Soruları

Katı bir iletkenin direnci nelere bağlıdır? Belirlediğiniz değişkenler ile aralarındaki ilişkiyi açıklayınız.

Not: Öğtirmen, Ek İ3'te verilen örnek grup deneyi değerlendirme formunu ve Ek İ6'da verilen örnek dereceli puanlama anahtarını doldurmalıdır.

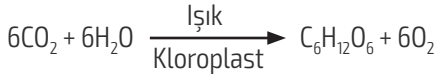
Kapalı Uçlu Deney



Deney No	1
Deney Süresi	40 + 40 dk.
Deneyin Adı	Farklı Dalga Boyundaki (Kırmızı, Yeşil, Sarı, Mor) Işığın Fotosentez Hızına Etkisi
Deneyin Amacı	Işığın dalga boyunun fotosentez hızına etkisini inceleyebilmek.
Kazanım	12.2.2.3. Fotosentez hızını etkileyen faktörleri değerlendirir.

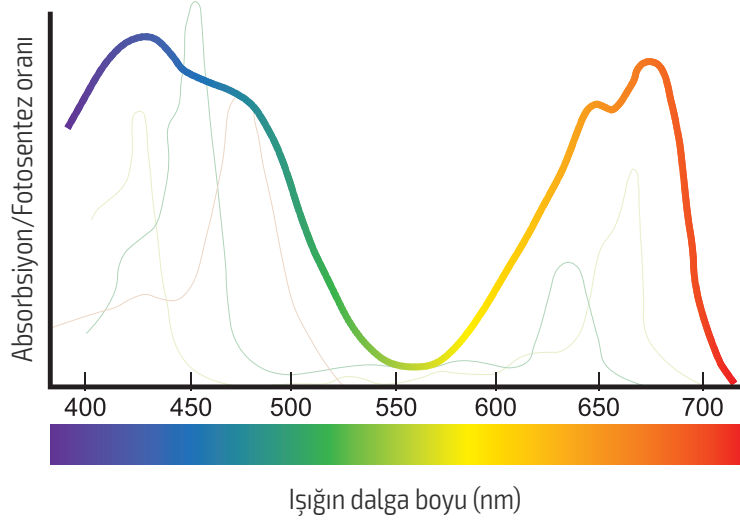
Teorik Bilgi

Bitkisel fotosentez, bitkinin kloroplast taşıyan kısımlarında gerçekleşen özümleme olayıdır. Işık enerjisi ile kloroplastlarda CO_2 gazının indirgenerek organik bileşiklerin üretilmesi olarak tanımlanabilir. Bu olay sırasında su ve enzimler kullanılır; ışık enerjisi, kimyasal bağ enerjisine dönüştürülür.



Fotosentez için CO_2 , H_2O , ışık, klorofil ve enzimler gereklidir. Fotosentez ile canlıların yaşam ortamındaki CO_2 ve O_2 dengesi sağlanmaktadır. Bitkiler, besin piramidinin alt basamağını oluşturur. Doğadaki tüm canlıların yaşamı, bitkilerin fotosentez ile ürettiği besin ve enerji dönüşümüne bağlıdır.

Fotosentez hızına etki eden çevresel etmenler; CO_2 konsantrasyonu, sıcaklık, ışık şiddeti, ışığın dalga boyu, H_2O miktarı, bazı kimyasallar ve mineral tuzlardır. Fotosentez hızı, farklı dalga boylarındaki ışıktaki farklıdır; kırmızı ve mor ışıktaki yüksek iken yeşil ışıktaki düşük değerdedir. Aşağıda verilen grafikte de ifade edilen bu durumun sebebi; kloroplastlardaki klorofil molekülünün kırmızı ve mor ışığı absorblaması, yeşil ışığı ise yansıtmasıdır.



Yönerge

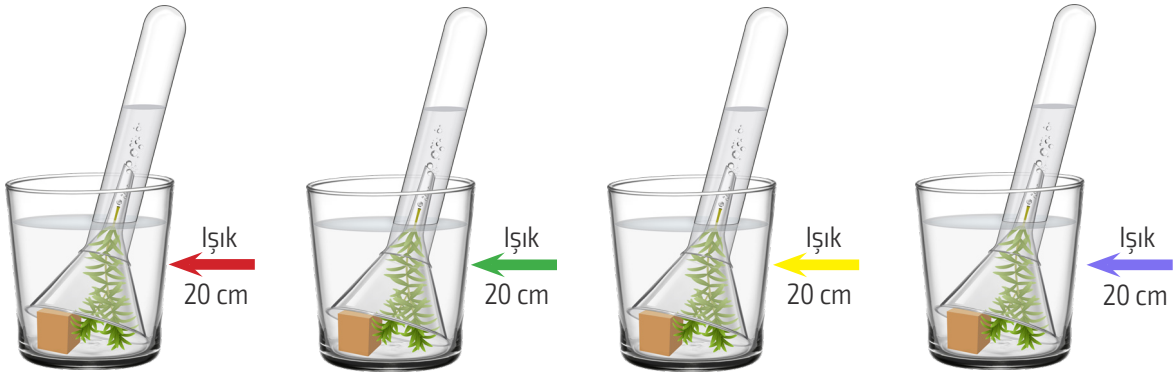
Gerekli güvenlik önlemlerini alarak deney basamaklarını takip ediniz. Deney sonunda verilen değerlendirme sorularını dikkate alarak deney raporunu yazınız ve zamanında teslim ediniz. Size verilen öz değerlendirme, grup değerlendirme veya akran değerlendirme formlarını da raporunuza ekleyiniz.

Deney Malzemeleri

- Su bitkisi
- Termometre
- %1'lik bikarbonat çözeltisi
- Makas
- Özdeş kırmızı, yeşil, mor ve sarı renkli ışık kaynağı
- 4 adet cam huni
- Musluk suyu
- 4 adet 500 mL'lik beherglas
- 4 adet deney tüpü
- 4 adet küçük tahta küp

Deneyin Yapılışı

1. 2 L %1'lik bikarbonat çözeltisi hazırlayınız.
2. Dört beherglasa da 400 mL %1'lik bikarbonat çözeltisi ekleyiniz. Termometre ile kullanılan çözelti sıcaklıklarının aynı olmasına dikkat ediniz (18-20 °C olmalıdır.).
3. Su bitkisini 6-7 cm uzunluğunda, gövde kısmı eğik şekilde dört parçaya ayırınız.
4. Su bitkilerinin her birini dört beherglasa yerleştiriniz ve üzerini aşağıda verilen görseldeki gibi küp parçalarını da kullanarak ters şekilde huni ile kapatınız.
5. Dört adet deney tüpünü musluk suyu ile doldurup yine ters şekilde huniye geçirin.
6. Işık kaynağı olarak kırmızı, yeşil, sarı ve mor lambaları her bir beherglasa 20 cm uzaklıkta görseldeki gibi yerleştiriniz.
7. Bitkinin yeni duruma uyum sağlaması için 5 dk. bekleyiniz.
8. Bekleme sonrasında 3 dk. boyunca her bir deney düzeneğinden çıkan kabarcık sayısını sayıp aşağıdaki gibi tablo oluşturarak kaydediniz. Bu sırada arkadaşlarınızdan yardım isteyiniz.



Deney Sonuçları

Deney sonucu elde ettiğiniz veriler ile tabloyu doldurunuz. Verileri yorumlayınız.

	Kırmızı Işık	Yeşil Işık	Sarı Işık	Mor Işık
Kabarcık Sayısı				

Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi

1. Deney sonuçlarınızı bir sütun grafiği çizerek ifade ediniz.
3. Mor ve kırmızı ışıktaki oluşan kabarcık sayısının sarı ve yeşil ışıktaki oluşan kabarcık sayısından fazla olması neyi ifade eder?
4. Fotosentez hızına etki eden diğer faktörlerden herhangi birini seçerek nasıl bir deney planlarsınız? Kısaca açıklayınız.

Not: Öğretmen Ek İ4'te verilen kontrol listesi ve Ek İ6'da verilen dereceli puanlama anahtarını doldurmalıdır. Bu deney bireysel olarak yapılıyorsa dört farklı ışık kaynağı ile tek tek, grup deneyi olarak yapılıyorsa aynı anda gerçekleştirilmelidir.

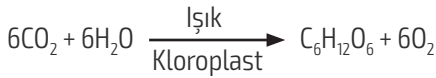
Açık Uçlu Deney



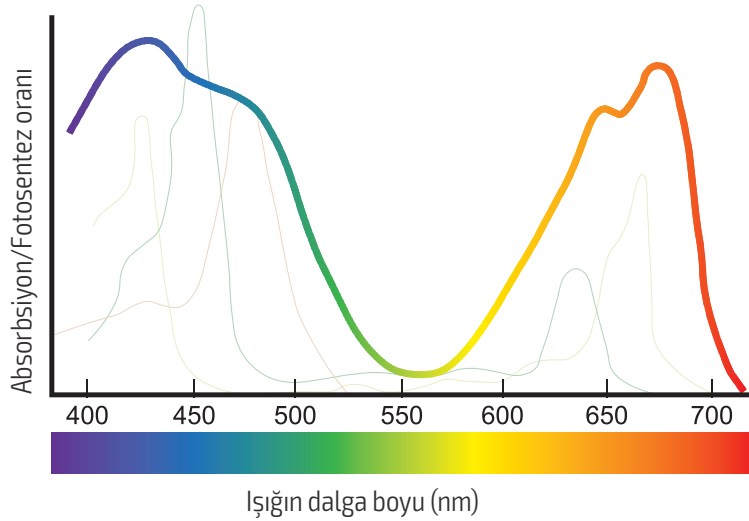
Deney No	2
Deney Süresi	40 + 40 dk.
Deneyin Adı	Farklı Dalga Boyundaki (Kırmızı, Yeşil, Sarı, Mor) Işığın Fotosentez Hızına Etkisi
Deneyin Amacı	Işığın dalga boyunun fotosentez hızına etkisini inceleyebilmek.
Kazanım	12.2.2.3. Fotosentez hızını etkileyen faktörleri değerlendirir.

Teorik Bilgi

Bitkisel fotosentez, ışık enerjisi ile kloroplastlarda CO₂ gazının indirgenerek organik bileşiklerin üretilmesi olarak tanımlanabilir. Bu olay sırasında su ve enzimler kullanılır, ışık enerjisi kimyasal bağ enerjisine dönüşürken O₂ gazı açığa çıkar.



Fotosentez hızına etki eden çevresel etmenler; CO₂ konsantrasyonu, sıcaklık, ışık şiddeti, ışığın dalga boyu, H₂O miktarı, bazı kimyasallar ve mineral tuzlardır. Fotosentez hızı, farklı dalga boylarındaki ışıktaki farklıdır; kırmızı ve mor ışıktaki yüksek iken yeşil ışıktaki düşük değerdedir. Aşağıda verilen grafikte de ifade edilen bu durumun sebebi; kloroplastlardaki klorofil moleküllerinin kırmızı ve mor ışığı absorblaması, yeşil ışığı ise yansıtmasıdır.



Yönerge

Gerekli güvenlik önlemlerini aldıktan sonra aşağıdaki malzemeleri kullanarak verilen amacı karşılayacak bir deney planlayınız. Belirlediğiniz işlem basamaklarını takip ederek deneyi yapınız. Deney sonunda deney raporunuzu yazarak zamanında teslim ediniz. Size verilen öz değerlendirme, grup değerlendirme veya akran değerlendirme formlarını da raporunuza ekleyiniz.

Deney Malzemeleri

- Su bitkisi
- Termometre
- %1'lik bikarbonat çözeltisi
- 4 adet 500 mL'lik beherglas
- Musluk suyu
- 4 adet deney tüpü
- Makas
- Kırmızı, mavi, sarı, yeşil naylon poşetler

Not: Öğretmen, Ek İ4'te verilen kontrol listesi ve Ek İ6'da verilen dereceli puanlama anahtarını doldurmalıdır. Bu deney öğretmen tarafından bireysel veya grup deneyi olarak tasarlanabilir.

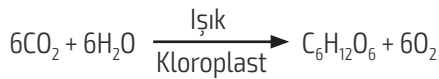
Hipotez Test Etme Deneyleri



Deney No	3
Deney Süresi	40 + 40 dk.
Deneyin Adı	Farklı Dalga Boyundaki (Kırmızı, Yeşil, Sarı, Mor) Işığın Fotosentez Hızına Etkisi
Kazanım	12.2.2.3. Fotosentez hızını etkileyen faktörleri değerlendirir.

Teorik Bilgi

Bitkisel fotosentez, ışık enerjisi ile kloroplastlarda CO₂ gazının indirgenerek organik bileşiklerin üretilmesi olarak tanımlanabilir. Bu olay sırasında su ve enzimler kullanılır, ışık enerjisi kimyasal bağ enerjisine dönüşürken O₂ gazı açığa çıkar.



Fotosentez hızına etki eden çevresel etmenler; CO₂ konsantrasyonu, sıcaklık, ışık şiddeti, ışığın dalga boyu, H₂O miktarı, bazı kimyasallar ve mineral tuzlardır. Fotosentez hızı, farklı dalga boylarındaki ışıktaki farklıdır; kırmızı ve mor ışıktaki yüksek iken yeşil ışıktaki düşük değerdedir. Bunun sebebi; kloroplastlardaki klorofil molekülünün kırmızı ve mor ışığı absorblaması, yeşil ışığı ise yansıtmasıdır.

Yönerge

Gerekli güvenlik önlemlerini alarak verilen konuyu içeren bir problem belirleyip hipotez oluşturunuz. Oluşturduğunuz hipotezi test etmek için bir deney planlayınız. Deney için gerekli malzemeleri seçiniz. Belirlediğiniz işlem basamaklarını takip ederek deneyi yapınız. Deney sonunda deney raporunuzu yazınız ve zamanında teslim ediniz. Size verilen öz değerlendirme, grup değerlendirme veya akran değerlendirme formlarını da raporunuza ekleyiniz.

Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Yapılan kontrollü deney hipotezi destekliyorsa deney raporu yazma işlemine geçilir. Deney sonucu hipotezi desteklemiyorsa öğrenciler yeni hipotezler kurarak yönergede ifade edilen tüm işlemleri yeniler.

Not: Öğretmen Ek İ4'te verilen kontrol listesi ve Ek İ6'da verilen dereceli puanlama anahtarını doldurmalıdır. Bu deney öğretmen tarafından bireysel veya grup deneyi olarak tasarlanabilir.

Yapılış Zamanına Göre Deneyler

Konu Öncesinde Yapılan Deney

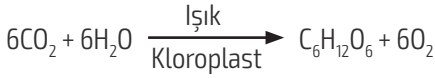


Fotosentez konusu verildikten sonra fotosentez hızına etki eden faktörler konusuna giriş yapılmadan aşağıdaki gibi bir deneyle başlangıç yapılır.

Deney No	1
Deney Süresi	40 dk.
Deneyin Adı	Fotosentez Hızını Etkileyen Faktörler
Deneyin Amacı	Fotosentez hızına etki eden faktörleri inceleyebilmek.
Kazanım	12.2.2.3. Fotosentez hızını etkileyen faktörleri değerlendirir.

Teorik Bilgi

Bitkisel fotosentez, ışık enerjisi ile kloroplastlarda CO₂ gazının indirgenerek organik bileşiklerin üretilmesi olarak tanımlanabilir. Bu olay sırasında su ve enzimler kullanılır, ışık enerjisi kimyasal bağ enerjisine dönüşürken O₂ gazı açığa çıkar.



Fotosentez ile canlıların yaşam ortamındaki CO₂ ve O₂ dengesi sağlanmaktadır. Doğadaki tüm canlıların yaşamı, bitkilerin fotosentez ile ürettiği besin ve enerji dönüşümüne bağlıdır.

Bitki ve alglerde fotosentez, kloroplastlarda meydana gelir. Kloroplastlar, kendilerine özgü DNA ve ribozomları bulunan, çift katlı zara sahip klorofil içeren organellerdir. Bitkinin tüm yeşil kısımları kloroplasta sahiptir, bitki bu sayede fotosentez yapabilir. Bununla birlikte birçok bitkide kloroplastlar yapraklarda yoğun hâlde bulunur. Kloroplastlar yaprakların iç kısmında, mezofil tabakasındaki hücrelerde bulunur. Fotosentez, mezofil hücrelerindeki kloroplastlarda topraktan alınan suyun, havadan alınan CO₂ gazının bir dizi enzimatik reaksiyonlara girmesiyle meydana gelen olaydır.

Kloroplastın iç kısmı tilakoid olarak adlandırılan zarımsı, ince ve yassı keselerden oluşmuştur. Bu kese yığınlarına "grana" adı verilir. Klorofil molekülleri bu keseler üzerine yerleşmiştir. Tilakoidlerin etrafı "stroma" denen yoğun sıvı ile doludur. Tilakoid ve stroma, fotosentez reaksiyonlarının meydana geldiği kloroplast kısımlarıdır.

Fotosentez olayı, ışık reaksiyonları ve Calvin (Kalvin) döngüsü olmak üzere iki evrede gerçekleşir. Işık reaksiyonları, tilakoid zarlarında ışık enerjisinin soğurularak klorofil molekülünden elektronların koparıldığı; bu sırada yan ürün olarak O₂ gazının oluştuğu reaksiyonlardır. Calvin döngüsü ise stromada CO₂ gazının kullanılarak besinin üretildiği reaksiyonlardır.

Yönerge

Gerekli güvenlik önlemlerini alarak deney basamaklarını takip ediniz. Deney sonunda verilen değerlendirme sorularını dikkate alarak deney raporunu yazınız ve zamanında teslim ediniz. Size verilen öz değerlendirme, grup değerlendirme veya akran değerlendirme formlarını da raporunuza ekleyiniz.

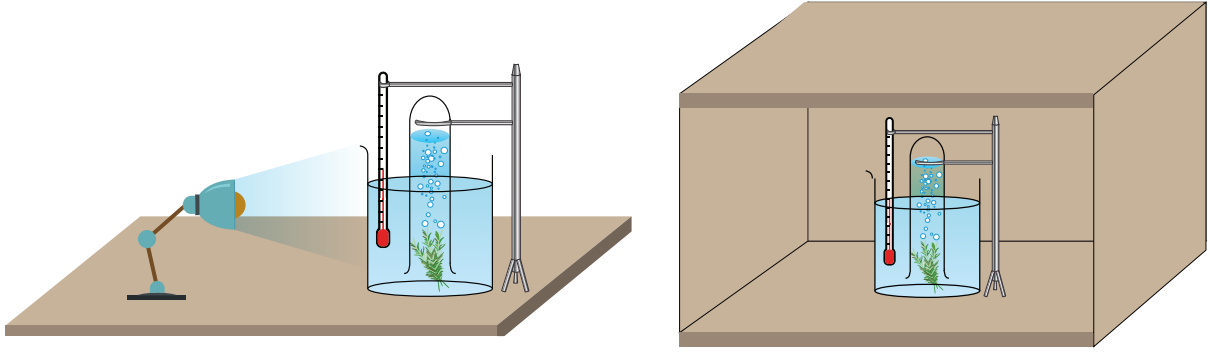
Deney Malzemeleri

- Su bitkisi
- Termometre
- %1'lik bikarbonat çözeltisi
- Karton koli
- 1 adet ışık kaynağı
- 2 adet 500 mL'lik beherglas
- Musluk suyu
- 2 adet deney tüpü
- Makas
- Bağlama parçaları ve uçayak

Deneyin Yapılışı

Her iki beherglasa 400 mL %1'lik bikarbonat çözeltisi doldurunuz. Termometre ile çözelti sıcaklıklarını ölçünüz. Deney süresince sıcaklıkların aynı olmasına dikkat ediniz (18-20 °C olmalıdır.).

1. Su bitkisini 6-7 cm uzunluğunda, gövde kısmı eğik şekilde iki parçaya ayırınız ve deney tüplerinin içine yerleştirip üzerini su ile doldurunuz.
2. Tüpün ağzını parmağınızla kapatıp tüpü beherglasa ters olarak yerleştiriniz ve aşağıda verilen görseldeki gibi deney düzeneğini kurunuz. Deney düzeneklerinden birinin 20 cm uzağına ışık kaynağını yerleştiriniz.
3. Kurduğunuz deney düzeneğinin diğeri için loş ortam oluşturunuz. Bunun için gözlem yapmanızı engellemeyecek şekilde karton koliyi keserek düzeneğin etrafına yerleştiriniz.
4. Bitkilerin yeni ortama alışması için 10 dk. bekleyiniz.
5. 10 dk. bekleme süresi sonunda 2 dk. boyunca her iki deney düzeneğini gözlemleyerek oluşan kabarcık sayısını kaydediniz. Bu sırada arkadaşlarınızdan yardım isteyiniz.



Deney Sonuçları

Deney sonucu elde ettiğiniz veriler ile tabloyu doldurunuz.

	Loş Ortam	Işık Kaynağı
Kabarcık Sayısı		

Öğretmen, öğrencilerin aşağıda birkaç örneği verilen çıkarımlara ulaşmasını sağlayacak şekilde onlara rehberlik eder.

Elde ettiğiniz verileri yorumladığınızda

1. Loş ortamda fotosentez daha yavaş gerçekleşir.
2. Fotosentez hızına çevresel faktörler etki eder.
3. Işık şiddeti artarsa fotosentez hızı artar.

sonuçlarına ulaşılabilir mi? Nedenleriyle açıklayınız.

Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi

1. Deney niçin tasarlanmıştır?
2. Deney sırasında her iki düzenekte sıcaklığın aynı olmasına neden dikkat edilmiştir?
3. Fotosentez hızına etki eden başka faktörler olabilir mi? Araştırınız.
4. Çevresel faktörler dışında fotosentez hızına etki eden genetik faktörler var mıdır? Araştırınız.
5. Fotosentez hızını artırmak için neler yapılabilir? Araştırınız.

Not: Öğretmen, Ek İ4'te verilen kontrol listesi ve Ek İ6'da verilen dereceli puanlama anahtarını doldurmalıdır.

Konu İşlenme Sürecinde Yapılan Deney

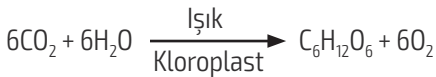


Fotosentez konusu verildikten sonra fotosentez hızına etki eden faktörler konusuna giriş yapılmadan aşağıdaki gibi bir deneyle başlangıç yapılır.

Deney No	2
Deney Süresi	40 + 40 dk.
Deneyin Adı	Fotosentez Hızını Etkileyen Faktörler
Deneyin Amacı	Fotosentez hızına etki eden faktörleri inceleyebilmek.
Kazanım	12.2.2.3. Fotosentez hızını etkileyen faktörleri değerlendirir.

Teorik Bilgi

Bitkisel fotosentez, ışık enerjisi ile kloroplastlarda CO₂ gazının indirgenerek organik bileşiklerin üretilmesi olarak tanımlanabilir. Bu olay sırasında su ve enzimler kullanılır, ışık enerjisi kimyasal bağ enerjisine dönüşürken O₂ gazı açığa çıkar.



Fotosentez ile canlıların yaşam ortamındaki CO₂ ve O₂ dengesi sağlanmaktadır. Doğadaki tüm canlıların yaşamı, bitkilerin fotosentez ile ürettiği besin ve enerji dönüşümüne bağlıdır.

Bitki ve alglerde fotosentez, kloroplastlarda meydana gelir. Kloroplastlar, kendilerine özgü DNA ve ribozomları bulunan, çift katlı zara sahip klorofil içeren organellerdir. Bitkinin tüm yeşil kısımları kloroplasta sahiptir, bitki bu sayede fotosentez yapabilir. Bununla birlikte birçok bitkide kloroplastlar yapraklarda yoğun hâlde bulunur. Kloroplastlar yaprakların iç kısmında, mezofil tabakasındaki hücrelerde bulunur. Fotosentez, mezofil hücrelerindeki kloroplastlarda topraktan alınan suyun havadan alınan CO₂ gazının bir dizi enzimatik reaksiyonlara girmesiyle meydana gelen olaydır.

Kloroplastın iç kısmı tilakoid olarak adlandırılan zarımsı, ince ve yassı keselerden oluşmuştur. Bu kese yığınlarına "grana" adı verilir. Klorofil molekülleri bu keseler üzerine yerleşmiştir. Tilakoidlerin etrafı "stroma" denen yoğun sıvı ile doludur. Tilakoid ve stroma, fotosentez reaksiyonlarının meydana geldiği kloroplast kısımlarıdır.

Fotosentez olayı, ışık reaksiyonları ve Calvin (Kalvin) döngüsü olmak üzere iki evrede gerçekleşir. Işık reaksiyonları, tilakoid zarlarında ışık enerjisinin soğurularak klorofil molekülünden elektronların koparıldığı; bu sırada yan ürün olarak O₂ gazının oluştuğu reaksiyonlardır. Calvin döngüsü ise stromada CO₂ gazının kullanılarak besinin üretildiği reaksiyonlardır.

(Öğretmen "Fotosentez hızını etkileyen faktörler vardır." şeklinde giriş yapar. "Sizce fotosentez hızını hangi çevresel faktörler etkiler?" gibi sorular sorarak öğrenciden gelecek cevaplara göre farklı deneyler tasarlar.)

Yönerge

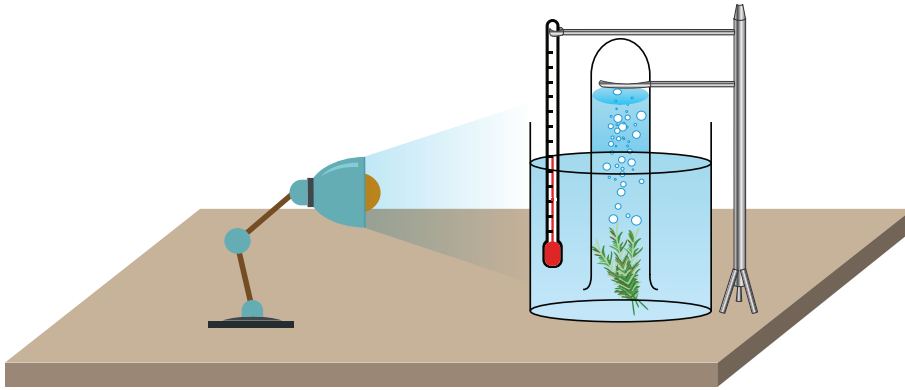
Gerekli güvenlik önlemlerini alarak deney basamaklarını takip ediniz. Deney sonunda verilen değerlendirme sorularını dikkate alarak deney raporunu yazınız ve zamanında teslim ediniz. Size verilen öz değerlendirme, grup değerlendirme veya akran değerlendirme formlarını da raporunuza ekleyiniz.

Deney Malzemeleri

- Su bitkisi
- Termometre
- %1'lik bikarbonat çözeltisi
- 1 adet ışık kaynağı
- 1 adet 500 mL'lik beherglas
- Musluk suyu
- 1 adet deney tüpü
- Makas
- Bağlama parçaları ve uçayak

Deneyin Yapılışı

1. Beherglasa 400 mL %1'lik sodyum bikarbonat çözeltisi doldurunuz. Termometre ile çözelti sıcaklıklarını ölçünüz. Deney süresince sıcaklıkların sabit olmasına dikkat ediniz (18-20 °C olmalıdır.).
2. Su bitkisini 6-7 cm uzunluğunda, gövde kısmı eğik şekilde bir parça kesin ve deney tüpünün içine yerleştirip su ile doldurunuz.
3. Tüpün ağzını parmağınızla kapatınız ve beherglasa ters olarak yerleştirip aşağıda verilen görseldeki gibi üçayak ve bağlama parçaları ile sabitleyiniz.
4. Işık kaynağını hazırladığınız deney düzeneğine 10 cm uzaklıkta yerleştirip 10 dk. bekleyiniz (Bitkinin yeni duruma uyum sağlaması gerekir.). 10 dk. sonunda 2 dk. boyunca deney düzeneğinde oluşan kabarcık sayısını kaydediniz. Bu sırada arkadaşlarınızdan yardım isteyiniz.
5. Işık kaynağını hazırladığınız deney düzeneğine 30 cm uzaklıkta yerleştirip 10 dk. bekleyiniz (Bitkinin yeni duruma uyum sağlaması gerekir.). 10 dk. sonunda 2 dk. boyunca deney düzeneğinde oluşan kabarcık sayısını kaydediniz. Bu sırada arkadaşlarınızdan yardım isteyiniz.
6. Işık kaynağını hazırladığınız deney düzeneğine 60 cm uzaklıkta yerleştirip 10 dk. bekleyiniz (Bitkinin yeni duruma uyum sağlaması gerekir.). 10 dk. sonunda 2 dk. boyunca deney düzeneğinde oluşan kabarcık sayısını kaydediniz. Bu sırada arkadaşlarınızdan yardım isteyiniz.
7. Işık kaynağını hazırladığınız deney düzeneğine 90 cm uzaklıkta yerleştirip 10 dk. bekleyiniz (Bitkinin yeni duruma uyum sağlaması gerekir.). 10 dk. sonunda 2 dk. boyunca deney düzeneğinde oluşan kabarcık sayısını kaydediniz. Bu sırada arkadaşlarınızdan yardım isteyiniz.



Deney Sonuçları

Deney sonucu elde ettiğiniz veriler ile tabloyu doldurunuz.

	10 cm	30 cm	60 cm	90 cm
Kabarcık Sayısı				

Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi

1. Deney niçin tasarlanmıştır?
2. Deney sırasında düzenekte sıcaklığın sabit olmasına neden dikkat edilmiştir?
3. Fotosentez hızına etki eden başka çevresel faktörler olabilir mi? Araştırınız.
4. Çevresel faktörler dışında fotosentez hızına etki eden genetik faktörler var mıdır? Araştırınız.
5. Fotosentez hızını artırmak için neler yapılabilir? Araştırınız.

Not: Öğretmen, Ek İ4'te verilen kontrol listesi ve Ek İ6'da verilen dereceli puanlama anahtarını doldurmalıdır. Bu deney bireysel deney olarak yapılacağı gibi grup deneyi olarak da yapılabilir.

Konu Sonrasında Yapılan Deney



Fotosentez hızını etki eden faktörler konusu işlendikten sonra teorik bilgide verildiği kadar kısa özet yapılarak deney başlanır.

Deney No	3
Deney Süresi	40 + 40 dk.
Deneyin Adı	Işık Şiddetinin Fotosentez Hızına Etkisi
Deneyin Amacı	Fotosentez hızına etki eden faktörleri incelemek.
Kazanım	12.2.2.3. Fotosentez hızını etkileyen faktörleri değerlendirir.

Teorik Bilgi

Bitkisel fotosentez, ışık enerjisi ile kloroplastlarda CO_2 gazının indirgenerek organik bileşiklerin üretilmesi olarak tanımlanabilir. Bu olay sırasında su ve enzimler kullanılır, ışık enerjisi kimyasal bağ enerjisine dönüşürken O_2 gazı açığa çıkar.

Fotosentez ile canlıların yaşam ortamındaki CO_2 ve O_2 dengesi sağlanmaktadır. Doğadaki tüm canlıların yaşamı, bitkilerin fotosentez ile ürettiği besin ve enerji dönüşümüne bağlıdır.

Yönerge

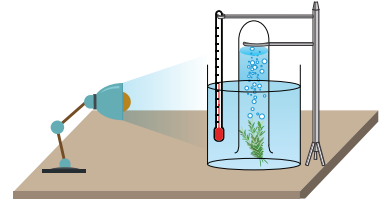
Gerekli güvenlik önlemlerini alarak deney basamaklarını takip ediniz. Deney sonunda verilen değerlendirme sorularını dikkate alarak deney raporunu yazınız ve zamanında teslim ediniz. Size verilen öz değerlendirme, grup değerlendirme veya akran değerlendirme formlarını da raporunuza ekleyiniz.

Deney Malzemeleri

- Su bitkisi
- Termometre
- %1'lik bikarbonat çözeltisi
- Özdeş 3 adet ışık kaynağı
- 3 adet 500 mL'lik beherglas
- Musluk suyu
- 3 adet deney tüpü
- Makas
- Bağlama parçaları ve üçayak

Deneyin Yapılışı

- Üç beherglasa 400 mL %1'lik sodyum bikarbonat çözeltisi doldurunuz. Bu sırada termometre ile çözelti sıcaklıklarının yaklaşık 18-20 °C olmasına dikkat ediniz.
- Su bitkisini 6-7 cm uzunluğunda, gövde kısmı eğik şekilde üç parçaya ayırınız ve deney tüplerinin içine yerleştirip su ile doldurunuz.
- Tüplerin ağzını parmağınızla kapatınız ve beherglaslara ters olarak yerleştirip yanda verilen görseldeki gibi üçayak ve bağlama parçaları ile sabitleyiniz.
- Işık kaynaklarını hazırladığınız deney düzeneğine sırasıyla 10, 50 ve 90 cm uzaklıkta yerleştirip 10 dk. bekleyiniz (Bitkinin yeni duruma uyum sağlaması gerekir.). 10 dk. sonunda, 2 dk. boyunca deney düzeneğinde oluşan kabarcık sayısını kaydediniz. Bu sırada arkadaşlarınızdan yardım isteyiniz.



Deney Sonuçları

Deney sonucu elde ettiğiniz veriler ile tabloyu doldurunuz.

	10 cm	50 cm	90 cm
Kabarcık Sayısı			

Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi

- Deney niçin tasarlanmıştır?
- Deney sırasında düzenekte sıcaklığın sabit olmasına neden dikkat edilmiştir?
- Fotosentez hızına CO_2 konsantrasyonunun etkisini göstermek için nasıl bir deney planlarsınız? Araştırınız.

Not: Öğretmen Ek İ4'te verilen kontrol listesi ve Ek İ6'da verilen dereceli puanlama anahtarını doldurmalıdır. Bu deney bireysel deney olarak yapılacağı gibi grup deneyi olarak da yapılabilir.

4.3. DENEY DEĞERLENDİRME VE RAPORLANDIRMA SÜRECİ

Öğretmen; öğrencilerin laboratuvar çalışmasını ön çalışma, deneyin yapılışı, ölçüm sonuçları ve deney raporu aşamaları üzerinden değerlendirmelidir. Öğretmen; ön hazırlığı konu içeriğine veya deneyin türüne bağlı olarak deneyde neler yapılacağı, yapılacak ölçümlerin amacının ne olduğu veya deneyde araç gereç kullanımıyla ilgili sorularla yazılı ya da sözlü biçimde yapabilir. Deneyin yapılışına ilişkin değerlendirme, aşağıda verilen hususlar dikkate alınarak her öğrenci için yapılmalıdır.

- Probleme yaklaşım
- Elde edilen sonuçların doğruluğu
- Sonuçları sorgulama ve yorumlamadaki başarı
- Araç gerecin doğru ve yerinde kullanımı
- Çıkan sorunlarla mücadele etme yeteneği
- Zamanı verimli kullanma

Ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi, deney sonucu elde edilen verilerin neyi ifade ettiği ve yapılan çıkarımın ne olduğu sorusuna cevap aranarak yapılmalıdır. Teorik ve deneysel sonuçların karşılaştırılmasının yapıp yapılmadığı da kontrol edilmelidir.

Deney raporu, deney sonuçlarının sunulup yorumlandığı bir yazıdır. Öğrenci tarafından hazırlanması beklenen raporda verilmek istenen bilgi, en kısa biçimde anlatılmalı ve anlaşılır olmalıdır. Uzun metin anlatımlarından kaçınılmalıdır. Bilgi; şekil, tablo ve grafik yardımıyla kısa biçimde anlatılmalıdır. Raporların değerlendirmesi yapılırken özellikle istenen formata uyum, teknik içerik ve sonuçlar dikkate alınmalıdır. EK l'da örnek bir formatı verilen bireysel deney raporunun aşağıdaki hususlar dikkate alınarak hazırlanması sağlanmalıdır. Örnek deney raporu formunda yer alan deneyde alınacak güvenlik önlemleri bölümünün uygun güvenlik işaretleri ile doldurulması, uygun güvenlik işareti yoksa gerekli ifade ile belirtilmesi gerektiği vurgulanmalıdır. Grup deneylerinde ise öğretmen, iş bölümü başlığı gibi eklemeler ile formatı yeniden düzenleyerek kullanmalıdır.

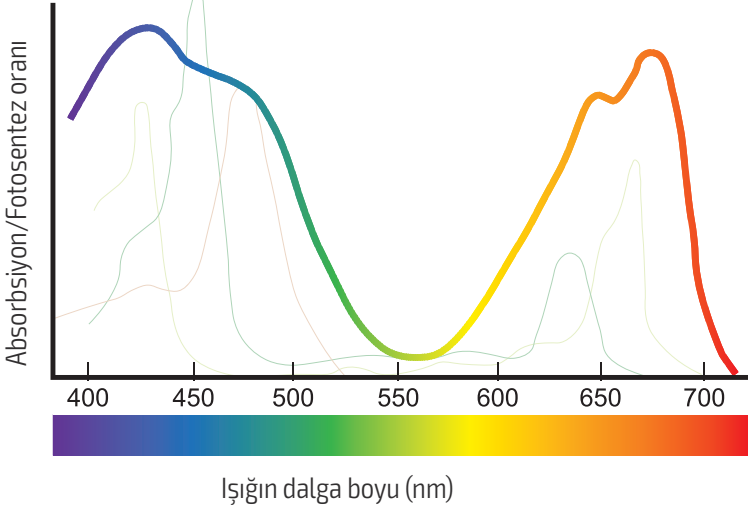
- Bir giriş bölümü ile deneyin amacı belirtilmelidir.
- Yapılan deney konusuyla ilişkili kısa teorik bilgi verilmelidir. Teorik bilgi için kullanılacak olan kaynaklar güvenilir olmalı; kitap, makale, dergi gibi yayınlar tercih edilmelidir. İnternet kaynaklarından olabildiğince kaçınılmalıdır. İnternet kullanılacaksa güvenilir internet kaynakları kullanılmalıdır.
- Ölçüm verileri, düzenli tablolar şeklinde sunulmalıdır.
- Karşılaştırmalar için gerekli olan teorik hesaplamalar, ilgili formüller kullanılarak yapılmalıdır.
- Yapılan ölçüm sonuçları şekil, tablo veya grafikler şeklinde yorumlanmalıdır.
- Deney sonucuyla ilgili yorumun ve deneyin genel değerlendirmesinin yapıldığı kısa bir sonuç bölümü oluşturulmalıdır.
- Teori kısmında veya sonuç bölümünde yararlanılan kaynaklar, bir liste hâlinde raporun son sayfasında verilmelidir.
- Varsa öz değerlendirme, grup değerlendirme veya akran değerlendirme formları doldurulup rapora eklenmelidir.

Öğretmen, deney raporu ile öğrencileri değerlendirirken hazırlanan değerlendirme formları ile de öğrencilerin kendilerini ve akranlarını değerlendirmelerini sağlamalıdır. Bireysel deneylerden sonra öğrencinin kendisini değerlendirmesi için EK 11'de bir örneği verilen öz değerlendirme formunu, grup deneylerinden sonra ise akranlarını değerlendirmesi için EK 12'de bir örneği verilen akran değerlendirme formunu doldurması sağlanmalıdır.

Öğretmen, öğrenciyi değerlendirmek için EK l'de birer örnekleri verilen Kontrol listesi, Dereceleme Ölçeği ve Dereceli Puanlama Anahtarı gibi değerlendirme formları da kullanılmalıdır. Hazırlanan bu değerlendirme formları deney öncesinde öğrencilerle paylaşarak formlardaki ölçütler doğrultusunda değerlendirme yapılacağı ifade edilmeli, öğrencilerin deney sürecinde hâkim olmaları veya dikkat etmeleri gereken noktalar vurgulanmalıdır.

Hipotez test etme deneyine örnek olarak "Fotosentez hızını etkileyen faktörleri değerlendir." kazanımına ilişkin düzenlenen deney için bir rapor oluşturularak aşağıda verilmiştir.

Örnek Deney Raporu

Adı Soyadı : Öğrenci No :	Sınıf :	Deney No.	Deney Tarihi	Rapor Tarihi
Deneyin Adı: Farklı Dalga Boyundaki Işınlrın Fotosentez Hızına Etkisi				
Teorik Bilgi				
<p>Bitkisel fotosentez; bitkinin kloroplast taşıyan kısımlarında gerçekleşen özümleme olayıdır. Işık enerjisi ile kloroplastlarda CO₂ gazının indirgenerek organik bileşiklerin üretilmesi olarak tanımlanabilir. Bu olay sırasında su ve enzimler kullanılır; ışık enerjisi, kimyasal bağ enerjisine dönüştürülür.</p> $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow[\text{Kloroplast}]{\text{Işık}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ <p>Fotosentez için CO₂, H₂O, ışık, klorofil ve enzimler gereklidir. Fotosentez ile canlıların yaşam ortamındaki CO₂ ve O₂ dengesi sağlanmaktadır. Bitkiler, besin piramidinin alt basamağını oluşturur. Doğadaki tüm canlıların yaşamı, bitkilerin fotosentez ile ürettiği besin ve enerji dönüşümüne bağlıdır.</p> <p>Fotosentez hızına etki eden çevresel etmenler; CO₂ konsantrasyonu, sıcaklık, ışık şiddeti, ışığın dalga boyu, H₂O miktarı, bazı kimyasallar ve mineral tuzlardır. Fotosentez hızı, farklı dalga boylarındaki ışıktaki farklıdır; kırmızı ve mor ışıktaki yüksek iken yeşil ışıktaki düşük değerdedir. Bunun sebebi; kloroplastlardaki klorofil molekülünün kırmızı ve mor ışığı soğurması, yeşil ışığı ise yansıtmasıdır.</p>				
				
Deney Malzemeleri				
<ul style="list-style-type: none">Su bitkisiTermometre%1'lik bikarbonat çözeltisiMusluk suyuÖzdeş kırmızı, yeşil, mor, beyaz ve sarı renkli ışık kaynağı3 adet cam huniKüçük tahta küpler3 adet 500 mL'lik beherglas3 adet deney tüpüMakas				
Deneyin Yapılışı				
<p>Verilerin Toplanması ve Problemin Belirlenmesi</p> <p>Bitkinin büyüme hızı fotosentez hızı ile doğru orantılıdır. Bu nedenle seralarda kışın kapalı havada yeterince güneş ışığı alamayan bitkilerin büyüme hızı düşmektedir.</p> <p>Farklı dalga boyundaki ışınların sera verimine etkisi nedir?</p>				

Hipotez: Kırmızı ışıkta fotosentez hızı yüksek, yeşil ışıkta ise düşüktür.

Hipotezi Destekleyecek Tahminlerde Bulunma

Tahmin 1: Eğer ortama kırmızı ışık verirse fotosentez hızlanacaktır.

Tahmin 2: Eğer ortam yeşil ışıklı ise fotosentez hızı düşük olacaktır.

Kontrollü Deneyler Yapma

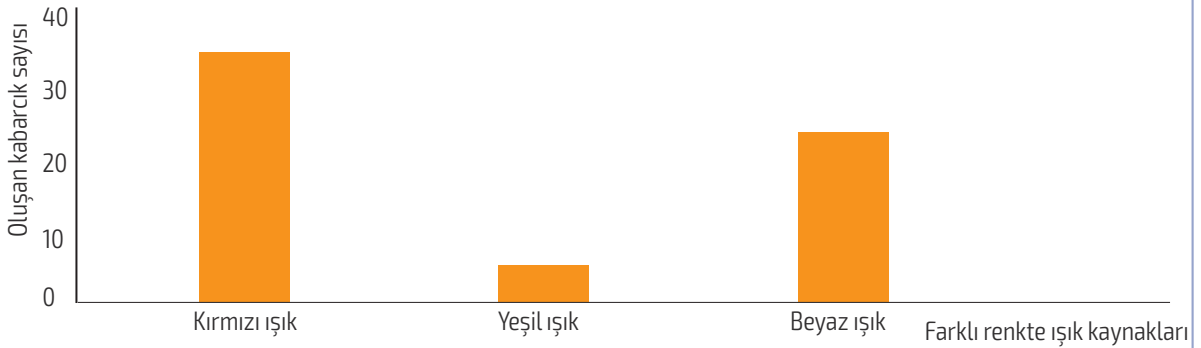
1. Üç beherglasına 400 mL %1'lik sodyum bikarbonat çözeltisi dolduruldu. Bu sırada termometre ile çözelti sıcaklıklarının aynı olmasına (yaklaşık 20 °C) dikkat edildi.
2. Su bitkisi 6-7 cm uzunluğunda, gövde kısmı eğik şekilde üç parçaya kesildi.
3. Su bitkilerinin her biri ayrı beherglaslara yerleştirilip üzeri ters şekilde huni ile kapatıldı.
4. Üç adet deney tüpü musluk suyu ile doldurulup ters şekilde huniye geçirildi.
5. Işık kaynağı olarak kırmızı, yeşil ve beyaz lambalar her bir beherglasına 20 cm uzaklıkta yerleştirilerek görsel-deki deney düzeneği oluşturuldu.
6. Bitkinin yeni duruma uyum sağlaması için 5 dk. beklenildi.
7. 5 dk. sonrasında, 5 dk. boyunca her bir deney düzeneğinden çıkan kabarcık sayısı sayılarak kaydedildi.



Deney Sonucu

Elde edilen veriler ile aşağıdaki tablo ve grafik oluşturuldu (Örnek deney rapor formatı oluşturulmak üzere verilen tablodaki değerler tahmini sayılardır.).

	Kırmızı Işık	Yeşil Işık	Beyaz Işık (Kontrol Grubu)
Kabarcık Sayısı	35	5	25



Sonuç ve Tartışma

Bu deneyde çevresel etmenlerden ışığın dalga boyunun fotosentez hızına etkisi incelenmiştir. Kırmızı ışınlar fotosentez hızını artırırken yeşil ışınlar düşürür. Bunun nedeni, klorofil molekülünün kırmızı ve mor ışığı soğururken yeşil ışığı yansıtmasıdır. Bu nedenle seralarda uygun ışık seçimine dikkat edilmelidir.

Kaynakça

<http://ogmmateryal.eba.gov.tr/panel/upload/etkilesimli/kitap/fenlisesibiyoloji/12/unite2/files/basic-html/page15.html> (ET: 02.05.2023, 13.57)

Prof. Dr. Arslan, O., Prof. Dr. Bahar, M., Dr. Özel, A. (2019). *Genel Biyoloji Laboratuvar Kılavuzu*. Ankara: Palme Yayınevi.
Doğan, H., Bal, M. (2019). *Lise Biyoloji Deneyleri*. Ankara: Palme Yayınevi.



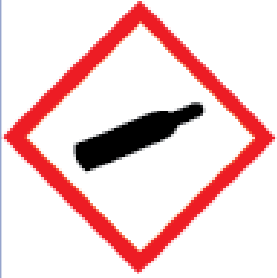


EKLER

- EKA Güvenlik İşaretleri
- EKB Yangından Korunma Derneği Tehlike Etiketleri
- EKC Birbiriyle Uyumsuz Kimyasallar
- EKÇ Yangın Söndürücülerin Doğru ve Yanlış Kullanımı
- EKD Güvenlik Bilgi Formu Formatı ve Örneği
- EKE Kimyasal Maddelerin ve Mikroorganizmaların Vücuda Giriş Yolları
- EKF Zararlı Maddelere Maruz Kalma Limitleri
- EKG Kimyasal Maddeye Maruz Kalınması Hâlinde Yapılması Gerekenler
- EKG Kullanımlarında Dikkat Edilmesi Gereken Kimyasallar
- EKH Bazı Zararlı Maddelerin, Karışımların ve Eşyaların İmalatı, Piyasaya Arzı ve Kullanımıyla İlgili Kısıtlamalar
- EKI Örnek Deney Raporu Formatı
- EKI Değerlendirme Formları

Ek A: GÜVENLİK İŞARETLERİ

GHS Zararlılık Piktogramları ve Zararlılık Sınıfları ile Anlamları

Risk Piktogramı	Anlamı
<p>GH501</p>  <p>Patlayıcı Madde</p>	<p>Patlayıcı maddeler; ani şok, basınç ve yüksek sıcaklık etkisinde çok hızlı büyük ve küçük miktarda basınç, gaz ve ısıyı serbest bırakan kimyasal maddelerdir. Bir patlayıcı madde veya karışım; çevreye zarar verecek sıcaklıkta, basınçta ve hızda gaz üretme hususunda kendiliğinden kimyasal tepkimeye sebep olabilecek katı veya sıvı bir madde veya maddeler karışımıdır. Gaz oluşturmaları dahi piroteknik maddeler de bu tanıma dâhildir. Kendiliğinden tepkimeye giren maddeler veya karışımlar; oksijen (hava) katılımı olmadan dahi güçlü bir ekzotermik ayrışmaya uğrayabilecek, termal olarak kararsız sıvı veya katı maddeler veya karışımlardır. Patlayıcı maddeler, güneş ışığından ve ısı kaynaklarından uzak tutulmalıdır. Darbelerden ve sarsıntılardan korunmalıdır. Kuru ve iyi havalandırılmış ortamda depolanmalıdır. Asetilen, hidrojen, azot bileşikler, amonyak, organik peroksitler, perkloratlar gibi kimyasalların etiketleri üzerinde bu piktogram bulunur. Bu piktogram, aşağıda belirtilen sınıflandırmalarda yer alan tüm kimyasal madde etiketlerinde bulunur.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kararsız patlayıcılar 1.1, 1.2, 1.3 ve 1.4. kısımlardaki patlayıcılar • Kendiliğinden reaktif maddeler ve karışımlar, Tipler A, B • Organik peroksitler, Tipler A, B
<p>GH502</p>  <p>Yanıcı Madde</p>	<p>Yanıcı ve parlayıcı maddelerdir. Kolay alev alabilen bu maddeler; güneş ışığından, tüm ısı ve alev kaynaklarından uzak tutulmalıdır. Güçlü oksitleyicilerden ve kendiliğinden yanmaya yatkın maddelerden ayrı tutulmalıdır. Alevlenir maddeler, buharlarının havayla karışması sonucu kazara oluşabilecek tutuşmaları önlemek için yeterince serin yerlerde depolanmalıdır. Aseton, etil eter, sodyum, potasyum, hidrojen, lityum, asetilen, etil alkol gibi kimyasal madde etiketlerinin üzerinde bulunur. Bu piktogram, aşağıda belirtilen sınıflandırmalarda yer alan tüm kimyasal madde etiketlerinde bulunur.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alevlenir gazlar, fiziksel zararlılık kategorileri 1, 2 • Alevlenir aerosoller, fiziksel zararlılık kategorileri 1, 2 • Alevlenir sıvılar, fiziksel zararlılık kategorileri 1, 2, 3 • Alevlenir katılar, fiziksel zararlılık kategorileri 1, 2, • Kendiliğinden tepkimeye giren maddeler ve karışımlar, Tipler B, C, D, E, F • Piroforik sıvılar, fiziksel zararlılık kategorisi 1 • Piroforik katılar, fiziksel zararlı kategorisi 1 • Kendiliğinden ısınan maddeler ve karışımlar, fiziksel zararlılık kategorileri 1, 2 • Su ile temas ettiğinde alevlenir gaz çıkaran maddeler ve karışımlar, fiziksel zararlı kategorileri 1, 2, 3 • Organik peroksitler, Tipler B, C, D, E, F
<p>GH503</p>  <p>Yakıcı Madde</p>	<p>Yakıcı ve kolay tutuşabilir maddelerdir. Oksitleyici gaz, oksijen vererek diğer malzemelerin yanmasına havadan daha fazla neden olan veya katkı sağlayan herhangi bir gaz veya gaz karışımıdır. Serin ve havalandırması iyi olan yerlerde depolanmalıdır. Güçlü oksitleyici maddeler, düşük parlama noktasına sahip oldukları için alevlenir maddelerden uzak tutulmalıdır. Oksijen, klor, nitrik asit, hidrojen peroksit gibi maddelerin bulunduğu kapların etiketi üzerinde yer alır. Bu piktogram, aşağıda belirtilen sınıflandırmalarda yer alan tüm kimyasal madde etiketlerinde bulunur.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Oksitleyici gazlar, fiziksel zararlılık kategorisi 1 • Oksitleyici sıvılar, fiziksel zararlılık kategorileri 1, 2, 3 • Oksitleyici katılar, fiziksel zararlılık kategorileri 1, 2, 3

<p>GHS04</p>  <p>Basınçlı Gaz</p>	<p>Basınç altındaki gazlar, 200 kPa veya daha yüksek bir basınçta bir haznede tutulan veya sıvılaştırılmış ya da sıvılaştırılmış ve soğutulmuş gazlardır. Bu gazlar; tutuşabilen, boğucu, yüksek derecede oksitleyici, korozyif, toksik, çok toksik gibi tehlikeli özelliklerden birine veya birkaçına sahip olabilir. Silindirler içinde bulunan gaz, özelliğine göre ayrılarak yangına dayanıklı ayrı binalarda veya bölmelerde depolanmalıdır. Depolama yerleri kuru ve uygun havalandırma sistemine sahip olmalıdır. Depolar; tuz, aşındırıcı maddeler, duman ve ısı kaynaklarından uzakta olmalıdır. Doğrudan gün ışığı alan yerlerde depolama yapılmamalıdır. Bu piktogram, aşağıda belirtilen sınıflandırmalarda yer alan tüm kimyasal madde etiketlerinde bulunur.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Basınç altındaki gazlar ▪ Sıkıştırılmış gazlar ▪ Sıvılaştırılmış gazlar ▪ Soğutulmuş, sıvılaştırılmış gazlar ▪ Çözülmüş gazlar
<p>GHS05</p>  <p>Aşındırıcı (Korozyif) Madde</p>	<p>Metallerde ve canlıda aşındırıcı etkiye sahip kimyasal maddelerdir. Bir maddenin metal için aşındırıcı olması, kimyasal yolla tepkimeye girerek metale hasar vermesi veya metali tamamen tüketmesi ile ifade edilir. Canlılar için aşındırıcı madde ise ciltte geri dönüşü olmayan bir hasar oluşturan, bir başka ifadeyle epidermis boyunca ve dermis içinde gözle görülebilir hasar oluşturan maddeleri kapsar. Bu tür maddeler; asitler, bazlar, indirgenler ve oksitleyicilerden ayrı olarak depolanmalıdır. Asitlerle, suyla, yanıcı maddelerle, organik halojenlerle, nitro metan ile ve alüminyum, çinko, kalay gibi metallerle birlikte depolanmamalı ve bunlar ile karıştırılmamalıdır. Depolama için cam, seramik ve metal malzemeler kullanılmamalıdır. Kapların kapağı kapalı tutulmalıdır. Kuru ve iyi havalandırılmış ortamda saklanmalıdır. Bu maddelerle çalışırken göz, cilt ve diğer dokulara teması engellemek için gerekli tedbirler alınmalı, gözlük, eldiven, önlük gibi koruyucu ekipmanlardan yararlanılmalıdır. Sodyum hidroksit, sülfürik asit, hidroflorik asit, fenol gibi maddelerin bulunduğu kapların üzerinde yer alır. Bu piktogram, aşağıda belirtilen sınıflandırmalarda yer alan tüm kimyasal madde etiketlerinde bulunur.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Metaller için aşındırıcı, fiziksel zararlılık kategorisi 1 ▪ Cilt aşındırıcı, sağlığa ilişkin zararlılık kategorileri 1A, 1B, 1C ▪ Ciddi göz hasarı, sağlığa ilişkin zararlılık kategorisi 1
<p>GHS06</p>  <p>Toksik (Zehirli) Madde</p>	<p>Akut toksisite, bir madde veya karışımın tek bir dozunun ağız veya cilt yoluyla uygulanmasını takiben veya 24 saat içinde uygulanan birden fazla dozu takiben veya 4 saatlik bir soluma yoluyla maruz kalmayı takiben meydana gelen, olumsuz etkilerdir. Bu maddelerle çalışırken ağız, deri ve solunum yolu ile zehirlenmelere yol açabileceği için havalandırmanın iyi olduğu ortamda, maske, eldiven, önlük gibi uygun koruyucu ekipmanlardan yararlanılmalıdır. Akut toksik kimyasalların açık ve uygun şekilde etiketlenmiş olmasına dikkat edilmelidir. Raf ömrü sınırlı olan kimyasalların son kullanma tarihleri takip edilmelidir. Kilit altında saklanmalıdır. Hidrojen sülfür, etilen amin gibi maddelerin bulunduğu kapların üzerinde yer alır. Bu piktogram, aşağıda belirtilen sınıflandırmalarda yer alan tüm kimyasal madde etiketlerinde bulunur.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Akut toksisite (ağız, cilt, soluma yolu), sağlığa ilişkin zararlılık kategorileri 1, 2, 3

<p>GH507</p>  <p>Tahriş Edici Madde</p>	<p>Ciltte, gözde ve solunum yollarında tahrişe neden olan maddelerdir. Cilt tahrişi, bir test mad-desinin 4 saate kadar uygulanmasını takiben ciltte geri dönüşü olabilir bir hasar oluşması anlamına gelir. Cilt hassaslaştırıcı, ciltle teması hâlinde alerjik bir yanıtı neden olan madde-leri ifade eder. Bu maddeler vücut ile temas ettirilmemeli, bu maddelerin buharı kesinlikle solunmamalıdır. Bu tür maddelerle çalışırken gözlük, eldiven, maske, önlük gibi koruyucu ekipmanlarla çalışılmalı ve ortam iyi havalandırılmalıdır. Tahriş edici maddelerin cilde temas etmesi durumunda cilt bol su ile yıkanmalı, alerji belirtisi varsa tıbbi bir kurumdan destek alınmalıdır. Depolama için cam, seramik ve metal malzemeler kullanılmamalı, bulundukları kapların kapağı kapalı tutulmalıdır. Sodyum hipoklorit, asetik asit, etil alkol gibi maddelerin bulunduğu kapların üzerinde yer alır. Bu piktogram, aşağıda belirtilen sınıflandırmalarda yer alan tüm kimyasal madde etiketlerinde bulunur.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Akut toksisite (ağız, cilt, solunum yolu), sağlığa ilişkin zararlılık kategorisi 4 ▪ Cilt tahrişi, sağlığa ilişkin zararlılık kategorisi 2 ▪ Göz tahrişi, sağlığa ilişkin zararlılık kategorisi 2 ▪ Cilt hassaslaştırıcı, sağlığa ilişkin zararlılık kategorisi 1, 1A, 1B ▪ Belirli hedef organ toksisitesi-tek maruz kalma, sağlığa ilişkin zararlılık kategorisi 3 ▪ Solunum yolu tahrişi ▪ Narkotik etkileri ▪ Ozon tabakasına zararlı, ilave zararlılık kategorisi 1
<p>GH508</p>  <p>Solunum Hassaslaştırıcı Madde</p>	<p>Solunum sonrası solunum yollarında aşırı duyarlılığa neden olan maddedir. Genetik mater-yalin miktarında veya yapısında kalıcı bir değişikliğe (mutasyona) neden olur. Ayrıca kanseri tetikleyen veya oluşum sıklığını artıran madde veya madde karışımlarını da ifade eder. Bu maddelerin bulundukları yere tehlike levhaları asılmalıdır. Kanserojenler fazla miktarlarda depolanmamalıdır. Kanserojen atıklar açık şekilde etiketlenmeli ve prosedürlere uygun şekilde bertaraf edilinceye kadar güvenli şekilde depolanmalıdır. Kilit altında saklanmalıdır. Sadece yetkili ve eğitilmiş kişilerce kullanılmalı ve taşınmalıdır. Bu piktogram, aşağıda belirti-len sınıflandırmalarda yer alan tüm kimyasal madde etiketlerinde bulunur.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Solunum hassaslaştırıcılığı, sağlığa ilişkin zararlılık kategorisi 1, 1A, 1B ▪ Eşey hücre mutajenitesi, sağlığa ilişkin zararlılık kategorileri 1A, 1B, 2 ▪ Kanserojenite, sağlığa ilişkin zararlılık kategorileri 1A, 1B, 2 ▪ Üreme sistemi toksisitesi, sağlığa ilişkin zararlılık kategorileri 1A, 1B, 2 ▪ Belirli hedef organ toksisitesi-tekrarlı maruz kalma, sağlığa ilişkin zararlılık kategorileri 1, 2 ▪ Özel hedefli organ toksisitesi-tekrarlanan maruziyet, sağlığa zararlı kategorileri 1, 2 ▪ Aspirasyon zararı, sağlığa ilişkin zararlılık kategorisi 1
<p>GH509</p>  <p>Çevreye Zararlı Madde</p>	<p>Akut (kısa süreli) zarar, sınıflandırma açısından bir madde veya karışımın akut toksisitesinden kaynaklanan ve söz konusu maddeye kısa bir süre boyunca sucul ortamda maruz kalan bir orga-nizmaya verdiği zararı ifade eder. Kronik sucul toksisite ise bir maddenin, organizmanın yaşam döngüsü ile ilişkili olarak belirlenen maruz kalma sırasında sucul organizmalara olumsuz etkilerle neden olma yönündeki içsel özelliğidir. Bu maddelerin havaya, suya ve toprağa karıştığında oluş-turdıkları zararlı etkiler uzun süre gitmez. Bu maddeler ile çalışıldıktan sonra atıkları kesinlikle doğaya atılmamalı, lavaboya dökülmemeli, mutlaka kimyasal atık şişesine boşaltılmalıdır. Bu piktogram, aşağıda belirtilen sınıflandırmalarda yer alan tüm kimyasal madde etiketlerinde bulunur.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sucul çevreye zararlılık ▪ Akut çevreye zararlılık kategorisi 1 ▪ Uzun süreli çevreye zararlılık kategorisi 1, 2

Kimyasal madde ambalajları üzerinde bulunan, yukarıda verilen GHS piktogramaları dışında aşağıda bazı örnekleri verilen laboratuvar, okul, üniversite, hastane, fabrika gibi çeşitli yerlerde İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu gereği 11.09.2013 tarih ve 28762 mükerrer sayılı Resmî Gazete'de yayımlanmış olan "Sağlık ve Güvenlik İşaretleri Yönetmeliği"nde belirtilen uyarı anlamı taşıyan piktogramlar yer alır.



Elektrik tehlikesi



Lazer ışını



Kuvvetli manyetik alan



Radyoaktif madde



İyonlaştırıcı olmayan radyasyon



Toksik (Zehirli) madde



Biyolojik risk



Düşme tehlikesi



Düşük sıcaklık



Tehlike



Engel



Asılı yük

EK B: YANGINDAN KORUNMA DERNEĞİ TEHLİKE ETİKETLERİ

NFPA 704 Etiketleme Sistemine Göre Tehlike Elması Renk ve Rakam Kodları

Kod	Sağlık	Yanıcılık	Reaktiflik
0	Sağlık tehlikesi yoktur. Yangın koşullarına maruz kalındığında sıradan yanıcı maddelerin yaptığı etkiye sahiptir.	Yanmayan maddelerdir. 815,5 °C sıcaklığa 5 dakika maruz bırakıldığında havada yanmayan maddelerdir.	Normal şartlarda kararlı maddelerdir. Yangına maruz kalma koşulları altında bile kararlıdır. Su ile tepkime vermez.
1	Maruz kalındığında tahriş edicidir ancak dokularda yıkıma neden olmaz. İyileşebilen, hafif yaralanmalar oluşturur. <ul style="list-style-type: none"> Yangın koşulları altında tahriş edici, yanıcı ürün oluşturabilir. 	Az parlayıcı maddelerdir. Yanması için tüm çevre sıcaklık koşulları altında, çok ısıtılması gereken maddelerdir. <ul style="list-style-type: none"> 815,5 °C sıcaklığa 5 dakika veya daha kısa süre maruz bırakıldığında havada yanan maddelerdir. Parlama noktası 93,4 °C üzerinde olan sıvı ve katı maddeleri içerir. 	Normal şartlarda kararlı olan, yüksek sıcaklık ve basınçta kararlılığı bozulan maddelerdir. <ul style="list-style-type: none"> Su ile yüksek sıcaklık ve basınçta bir miktar enerji çıkışına neden olabilen ancak pek şiddetli olmayan tepkime verir.
2	Şiddetli veya sürekli maruz kalındığında geçici güçten düşmeye neden olur. Havalandırmanın iyi olmaması veya tıbbi müdahalenin gecikmesi durumunda kalıcı hasara neden olabilir. <ul style="list-style-type: none"> Yüksek düzeyde toksik veya tahriş edici, yanıcı ürünler yayabilir. Hem normal koşullar hem de yangın koşulları altında toksik buharlar oluşturabilir. 	Normal şartlar altında hava ile patlayıcı karışımlar oluşturmaz ancak yüksek sıcaklıklarda ya da çok az ısıtılmaları hâlinde buharlaşarak hava ile patlayıcı karışımlar oluşturur. Çok hızlı şekilde yanan ve hava ile temasta kendiliğinden tutuşan maddelerdir. <ul style="list-style-type: none"> Parlama noktası 37,8 °C ile 93,4 °C arasında olan sıvılardır. Kolayca parlayıcı buhar oluşturan katı maddelerdir. 	Normal şartlarda genel olarak kararsız olan, kolaylıkla ve şiddetli tepkime veren fakat patlamaya neden olmayan maddelerdir. <ul style="list-style-type: none"> Su ile şiddetli tepkimeye girebilir veya patlayıcı karışımlar oluşturabilir. Yüksek sıcaklık ve basınçta şiddetli kimyasal değişime uğrar.
3	Kısa süreli temasta bile ciddi hasar verebilir veya acil tıbbi müdahale yapılsa da kalıcı ve ağır hastalıklar oluşabilir. <ul style="list-style-type: none"> Oldukça yüksek düzeyde toksik, yanıcı ürünler yayabilir. Dokularda yüksek tahriş edici etkiye sahip olabilir. 	Tüm sıcaklıklarda tutuşabilen, hava ile temas ettiğinde kendiliğinden yanan veya tehlikeli karışımlar oluşturabilen sıvı ve katı maddelerdir. <ul style="list-style-type: none"> Parlama noktası 22,8 °C'nin altında ve kaynama noktası 37,8 °C veya üstünde olan sıvılar ile parlama noktası 22,8 °C veya üzerinde ve kaynama noktası 37,8 °C'nin altında olan sıvıları içerir. Hızla yanan ancak hava ile patlayıcı özellikte karışımlar oluşturmeyen, kaba toz formundaki katıları içerir. Kuru nitroselüloz ve birçok peroksitler gibi bünyesinde oksijen bulundurması nedeniyle çok hızlı yanan maddelerdir. Lifli veya pamuk, kenevir gibi maddeler çabucak yanma ve parlama tehlikesi oluşturur. 	Kararsız olup su ve diğer malzemelerle patlayıcı duruma geçebilen maddelerdir.

4	<p>Çok kısa süre maruz kalmada dahi ölüme neden olabilir. Havalan-dırmanın iyi olmadığı yerlerde acil tıbbi müdahale edilse de çok yüksek düzeyde yaralanmalar oluşabilir.</p> <ul style="list-style-type: none"> Sıradan kauçuk koruyucu giy-silere nüfuz edebilir. Özel koru-yucu ekipman olmadan yakla-şılmamalıdır. Normal koşullarda veya yan-gın koşulları altında yaydığı gazlardan dolayı nefes alma, temas veya ciltten absorpsiyon yoluyla aşırı derecede tehlike oluşturur. 	<p>Atmosfer basıncı ve normal çevre sıcaklığında çok hızlı buharlaşan ya da kolaylıkla bulunduğu ortama yayılan maddelerdir. Bu sınıfa</p> <ul style="list-style-type: none"> gazlar, soğutulmuş (kriyojenik) maddeler, parlama noktası 22,8 °C ve kayna-ma noktası 37,8 °C'nin altında olan sıvılar veya basınç altında sıvılaşan gazlar dâhildir. 	<p>Normal ortam sıcaklığı veya basınç al-tında kolaylıkla ve şiddetli patlama ya da patlayıcı ürün verme veya tepkime verme özelliğinde olan maddelerdir.</p> <ul style="list-style-type: none"> Maddelerle veya kendiliğinden gi-derek hız kazanan şiddetli ekzoter-mik tepkimelere neden olabilir. Normal ortam sıcaklığı ve basın-cında mekanik veya termal şoklara karşı hassastır.
---	--	--	---

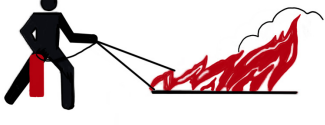

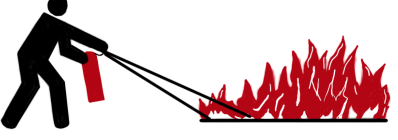
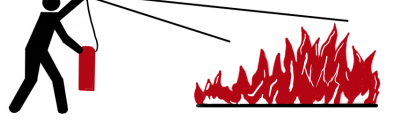



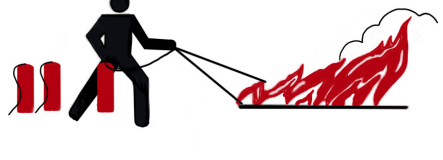




NFPA 704 Tehlike Elması Beyaz Bölge Sembolleri

Semboller		Anlamı
Standart Semboller	OX	Oksitleyici madde olduğunu ifade eder. Bu bileşik, diğer bileşik-lerdeki elektronları çeker veya hidrojeni alır ve kolayca oksijen verir. Diğer bileşiklerle etkileştikleri zaman yanabilir veya patlayabilir.
	W	Su ile tepkimeye girdiğini ifade eder. Su ile teması hâlinde şid-detli enerji açığa çıkar. Başka bir ifade ile su ile temasta yanabilir veya patlayabilir.
	SA	Asfiksiye (canlının havasızlıktan ölmesine) neden olan, boğucu bir gaz olduğunu ifade eder.
Standart Olmayan Semboller	COR veya 	Korozif
	BIO veya 	Biyolojik tehlike
	POI veya 	Zehirli
	RAD veya 	Radyoaktif
	CYL veya CRYO	Kriyojenik (soğutucu)

EK C: BİRBİRİYLE UYUMSUZ KİMYASALLAR

Kimyasal Madde	Temas Etmemesi Gereken Maddeler
Aktif karbon (C)	Kalsiyum hipoklorit, oksitleyiciler
Alkali metaller (Li, Na, K, Rb, Cs)	Su, karbon tetraklorür, halojenli alkanlar, karbon dioksit, halojenler
Amonyak (NH ₃)	Cıva, klor, brom, iyot, hidroklorik asit, kalsiyum hipoklorit
Amonyum nitrat (NH ₄ NO ₃)	Tüm asitler, yanıcı sıvılar, toz hâlindeki metaller, kükürt, ince tanecikli organik veya diğer yanıcı maddeler, kloratlar
Anilin (C ₆ H ₅ NH ₂)	Nitrik asit, hidrojen peroksit
Asetik asit (CH ₃ COOH)	Nitrik asit, kromik asit, hidroksilli bileşikler, glükol, perklorik asit, peroksitler, permanganatlar
Asetilen (C ₂ H ₂)	Flor, klor, brom, bakır, cıva, gümüş
Aseton (C ₃ H ₆ O)	Derişik sülfürik asit, derişik nitrik asit
Bakır (Cu)	Hidrojen peroksit, asetilen
Brom (Br)	Amonyak, asetilen, bütan ve diğer petrol gazları, benzen
Cıva (Hg)	Asetilen, amonyak, okzalik asit
Flor (F)	Tüm maddeler
Fosfor [beyaz (P ₄)]	Hava, oksijen, bazlar, indirgen maddeler
Gümüş (Ag)	Asetilen, okzalik asit, amonyum bileşikleri
Hidroklorik asit (HCl)	Amonyak
Hidrojen peroksit (H ₂ O ₂)	Demir, bakır, krom, metal ve metal tuzları, yanıcı sıvılar, anilin, alkol, aseton, organik bileşikler
Hidrojen sülfür (H ₂ S)	Nitrik asit, yükseltgen maddeler (oksitleyici gazlar)
Hidrokarbonlar (C _x H _y)	Flor, klor, brom, kromik asit, sodyum peroksit
Hidrosiyanik asit (HCN)	Nitrik asit, alkaliler
Iyot (I ₂)	Asetilen, amonyak, hidrojen
Kalsiyum oksit (CaO)	Su
Klor (Cl)	Amonyak, asetilen, bütan ve diğer petrol gazları
Kloratlar	Amonyum tuzları, asitler, metal tozlar, sülfür, ince tanecikli organik veya yanıcı maddeler
Kromik asit ve krom (VI) oksit	Naftalin, asetik asit, gliserin, bazı alkol, yanıcı sıvılar, benzin
Nitratlar	Sülfürik asit
Nitrik asit (HNO ₃)	Asetik asit, anilin, kromik asit, hidrosiyanik asit, hidrojen sülfür, yanıcı sıvılar ve gazlar, bakır, ağır metaller
Oksijen (O ₂)	Yağlar, hidrojen, yanıcı sıvı, katı ve gazlar
Okzalik asit (C ₂ H ₂ O ₄)	Gümüş, cıva
Perklorik asit (HClO ₄)	Asetik anhidrit, bizmut ve bileşikleri, alkol, kâğıt, tahta, yağ
Peroksitler	Asitler
Potasyum (K)	Karbon tetraklorür, karbon dioksit, su
Potasyum permanganat (KMnO ₄)	Benzaldehit, gliserin, sülfürik asit, etilen glükol
Sodyum peroksit (Na ₂ O ₂)	Etil ve metil alkol, glasiyal asetik asit, asetik asit anhidrit, benzaldehit, karbon disülfür, gliserin, etilen glükol, etil asetat, metil asetat, furfural
Sodyum nitrit (NaNO ₂)	Amonyum nitrat, diğer amonyum tuzları
Sülfürik asit (H ₂ SO ₄)	Permanganatlar, kloratlar, perkloratlar
Yanıcı sıvılar	Amonyum nitrat, kromik asit, hidrojen peroksit, nitrik asit, halojenler, sodyum peroksit, diğer yükseltgenler

EK Ç: YANGIN SÖNDÜRÜCÜLERİN DOĞRU VE YANLIŞ KULLANIMI

Doğru	Yanlış
 <p>Rüzgârı istikametine göre arkana al!</p>	 <p>Rüzgâra karşı durmak.</p>
 <p>Önden tarayarak yangının çıkış noktasına yani dip kısmına müdahale et!</p>	 <p>Yanan yere üstten ve arkadan müdahale etmek.</p>
 <p>Damlama veya sızıntı noktasından yani yukarıdan müdahale et!</p>	 <p>Yukarıdan damlayan yanıcı veya parlayıcı maddelere aşağıdan müdahale etmek.</p>
 <p>Mevcut yangın söndürme cihazlarını aynı anda, değişik yönlerden kullan!</p>	 <p>Yangın anında söndürme cihazlarını boşaltıp peş peşe kullanmak.</p>
 <p>Yangının tamamen söndüğünden emin olmadan yangın mahallini terk etme!</p>	 <p>Yangının tamamen söndüğünden emin olmadan yangın mahallini terk etmek.</p>
 <p>Kullanılmış yangın söndürme cihazlarını diğerlerinden ayır ve bu cihazların dolum ve bakımını sağla!</p>	 <p>Kullanılmış yangın söndürme cihazlarını kullanılmamış cihazlarla bir araya koyup karıştırmak veya kullanılmamış gibi yerine asmak.</p>

EK D: GÜVENLİK BİLGİ FORMU FORMATI VE ÖRNEĞİ

EK D1. Güvenlik Bilgi Formu Formatı*

Kısım I	
GÜVENLİK BİLGİ FORMU	
Formun düzenlenmesinde kullanılan mevzuat	
Madde/Karışım adı:	
Hazırlama Tarihi:	
Yeni Düzenleme Tarihi:	
Kaçınıcı Düzenleme Olduğu:	
Form No: X	Sayfa No: 1/2
Kısım II	
<p>1) Maddenin/karışımın ve şirketin/dağıtıcının kimliği</p> <p>1.1.Madde /Karışımın kimliği</p> <p>1.2.Madde veya karışımın belirlenmiş kullanımları ve tavsiye edilmeyen kullanımları</p> <p>1.3.Güvenlik bilgi formu tedarikçisinin bilgileri</p> <p>1.4.Acil durum telefon numarası</p> <p>2) Zararlılık tanımlanması</p> <p>2.1.Madde ve karışımın sınıflandırılması</p> <p>2.2.Etiket unsurları</p> <p>2.3.Diğer zararlar</p> <p>3) Bileşimi/İçindekiler hakkında bilgi</p> <p>3.1.Maddeler</p> <p>3.2.Karışımlar</p> <p>4) İlk yardım önlemleri</p> <p>4.1.İlk yardım önlemlerinin açıklaması</p> <p>4.2.Akut ve sonradan görülen önemli belirtiler ve etkiler</p> <p>4.3.Tıbbi müdahale ve özel tedavi gereği için ilk işaretler</p> <p>5) Yangınla mücadele önlemleri</p> <p>5.1.Yangın söndürücüler</p> <p>5.2.Madde veya karışımdan kaynaklanan özel zararlar</p> <p>5.3.Yangın söndürme ekipleri için tavsiyeler</p> <p>6) Kaza sonucu yayılmaya karşı önlemler</p> <p>6.1.Kişisel önlemler, koruyucu donanım ve acil durum prosedürleri</p> <p>6.2.Çevresel önlemler</p> <p>6.3.Muhafaza etme ve temizleme için yöntemler ve materyaller</p> <p>6.4.Diğer bölümlere atıflar</p> <p>7) Elleçleme ve depolama</p> <p>7.1.Güvenli elleçleme için önlemler</p> <p>7.2.Uyuşmazlıkları da içeren güvenli depolama için koşullar</p> <p>7.3.Belirli son kullanımlar</p> <p>8) Maruz kalma kontrolleri/kişisel korunma</p> <p>8.1.Kontrol parametreleri</p> <p>8.2.Maruz kalma kontrolleri</p> <p>9) Fiziksel ve kimyasal özellikler</p> <p>9.1.Temel fiziksel ve kimyasal özellikler hakkında bilgi</p> <p>9.2.Diğer bilgiler</p>	

*Alıntıların orijinaline sadık kalınmış olup dil, anlatım ve noktalama ile ilgili üzerinde herhangi bir değişiklik yapılmamıştır.

GÜVENLİK BİLGİ FORMU

Formun düzenlenmesinde kullanılan mevzuat

Madde/Karışım adı:

Hazırlama Tarihi:

Yeni Düzenleme Tarihi:

Kaçıncı Düzenleme Olduğu:

Form No: X

Sayfa No: 2/2

- 10) Kararlılık ve tepkime
 - 10.1.Tepkime
 - 10.2.Kimyasal kararlılık
 - 10.3.Zararlı tepkime olasılığı
 - 10.4.Kaçınılması gereken durumlar
 - 10.5.Kaçınılması gereken maddeler
 - 10.6.Zararlı bozunma ürünleri
- 11) Toksikolojik bilgiler
 - 11.1.Toksik etkiler hakkında bilgi
- 12) Ekolojik bilgiler
 - 12.1.Toksisite
 - 12.2.Kalıcılık ve bozunabilirlik
 - 12.3.Biyobirikim potansiyeli
 - 12.4.Toprakta hareketlilik
 - 12.5.PBT ve vPvB değerlendirmesinin sonuçları
 - 12.6.Diğer olumsuz etkiler
- 13) Bertaraf etme bilgileri
 - 13.1.Atık işleme yöntemleri
- 14) Taşımacılık bilgileri
 - 14.1.UN Numarası
 - 14.2.Uygun UN taşımacılık adı
 - 14.3.Taşımacılık zararlılık sınıf(lar)ı
 - 14.4.Ambalajlama grubu
 - 14.5.Çevresel zararlar
 - 14.6.Kullanıcı için özel önlemler
 - 14.7.MARPOL 73/78 ek II ve IBC koduna göre toplu taşımacılık
- 15) Mevzuat bilgileri
 - 15.1.Madde veya karışıma özgü güvenlik, sağlık ve çevre mevzuatı
- 16) Diğer bilgiler

13 Aralık 2014 tarih ve 29204 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Zararlı Maddeler ve Karışımlara İlişkin Güvenlik Bilgi Formları Hakkında Yönetmelik'te verilen "Güvenlik Bilgi Formu Formatı" ile ilgili her bir başlığın ve alt başlıkların açıklamaları aşağıdaki gibi yapılmıştır. Formun doldurulması sırasında dikkat edilmesi gereken hususlar da verilmiştir. Buna göre güvenlik bilgi formu,

- Türkçe olarak hazırlanır.
- Her bir standart başlık altında yer alması öngörülen alt başlıkların adları ve numaraları değiştirilmeden sırası ile yazılır.
- Formun hazırlanmasında birden fazla sayfa kullanılması gerekiyorsa güvenlik bilgi formunun her sayfası için aynı format kullanılır ve bu durumda
 - a) Güvenlik bilgi formunun kısım I'inde bulunması gereken bilgiler, formun tüm sayfalarında yer alır.
 - b) Güvenlik bilgi formunun her sayfasında toplam sayfa numarası ve bulunduğu sayfayı gösteren numara yer alır.

1. **Maddenin/Karışımın ve Şirketin/Dağıtıcının Kimliği:** Bu bölümde güvenlik bilgi formunda madde veya karışımın nasıl tanımlanacağı ve belirlenmiş ilgili kullanımlar, madde veya karışımın tedarikçisinin adı ve acil durum iletişim bilgileri dâhil madde veya karışımın tedarikçisinin irtibat bilgileri yer alır.
2. **Zararlılık Tanımlanması:** Bu bölümde madde veya karışımın zararları ve zararlarla ilgili uygun uyarı bilgileri tanımlanır.
3. **Bileşim/İçindekiler Hakkında Bilgi:** Bu bölüm, safsızlıklar ve kararlaştırıcı katkı maddeleri dâhil madde veya karışımın içeriğinin kimyasal niteliğini tanımlar. Yüzey kimyasına dair uygun ve mevcut güvenlik bilgileri belirtilir.
4. **İlk Yardım Önlemleri:** Bu bölüm, eğitim almamış müdahale eden kişi tarafından anlaşılabilir ve karmaşık ekipman kullanımı ve çok fazla ilaç tedavisi olmaksızın yapılabilecek şekilde ilk müdahaleyi tanımlar. Tıbbi yardım gerekirse bilgiler bunun aciliyetini de içerecek şekilde belirtir.
5. **Yangınla Mücadele Önlemleri:** Bu bölüm, madde ya da karışımın neden olduğu veya bir madde ya da karışımın etrafında çıkan bir yangını söndürmeye yönelik şartları belirtir.
6. **Kaza Sonucu Yayılmaya Karşı Önlemler:** Bu bölüm; insanlar, eşyalar ve çevre üzerindeki olumsuz etkilerini önlemek veya minimize etmek için dökülme, sızıntı ve yayılmaya karşı yapılması gereken uygun müdahaleleri kapsar. Dökülme hacminin zarar üzerinde önemli etkiye sahip olduğu durumlarda, büyük ve küçük dökülmelere karşı yapılacaklar ayrılır. Kontrol altında tutma ve kurtarma prosedürleri farklı uygulamaların gerekli olduğunu gösteriyorsa bunlar güvenlik bilgi formlarında belirtilir.
7. **Elleçleme ve Depolama:** Güvenlik bilgi formunun bu bölümü, güvenli elleçleme uygulamaları hakkında tavsiyeler içerir. Bu ekin 1.2. başlığına göre belirtilen tanımlanmış kullanımlar ile madde veya karışımın özelliklerine uygun önlemler vurgulanır.

Bilgiler; insan sağlığı, güvenliği ve çevrenin korunmasıyla ilgilidir. İşverene 12.8.2013 tarih ve 28733 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik'in 7. maddesi ve 6.8.2013 tarih ve 28730 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Kanserojen veya Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik'in 7. maddesine göre çalışma usulleri ve örgütsel önlemleri tasarlamasında yardımcı olur.

Bu bölümde verilen bilgilere ek olarak ilgili bilgiler güvenlik bilgi formu başlık 8'de de bulunabilir.

8. **Maruz Kalma Kontrolleri/Kişisel Korunma:** Geçerli mesleki maruz kalma sınır değerlerini ve gerekli risk yönetimi önlemlerini açıklar.
9. **Fiziksel ve Kimyasal Özellikler:** Bu bölüm, ilgiliye madde veya karışıma ilişkin ampirik bilgileri açıklar. Bu bölümdeki bilgiler, madde veya karışımın sınıflandırmasıyla tutarlıdır.

10. **Kararlılık ve Tepkime:** Bu bölüm, madde veya karışımın kararlılığını ve uygun olan durumlarda kullanılan test yöntemlerine atfı da içererek belirli kullanım koşullarında ve ayrıca çevreye yayılması hâlinde zararlı reaksiyonların oluşma olasılığını açıklar. Belirli bir özelliğin geçerli olmadığı veya belirli bir özelliğe dair bilgilerin mevcut olmadığının belirtilmesi hâlinde nedenleri açıklanır.
11. **Toksikolojik Bilgiler:** Bu bölüm; temel olarak sağlık uzmanları, mesleki sağlık ve güvenlik uzmanları ile toksikologlar tarafından kullanılmak üzere oluşturulmuştur. Çeşitli toksikolojik (sağlık) etkilerin kısa ancak tam ve anlaşılabilir açıklaması ve bu etkileri saptamak için kullanılan mevcut bilgiler, uygun olduğu yerlerde toksikokinetik, metabolizma ve dağılımı da içeren bilgiler sağlanır. Bu bölümdeki bilgiler, madde veya karışımın sınıflandırmasıyla tutarlı olmalıdır.
12. **Ekolojik Bilgiler:** Bu bölüm, madde veya karışımın çevreye yayıldığı yerlerde çevresel etkisinin değerlendirilmesi için sağlanan bilgileri açıklar. Bu başlığın 12.1, 12.2, 12.3, 12.4, 12.5 ve 12.6 alt başlıklarında mevcutsa tür, ortam, birimler, test süresi, test koşullarını da açıkça belirten ve ilgili test verilerini de içeren verilerin özeti sağlanır. Bu bilgiler; dökülmenin elleçlenmesi, atık işleme uygulamalarının değerlendirilmesi, yayılmanın kontrol edilmesi, kaza sonucu yayılma önlemleri ve nakliyyede yardımcı olabilir. Belirli bir özelliğin geçerli olmadığı veya belirli bir özelliğe dair bilgilerin mevcut olmadığının belirtilmesi hâlinde nedenleri belirtilir.
Biyobirikim, kalıcılık ve bozunabilirlik hakkında bilgiler; karışımdaki her ilgili madde için mevcut ve uygun olduğu hâllerde verilir. Ayrıca madde ve karışımların bozunmasından doğan zararlı dönüşüm ürünleri için de bilgi sağlanır.
13. **Bertaraf Etme Bilgileri:** Bu bölüm, güvenli ve çevresel olarak tercih edilen atık yönetimi seçeneklerinin belirlenmesinde yardımcı olmak amacıyla madde veya karışımın ve/veya ambalajının uygun atık yönetimi için gereken bilgileri atık mevzuatı kapsamında açıklar. Atık yönetimi faaliyeti gerçekleştiren kişilerin güvenliğiyle ilgili bilgiler, güvenlik bilgi formu Bölüm 2 Başlık 8'de verilen bilgileri tamamlar.
14. **Taşımacılık Bilgileri:** Bu bölüm, güvenlik bilgi formu başlık 1'de belirtilen maddeler veya karışımların kara yolu, demir yolu, deniz, kıta içi su yolları veya hava yolu ile taşınması için temel sınıflandırma bilgilerini sağlar. Bilginin mevcut olmadığı veya uygun olmadığı durumlarda ise bu durum belirtilir.
15. **Mevzuat Bilgileri:** Bu bölüm, güvenlik bilgi formunda hâlihazırda belirtilmemiş madde veya karışım hakkındaki diğer mevzuat bilgilerini verir (12.11.2008 tarih ve 27052 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Ozon Tabakasını İncelten Maddelerin Azaltılmasına Yönelik Yönetmelik).
16. **Diğer Bilgiler:** Bu bölüm, güvenlik bilgi formunun hazırlanmasıyla ilgili bilgileri açıklar. Aşağıdaki gibi güvenlik bilgi formunun revizyonlarına dair bilgiler dâhil güvenlik bilgi formu başlık 1 ile 15 arasında yer almayan diğer bilgileri kapsar:
 - a) Güvenlik bilgi formunun revizyonu durumunda güvenlik bilgi formunda başka bir bölümde belirtilmediği sürece varsa açıklamalarıyla birlikte güvenlik bilgi formunun önceki versiyonunda yapılan değişiklikler. Madde veya karışımın tedarikçisi, değişikliklerin bir açıklamasını verir veya talep üzerine sağlar.
 - b) Güvenlik bilgi formunda kullanılan kısaltmalar ve akronimler için anahtar veya gösterge.
 - c) Ana literatür referansları ve bilgi kaynakları.
 - ç) Karışımlar durumunda Maddelerin ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi ve Ambalajlanması Hakkında Yönetmelik'in 11. maddesinde belirtilen bilgileri değerlendirme yöntemlerinden hangilerinin sınıflandırma amacıyla kullanıldığına dair ifade.
 - d) İlgili zararlılık ifadeleri, önlem ifadelerinin listesi. Güvenlik bilgi formu başlık 2 ile 15 arasında tam olarak yazılmamış herhangi bir ifadenin tam metni.
 - e) İnsan sağlığı ve çevrenin korunmasını sağlamak amacıyla işçiler için uygun eğitime dair tavsiyeler.
 - f) Güvenlik bilgi formu hazırlayıcısının iletişim bilgileri, yeterlilik belge tarihi ve numarası yazılır.

GÜVENLİK BİLGİ FORMU**1907/2006 No'lu Yönetmeliğe (AB) göre**

Yeni düzenleme tarihi 07.08.2015

Kaçınıcı Düzenleme Olduğu 6.17

BÖLÜM 1. Madde / müstahzar ve şirket / iş sahibinin tanıtımı**1.1 Madde/Karışımın kimliği**

Katalog No./GBF No.	100014
Ürün ismi	Aseton analiz için
REACH Kayıt Numarası	Bu madde için bir kayıt numarası yoktur; çünkü bu madde veya kullanımı, 1907/2006 Sayılı REACH Tüzüğü'ne (AT) göre kayıttan muaftır, yıllık tona j bir kayıt yapılmasını gerektirmemektedir veya kaydın daha ilerideki bir kayıt son tarihinde yapılması öngörülmektedir.
CAS-No.	67-64-1

1.2 Madde veya karışımın belirlenmiş kullanımları ve tavsiye edilmeyen kullanımları

Tanımlanmış kullanımları

1.3 Güvenlik bilgi formu tedarikçisinin bilgileri

Şirket
Sorumlu bölüm
Bölge temsilciliği

1.4 Acil durum telefon numarası Ulusal Zehir Danışma Merkezi (UZEM): 114**BÖLÜM 2. Zararlılık tanımlanması****2.1 Madde ve karışımın sınıflandırılması**

Sınıflandırma (1272/2008/EC yönetmeliği)

Alev alabilir sıvı, Kategori 2, H225

Göz tahrişi, Kategori 2, H319

Belirli Hedef Organ Toksisitesi – Tek maruz kalma, Kategori 3, Merkezi sinir sistemi, H336

Bu bölümde adı geçen H-Bildirimleri tüm metni için 16.Bölüme bakınız.

Sınıflandırma (EEC/67/548 veya 1999/45/EC)

F	Kolay alevlenir	R11
Xi	Tahriş edici	R36
		R66
		R67

Bu bölümdeki R-ibarelerinin tam metni için 16. Bölüme bakınız.

GÜVENLİK BİLGİ FORMU

1907/2006 No'lu Yönetmeliğe (AB) göre

Katalog No./GBF No.

100014

Ürün ismi

Aseton analiz için

2.2 Etiket unsurları

Etiketleme (1272/2008/EC yönetmeliği)

Zararlılık İşaretleri



Uyarı Kelimesi

Tehlike

Zararlılık ifadeleri

H225 Kolay alevlenir sıvı ve buhar.

H319 Ciddi göz tahrişine yol açar.

H336 Rahatsızlık veya baş dönmesine yol açabilir.

EUH066 Tekrarlı maruz kalmalarda ciltte kuruluğa ve çatlaklara neden olabilir.

Önlem Açıklamaları

Önlem

P210 Isıdan/kıvılcımdan/alevden/sıcak yüzeylerden uzak tutun. - Sigara içilmez.

P240 Kabı ve alıcı ekipmanı toprağa oturtun/bağlayın.

Müdahale

P305 + P351 + P338 GÖZ İLE TEMASI HALİNDE: Su ile birkaç dakika dikkatlice durulayın. Takılı ve yapması kolaysa, kontak lensleri çıkartın. Durulamaya devam edin.

Depolama

P403 + P233 İyi havalandırılmış bir alanda depolayınız. Kabı sıkıca kapalı tutun.

İndirgenmiş sınıflandıma (≤ 125 ml)

Zararlılık İşaretleri



Uyarı Kelimesi

Tehlike

Önlem Açıklamaları

P210 Isıdan/kıvılcımdan/alevden/sıcak yüzeylerden uzak tutun. - Sigara içilmez.

CAS-No.

67-64-1

2.3 Diğer zararlar

Bilinmiyor.

BÖLÜM 3. Bileşimi/içindekiler hakkında bilgi

3.1 Maddesi

Formül	CH ₃ COCH ₃	C ₃ H ₆ O (Hill)
EC-No.	200-662-2	
Molar kütle	58,08 g/mol	

GÜVENLİK BİLGİ FORMU

1907/2006 No'lu Yönetmeliğe (AB) göre

Katalog No./GBF No. 100014
Ürün ismi Aseton analiz için

Zararlı bileşenler (1272/2008/EC yönetmeliği)

Kimyasal İsmi (Konsantrasyon)

CAS-No. Kayıt numarası Sınıflandırma

Aseton (<= 100 %)

Madde, 1907/2006 Sayılı Yönetmeliğin (AT) XIII. Eki doğrultusunda PBT ve ya vPvB kriterlerini karşılamaz.

67-64-1 *)

Alev alabilir sıvı, Kategori 2, H225

Göz tahrişi, Kategori 2, H319

Belirli Hedef Organ Toksisitesi – Tek maruz kalma, Kategori 3, H336

*) Bu madde için bir kayıt numarası yoktur; çünkü bu madde veya kullanımı, 1907/2006 Sayılı REACH Tüzüğü'ne (AT) göre kayıttan muafır, yıllık tona j bir kayıt yapılmasını gerektirmemektedir veya kaydın daha ilerideki bir kayıt son tarihinde yapılması öngörülmektedir.

Bu bölümde adı geçen H-Bildirimleri tüm metni için 16.Bölüme bakınız.

Zararlı bileşenler (1999/45/EC)

Kimyasal İsmi (Konsantrasyon)

CAS-No. Sınıflandırma

Aseton (<= 100 %)

67-64-1 F, Kolay alevlenir; R11

Xi, Tahriş edici; R36

R66

R67

Bu bölümdeki R-ibarelerinin tam metni için 16. Bölüme bakınız.

3.2 Karışım

Uygulanmaz

BÖLÜM 4. İlk Yardım önlemleri

4.1 İlk yardım önlemlerinin açıklaması

Solunum sonrası: temiz hava. Doktor çağırın.

Deriyle teması halinde: Hemen tüm bulaşmış giysisileri çıkarınız. Deriyi suyla yıkayınız.

Göz temasından sonra: Bol suyla yıkayın. Göz doktorunuzu arayın.

Yuttuktan sonra: eğer hasta kusarsa dikkat. Aspirasyon tehlikesi! Solunum yollarını açık tutun. Kusmuşun solunumu sonrasında akciğer iflasi olasıdır. Hemen bir doktor çağırınız.

4.2 Çabuk ve gecikmiş önemli belirtiler ve etkiler

tahriş edici etkiler, Uyuşukluk, Baş dönmesi, narkoz, Mide bulantısı, Kusma, mide/bağırsak düzensizlikleri, Baş ağrısı, uyuşukluk, Ağız sulanması, salya oluşması, Koma
Korneal karaltı riski.

Sert ve çatlak cilt sonucu veren kurutma etkisi.

4.3 Tıbbi müdahale ve özel tedavi gereği için ilk işaretler

Bilgi bulunmamaktadır.

BÖLÜM 5. Yangınla mücadele önlemleri

5.1 Yangın söndürücüler

Uygun yangın söndürücüler

Karbon dioksit (CO2), Köpük, Kuru toz

GÜVENLİK BİLGİ FORMU

1907/2006 No'lu Yönetmeliğe (AB) göre

Katalog No./GBF No.

100014

Ürün ismi

Aseton analiz için

Uygun olmayan söndürme aracı

Bu madde/karışım için söndürme maddelerine yönelik bir sınırlama yoktur.

5.2 Madde veya karışımdan kaynaklanan özel zararlar

Yanıcı.

Havadan ağır buharlar zemin üzerinde yoğunlaşabilir.

Atmosfer sıcaklığındaki hava ile patlayıcı karışımlar oluşturur.

Parlama (flashback) olabilir. Dikkat ediniz.

Yangın durumunda tehlikeli yanıcı gazlar veya buharlar gelişebilir.

5.3 Yangın söndürme ekipleri için tavsiyeler

Yangın söndürme ekibi için özel koruyucu ekipmanlar

Tehlikeli bölgede solunum aparatı olmaksızın durmayınız. Cilt ile temasını engellemek için güvenli uzaklıkta durun ve uygun koruyucu kıyafet giyin.

Ek bilgi

Yangın söndürme sularının yeryüzü veya yeraltı sularına karışmasını önleyiniz. Kabı tehlikeli bölgeden uzaklaştırın ve su ile soğutun.

BÖLÜM 6. Kaza sonucu yayılmaya karşı önlemler

6.1 Kişisel önlemler, koruyucu ekipman ve acil durum prosedürleri

Acil durum personeli olmayan personeli uyarın Madde temasını engelleyin. Buhar, aerosolünü solumayın. İyi bir havalandırma olduğundan emin olunuz. Isıdan ve tutuşmaya yol açabilecek herşeyden uzak tutunuz. Tehlike bölgesini boşaltın, acil durum prosedürlerini uygulayın, bir uzm ana danışın.

Acil durum müdahalesinde bulunanlar için öneriler: Koruyucu ekipmanlar için 8. bölüme bakın.

6.2 Çevresel önlemler

Kanalizasyona boşaltmayın. Patlama riski.

6.3 Temizlik ve yayılmayı önlemeye dair yöntem ve malzemeler

Drenaj kanallarını kapatın. Dökülmeleri toplayın, sarın ve pompalayarak uzaklaştırın.

Olası malzeme kısıtlamalarına uyun (bkz. Bölüm 7 ve 10).

Sıvı emici materyal ile alın (ör: Chemizorb®). İmha için gönderin. Etkilenmiş bölgeyi temizleyin.

6.4 Diğer bölümlere atıflar

Atık işlemeyle ilişkin endikasyonlar için 13. Bölüme bakın.

BÖLÜM 7. Elleçleme ve depolama

7.1 Güvenli elleçleme için önlemler

Güvenli elleçleme önerileri

Başlık ile çalışın. Maddeyi teneffüs etmeyin. Buharların/aerosollerin oluşmasını engelleyin.

Etiketdeki önlemleri dikkate alınız.

Yangın ve patlamaya karşı korunma önerileri

Çıplak alevden, sıcak yüzeylerden ve tutuşmaya neden olabilecek herşeyden uzak tutunuz.

Statik boşalmaya karşı önleyici tedbirler alın.

Hijyen önlemleri

Derhal kirlenen giysiyi değiştirin. Cilt koruyucu krem uygulayın. Madde ile çalıştıktan sonra ellerinizi ve yüzünüzü yıkayın.

7.2 Uyuşmazlıkları da içeren güvenli depolama için koşullar

Saklama koşulları

GÜVENLİK BİLGİ FORMU

1907/2006 No'lu Yönetmeliğe (AB) göre

Katalog No./GBF No. 100014
 Ürün ismi Aseton analiz için

Kabı sıkıca kapalı olarak kuru ve iyi havalandırılmış yerlerde saklayınız. Isıdan ve tutuşmaya yol açabilecek herşeyden uzak tutunuz. Işıktan koruyun.

Önerilen saklama sıcaklığı, ürün etiketine bakın.

7.3 Belirli son kullanımlar

Bölüm 1.2'de belirtilen kullanımlar dışında, başka bir belirli kullanım öngörülmemiştir.

BÖLÜM 8. Maruz kalma kontrolleri/kişisel korunma

8.1 Kontrol parametreleri

Aseton (67-64-1)

TR MAK	Kabul edilebilir maksimum konsantrasyon (MAK)	1.000 mbp 2.400 mg/m ³
TR OEL	8 saatlik belirlenen referans süre için ölçülen veya hesaplanan zaman ağırlıklı ortalama (TWA):	500 mbp 1.210 mg/m ³

8.2 Maruz kalma kontrolleri

Mühendislik önlemleri

Teknik önlemlere ve uygun iş operasyonlarına, kişisel koruyucu ekipman kullanımı karşısında öncelik verilmelidir.

Bkz. Bölüm 7.1.

Kişisel korunma önlemleri

Koruyucu giysi, kullanılan tehlikeli madde konsantrasyonu ve miktarına bağlı olarak, işyerine özgü olarak seçilmelidir. Kimyasallardan korunmak için, koruyucu giysilerde bulunan resistanslar her bir tedarikçi tarafından saptanmalıdır.

Göz/yüz koruması

Güvenlik gözlükleri

Ellerin korunması

tam temas:

Eldiven malzemesi:	bütül kauçuk
Eldiven kalınlığı:	0,7 mm
delinme süresi:	> 480 dakika

sıçrama ile temas:

Eldiven malzemesi:	doğal lateks
Eldiven kalınlığı:	0,6 mm
delinme süresi:	> 10 dakika

Kullanılacak eldivenler EC talimatı 89/686/EEC spesifikasyonlarına ve sonuç standard EN374'e uymalıdır, örneğin KCL 898 Butoject® (tam temas), KCL 706 Lapren® (sıçrama ile temas). Yukarıda belirtilen etkilene zamanı, tavsiye edilen eldiven çeşidi örneği ile EN374'e uygun olarak laboratuarda KCL ile belirlenmiştir.

Bu öneri güvenlik bilgi formunda ve tarafımızdan tedarik edilen ve tarafımızdan belirlenen amaçta kullanılan ürünlere uygulanır. Diğer maddelerle çözme ve karıştırma ve EN374'de belirtilen koşullardan sapma durumunda CE-onaylı eldiven üreticisi ile temasa geçin. (örneğin KCL GmbH, D-36124 Eichenzell, Internet: www.kcl.de).

Diğer koruyucu ekipmanlar

Kolay yanmayan antistatik koruyucu giysi.

GÜVENLİK BİLGİ FORMU

1907/2006 No'lu Yönetmeliğe (AB) göre

Katalog No./GBF No. 100014
Ürün ismi Aseton analiz için

Solunum sisteminin korunması

buharlar/aerosoller oluştuğunda gerekir.

Tavsiye edilen Filtre tipi: AX Filtresi (EN 371)

Girişimci, solunum koruma cihazlarının, cihaz üreticisinin talimatlarıncı bakım yapıldığı, temizlendiği ve test edildiğini temin etmelidir. Bu önlemler açık bir şekilde belgelenmelidir.

Çevresel maruziyet kontrolleri

Kanalizasyona boşaltmayın.

Patlama riski.

BÖLÜM 9. Fiziksel ve kimyasal özellikler

9.1 Temel fiziksel ve kimyasal özellikleri hakkında bilgi

Fiziksel hali	sıvı
Renk	renksiz
Koku	meyveli
Koku Eşiği	0,1 - 662,5 mbp
pH	5 - 6 nin 395 g/l 20 °C
Erime noktası	-95,4 °C
Kaynama noktası/kaynama aralığı	56,2 °C nin 1.013 hPa
Parlama noktası	< -20 °C Metod: DIN 51755 Part 1
Buharlaştırma oranı	Bilgi bulunmamaktadır.
Alev alma sıcaklığı (katı, gaz)	Bilgi bulunmamaktadır.
Alt patlama limiti	2,6 %(V)
Üst patlama limiti	12,8 %(V)
Buhar basıncı	233 hPa nin 20 °C
Nispi buhar yoğunluğu	2,01
Yoğunluk	0,79 g/cm ³ nin 20 °C
Nispi yoğunluk	Bilgi bulunmamaktadır.
Su içinde çözünürlüğü	nin 20 °C çözünür

GÜVENLİK BİLGİ FORMU
1907/2006 No'lu Yönetmeliğe (AB) göre

Katalog No./GBF No. 100014
Ürün ismi Aseton analiz için

Dağılım katsayısı (n-oktanol/su)	log Pow: -0,24 (deneysel) Biyoakümülyasyon beklenemez. (Kaynak)
Kendiliğinden tutuşma sıcaklığı	Bilgi bulunmamaktadır.
Bozunma sıcaklığı	Normal basınçta dekompoze olmadan damıtılabilir.
Akışkanlık (viskozite, dinamik)	0,32 mPa.s nin 20 °C
Patlayıcılık özellikleri	Patlayıcı olarak sınıflandırılmamıştır.
Oksitleyici özellikler	hiç

9.2 Diğer veriler

Tutuşma sıcaklığı	465 °C DIN 51794
İletkenlik	0,01 µS/cm nin 20 °C

BÖLÜM 10. Kararlılık ve tepkime

10.1 Tepkime

Buharlar havada patlayıcı bir karışım oluşturabilir.

10.2 Kimyasal kararlılık

Işığa hassaslık
Havaya karşı sensitif.

10.3 Zararlı tepkime olasılığı

... ile patlama veya yanıcı gaz yada buharlar oluşturma riski:
kromosülfürik asit, kromil klorür, etanolamin, Flor, Kuvvetli oksitleyici maddeler, güçlü indirgeyici ajanlar, Nitrik asit, krom (VI) oksit
....ile patlama riski vardır:
ametal oksihalidler, halojen-halojen bileşikler, Kloroform, nitratlaştırıcı asit, nitrosil bileşikler, hidrojen peroksit, halojen oksitler, organik nitro bileşikler, peroksi bileşikler
... ile ekzotermik reaksiyon:
Brom, Alkali metaller, alkali hidroksitler, Halojenlenmiş hidrokarbon, Sülfür diklorür, fosfor oxichloride

10.4 Kaçınılması gereken durumlar

İlima.

10.5 Kaçınılması gereken maddeler

kauçuk, çeşitli plastikler

10.6 Zararlı bozunma ürünleri

hiçbir bilgi yok

GÜVENLİK BİLGİ FORMU

1907/2006 No'lu Yönetmeliğe (AB) göre

Katalog No./GBF No.

100014

Ürün ismi

Aseton analiz için

BÖLÜM 11. Toksikolojik bilgiler

11.1 Toksik etkiler hakkında bilgi

Akut oral toksisite

LD50 Sıçan: 5.800 mg/kg

(ECHA)

Belirtiler: mide/bağırsak düzensizlikleri, Kusmayla solunma riski., Kusmuğun solunumu sonrasında akciğer iflasi olasıdır.

Akut solunum(inhalasyon) toksisitesi

LC50 Sıçan: 76 mg/l; 4 sa ; buhar

(Kaynak)

Belirtiler: mukozal tahrişler
emilim

Akut dermal toksisite

LD50 Tavşan: 20.000 mg/kg

(IUCLID)

Cilt tahrişi

Tavşan

Sonuç: Tahriş yok.

(Dış kaynaklı ürün güvenlik formu)

Tekrarlı maruz kalmalarda ciltte kuruluğa ve çatlaklara neden olabilir.

Göz tahrişi

Tavşan

Sonuç: Göz tahrişi

(Dış kaynaklı ürün güvenlik formu)

Ciddi göz tahrişine yol açar.

Korneal karaltı riski.

Duyarlılık

Maksimizasyon Testi (GPMT) Kobay

Sonuç: negatif

(ECHA)

Eşey hücre mutajenitesi

In vivo genotoksisite

Mikro nükleus testi

Sonuç: negatif

(Ulusal Toksikoloji Programı)

In vitro genotoksisite

Mutajenite (memeli hücre testi): kromozom bozulması.

Sonuç: negatif

Metod: OECD Test Klavuzu 473

Ames testi

Salmonella typhimurium

Sonuç: negatif

Metod: OECD Test Klavuzu 471

GÜVENLİK BİLGİ FORMU
1907/2006 No'lu Yönetmeliğe (AB) göre

Katalog No./GBF No. 100014
Ürün ismi Aseton analiz için

Kanserojenite

Hayvanlar üzerinde yapılan deneylerde kanserojen etkiler göstermedi. (IUCLID)

Kısırlaştırıcı etkisi olma durumu

Bu bilgi mevcut değildir.

Teratojenisite (gelişimsel sakatlıklara neden olabilirlik)

Bu bilgi mevcut değildir.

Belirli Hedef Organ Toksisitesi – Tek maruz kalma

Rehavete veya baş dönmesine yol açabilir.

Belirli Hedef Organ Toksisitesi – Tekrarlı maruz kalma

Bu bilgi mevcut değildir.

Aspirasyon toksisitesi

Bu bilgi mevcut değildir.

11.2 Ek bilgi

Emiliminden sonra:

Baş ağrısı, Ağız sulanması, salya oluşması, Mide bulantısı, Kusma, Baş dönmesi, narkoz, Koma
Endüstriyel hijyen ve güvenlik kurallarına uygun olarak taşıyınız.

BÖLÜM 12. Ekolojik bilgiler

12.1 Toksisite

Balıklar üzerinde toksisite

LC50 *Oncorhynchus mykiss* (Gökkuşaağı alabalığı): 5.540 mg/l; 96 sa
(Kaynak)

Daphnia ve diğer suda yaşayan omurgasızlar üzerinde toksisite

EC50 *Daphnia magna* (Defne): 6.100 mg/l; 48 sa
(Kaynak)

EC5 *E.sulcatum*: 28 mg/l; 72 sa

(maksimum izin verilebilir toksik konsantrasyon) (Kaynak)

Su yosunları (algler) üzerinde toksisite

NOEC *M.aeruginosa*: 530 mg/l; 8 g

Analitik gözlem: hayır

DIN 38412

(maksimum izin verilebilir toksik konsantrasyon) (IUCLID)

Bakteriler üzerinde toksisite

EC50 aktif atık: 59 - 67,4 mg/l; 30 dakika

(Kaynak)

EC5 *Pseudomonas putida*: 1.700 mg/l; 16 sa

(maksimum izin verilebilir toksik konsantrasyon) (IUCLID)

12.2 Kalıcılık ve bozunabilirlik

Biyolojik bozunma

91 %; 28 g

(IUCLID)

Kendiliğinden doğada kolaylıkla çözünebilir.

Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOD)

1.850 mg/g (5 g)

(IUCLID)

GÜVENLİK BİLGİ FORMU

1907/2006 No'lu Yönetmeliğe (AB) göre

Katalog No./GBF No.

100014

Ürün ismi

Aseton analiz için

Kimyasal Oksijen İhtiyacı (COD)

2.070 mg/g

(IUCLID)

Teorik oksijen ihtiyacı (ThOD)

2.200 mg/g

(Kaynak)

12.3 Biyobirikim potansiyeli

Dağılım katsayısı (n-oktanol/su)

log Pow: -0,24

(deneysel)

Biyoakümülyasyon beklenemez. (Kaynak)

12.4 Toprakta hareketlilik

Bilgi bulunmamaktadır.

12.5 PBT ve vPvB değerlendirmesinin sonuçları

Madde, 1907/2006 Sayılı Yönetmeliğin (AT) XIII. Eki doğrultusunda PBT ve ya vPvB kriterlerini karşılamaz.

12.6 Diğer olumsuz etkiler

Çevreye atılması önlenmelidir.

BÖLÜM 13. Bertaraf etme bilgileri

Atık işleme yöntemleri

Atık maddeler, ulusal ve yerel yönetmelikler doğrultusunda bertaraf edil melidir. Kimyasalları orijinal kaplarında bırakın. Başka atıklarla karış tırmayın. Temizlenmemiş kaplara ürünün kendisi gibi işlem yapın.

Kimyasalların ve kapların iadesine ilişkin işlemler için www.retrologis.tik.com adresine bakın veya ek sorularınız varsa bizi arayın.

Atık maddeler, 2008/98/AT Sayılı Yönerge ve diğer ulusal ve yerel yönetmelikler doğrultusunda (Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik, 05.07.2008, R.G 26927) bertaraf edilmelidir. Kimyasalları orijinal kaplarında bırakın. Başka atıklarla karış tırmayın. Temizlenmemiş kaplara ürünün kendisi gibi işlem yapın.

BÖLÜM 14. Taşımacılık bilgileri

Kara taşımacılığı (ADR/RID)

14.1 UN numarası UN 1090

14.2 Uygun yükleme ismi ACETONE

14.3 Sınıfı 3

14.4 Ambalaj grubu II

14.5 Environmentally hazardous --

14.6 Kullanıcı için özel önlemler evet

Tünel kısıtlama kodu D/E

İç sularda taşımacılık (ADN)

İlgili değil

Hava taşımacılığı (IATA)

GÜVENLİK BİLGİ FORMU
1907/2006 No'lu Yönetmeliğe (AB) göre

Katalog No./GBF No. 100014
Ürün ismi Aseton analiz için

14.1 UN numarası UN 1090
14.2 Uygun yükleme ismi ACETONE
14.3 Sınıfı 3
14.4 Ambalaj grubu II
14.5 Environmentally hazardous --
14.6 Kullanıcı için özel önlemler hayır

Deniz taşımacılığı (IMDG)

14.1 UN numarası UN 1090
14.2 Uygun yükleme ismi ACETONE
14.3 Sınıfı 3
14.4 Ambalaj grubu II
14.5 Environmentally hazardous --
14.6 Kullanıcı için özel önlemler evet
EmS F-E S-D

14.7 MARPOL 73/78 ek II ve IBC koduna göre toplu taşımacılık
İlgili değil

BÖLÜM 15. Mevzuat bilgileri

15.1 Madde veya karışım için özel güvenlik, sağlık ve çevre mevzuatı

Ulusal kanunlar

Depolama sınıfı 3

15.2 Kimyasal Güvenlik Değerlendirmesi

Bu ürün için 1907/2006 numaralı EU REACH Mevzuatı'na uygun olarak bir kimyasal güvenlik değerlendirilmesi gerçekleştirilmemiştir.

BÖLÜM 16. Diğer bilgiler

2 ve 3.bölümlere dayalı H-Bildirimleri tüm metni

H225 Kolay alevlenir sıvı ve buhar.
H319 Ciddi göz tahrişine yol açar.
H336 Rehavete veya baş dönmesine yol açabilir.

2. ve 3. bölüm altındaki R-İbarelerinin tam metni

R11 Kolay alevlenir.
R36 Gözleri tahriş eder.
R66 Tekrarlanan maruziyette deride kuruluğa ve çatlaklara neden olabilir.
R67 Buharları uyuşukluğa ve baş dönmesine neden olabilir.

Eğitim tavsiyesi

İşletmeciler için uygun bilgi, talimat ve eğitim sağlayınız.

GÜVENLİK BİLGİ FORMU

1907/2006 No'lu Yönetmeliğe (AB) göre

Katalog No./GBF No.

100014

Ürün ismi

Aseton analiz için EMSURE® ACS,ISO,Reag. Ph Eur

Etiketleme

Zararlılık İşaretleri



Uyarı Kelimesi

Tehlike

Zararlılık ifadeleri

H225 Kolay alevlenir sıvı ve buhar.

H319 Ciddi göz tahrişine yol açar.

H336 Rehavete veya baş dönmesine yol açabilir.

EUH066 Tekrarlı maruz kalmalarda ciltte kuruluğa ve çatlaklara neden olabilir.

Önlem Açıklamaları

Önlem

P210 Isı/ kıvılcım/ açık alevden/ sıcak yüzeylerden uzak tutunuz. -Sigara içilmez.

P240 Kabı ve alıcı ekipmanı toprağa oturtun/bağlayın.

Müdahale

P305 + P351 + P338 GÖZ İLE TEMASI HALİNDE: Su ile birkaç dakika dikkatlice durulayın. Takılı ve yapması kolaysa, kontak lensleri çıkartın. Durulamaya devam edin.

Depolama

P403 + P233 İyi havalandırılmış bir alanda depolayınız. Kabı sıkıca kapalı tutun.

Etiketleme (EEC/67/548 veya 1999/45/EC)

Sembol(ler)



F

Kolay alevlenir



Xi

Tahriş edici

R-İbaresini/R-İbareleri

11-36-66-67

Kolay alevlenir. Gözleri tahriş eder. Tekrarlanan maruziyette deride kuruluğa ve çatlaklara neden olabilir. Buharları uyuşukluğa ve baş dönmesine neden olabilir.

S-İbaresini/S-İbareleri

9-16-26-46

Kabı çok iyi havalandırılan ortamda muhafaza edin. Tutuşturucu kaynaklardan uzak tutunuz- Sigara içilmez. Göz ile temasında derhal bol su ile yıkayın ve doktora başvurun. Yutulması halinde hemen bir doktora başvurun, kabı veya etiketi gösterin.

EC-No.

200-662-2

İndirgenmiş sınıflandıma (≤125 ml)

Sembol(ler)



F

Kolay alevlenir



Xi

Tahriş edici

Güvenlik bilgi formunda kullanılan kısaltma ve akronimlere ait anahtar ve açıklamalar

Kullanılan kısaltmaların anlamları için <http://www.wikipedia.org> adresin e bakılabilir.

Buradaki bilgi şu andaki bilgilerimizin durumuna dayanmaktadır. Ürün için uygun güvenlik önlemlerini karakterize etmektedir. Ürünün özellikleriyle ilgili bir garanti vermez.

EK E: KİMYASAL MADDELERİN VE MİKROORGANİZMALARIN VÜCUDA GİRİŞ YOLLARI

EK E1: Bazı Kimyasal Maddelerin Vücuda Giriş Yolları

Kimyasal Maddenin Vücuda Giriş Yolu	Maruz Kalınan Kimyasallar	İnsan Vücudundaki Etkileri
Solunum Yoluyla Vücuda Giriş	Toz, duman, buhar, gaz, sis, lif şeklinde havaya karışmış kimyasalların solunması sonucu vücuda girebilir. En fazla maruziyet solunum yoluyla yaşanır.	Akciğer bronşioollerine, alveollere taşınır ve zehirlenmelere, çeşitli akciğer hastalıklarına, kansere neden olabilir.
Cilt Yoluyla Vücuda Giriş (Deri veya göz)	Sıvı hâldeki kimyasallar (hidroklorik asit, sülfirik asit, nikel tuzları, toluen vb.), ıslatılmış toz kimyasallar, cıva, arsenik, kadmiyum, demir, çinko cilt yoluyla vücuda girebilir. İnsan derisi toksik maddelere karşı oldukça duyarlıdır. Deri yoluyla emilim basit difüzyonla gerçekleşir, en fazla baş, boyun ve koltuk altından emilim gerçekleşir.	Uyarı bulunmayan, özel önlem alınmamış kimyasal maddeler koruyucusuz çalışıldığında deride tahrişlere neden olur, emilerek kan dolaşımına katılabilir. Zehirlenmelere, dermatitlere, cilt hastalıklarına, kansere neden olabilir. Gözler de buhar veya sıçrama sonucu kimyasal maddelere maruz kalabilir. Bu kimyasallar, gözün kornea tabakasında bozulmalara ve göz yanıklarına neden olabilir. Gözdeki kimyasal yanıklar asit kaynaklı ise bol su ile yıkanarak düzelirken alkali kaynaklı yanıklar, tehlikeli ve kalıcı hasarlara neden olabilir.
Sindirim Yoluyla Vücuda Giriş	Solunum yoluyla vücuda giren gaz, toz, duman gibi kimyasal maddelerin yutulması, ellere bulaşmış kimyasalların yiyeceklerle alınması, yanlışlıkla yutulması sonucu kimyasal maddeler vücuda girebilir.	Kimyasal maddelerin etki organları; deri, dolaşım sistemi, sinir sistemi, karaciğer, böbrek, akciğer, kas ve kemiklerdir. Bu kimyasallar; ağızdan, mideden ve bağırsaklardan emilerek dolaşıma katılabilir. Vücudun birçok bölgesinde tahribata, zehirlenmelere, kansere neden olabilir.

EK E2: Bazı Mikroorganizmaların Vücuda Giriş Yolları

Mikroorganizmanın Giriş Yolu	Maruz Kalınan Mikroorganizma	İnsan Vücudundaki Etkileri
Solunum Yoluyla Vücuda Giriş (Damlacık veya hava yoluyla)	Solunum yoluyla mikroorganizmaların vücuda girişi; öksürme, aksırma gibi doğrudan olabileceği gibi hastalık etkeniyle mikroorganizma bulaşmış eşya, besin veya ellerden dolaylı olarak olabilir. İnfluenza A ve B, adenovirus, rhinovirus, coronavirüs gibi virüsler; stefokok, streptokok, tüberküloz gibi bakteriler; mukormikoz gibi küf mantarları laboratuvar çalışmaları sırasında maruz kalınan mikroorganizmalardan bazılarıdır. Solunum yoluyla vücuda girebilecek mikroorganizmalardan korunmak için laboratuvarın sık sık havalandırılması ve çalışma sırasında maske, eldiven takılması gerekmektedir.	Üst ve alt solunum yolu enfeksiyonları, grip, nezle, farenjit, solunum yolu tahrişleri, meningokokisit menenjit, akciğer hastalıkları görülebilmektedir.
Cilt Yoluyla Vücuda Giriş (Deri, mukoza, göz veya enjeksiyon yoluyla)	El, kol veya yüz derisindeki çatlak, sıyrık, yara veya açık sivilcelerden, gözlerden virüs ve bakteri gibi patojenler girebilmektedir. Uyuz, uçuk, siğil etkeni gibi virüsler; parazit mantarlar, spiroket, riketsiya, klamidy ve mikoplazma gibi bakteriler deri yoluyla bulaşabilmektedir. Bunlardan başka enjeksiyon yoluyla da cilde hepatit B, hepatit C, HIV gibi virüsler laboratuvar ortamında bulaşabilmektedir. Bu tehlikeli virüsler; kan ile çalışmalar sırasında enjeksiyon iğnesinin batması, ciltteki yara veya kesiklere temasıyla vücuda girebilmektedir. Bu tür bulaşmalara engel olmak için laboratuvar ortamında temiz ve dikkatli çalışılmalı; gözlük, eldiven, önlük gibi koruyucular kullanılmalıdır.	Deri lezyonları, kaşıntılar, egzama, sedef, ürtiker, deri virüsü hastalığı, konjonktivit, keratit, endoftalmi, blefarit, üveit, saç, tırnak, ağız mukoza hastalıkları, hepatit B, hepatit C, AIDS gibi hastalıklar görülebilir.
Sindirim Yoluyla Vücuda Giriş	Laboratuvar ortamında pek çok virüs, bakteri, protozoon kistleri ve helmint (parazit solucan) yumurtaları bulunabilir. Bu mikroorganizmalar, vücuda ağız yoluyla doğrudan girebildiği gibi dolaylı yoldan (su veya besinler) da girebilmektedir. Hepatit A, hepatit E virüsleri, rotavirüs, enterovirüsler, enterik bakteriler, entamoeba histolytica (histolidika) gibi parazitler laboratuvar çalışmalarında vücuda girebilir.	İnsan vücudunda bağırsak enfeksiyonlarına, el, ayak, ağız, hepatit A ve hepatit E hastalıklarına sebep olabilmektedir.

EK F: ZARARLI MADDELERE MARUZ KALMA LİMİTLERİ

EINECS ⁽¹⁾	CAS ⁽²⁾	Maddenin Adı	Sınır Değer				Özel İşaret ⁽³⁾
			TWA ⁽⁴⁾ (8 Saat)		STEL ⁽⁵⁾ (15 Dakika)		
			mg/m ³ ⁽⁶⁾	ppm ⁽⁷⁾	mg/m ³	ppm	
		Baryum (Ba olarak çözünür bileşikleri)	0,5	-	-	-	-
		Cıva oksit ve cıva klorid dâhil olmak üzere cıva ve iki değerlikli inorganik cıva bileşikleri (cıva olarak ölçülen) ⁽⁸⁾	0,02	-	-	-	-
		Florürler (inorganik)	2,5	-	-	-	-
231-131-3		Gümüş (Ag olarak çözünür bileşikleri)	0,01	-	-	-	-
		İnorganik kurşun ve bileşikleri	0,15	-	-	-	-
		Kalay (Kalay olarak inorganik bileşikleri) ⁽⁹⁾	2	-	-	-	-
		Metalik krom, inorganik krom (II) bileşikleri ve inorganik krom (III) bileşikleri (çözünmez)	2	-	-	-	-
200-193-3	54-11-5	Nikotin	0,5	-	-	-	Deri
200-467-2	60-29-7	Dietileter	308	100	616	200	-
200-579-1	64-18-6	Formik asit	9	5	-	-	-
2 005 807	64-19-7	Asetik asit	25	10	-	-	-
200-659-6	67-56-1	Metanol	260	200	-	-	Deri
200-662-2	67-64-1	Aseton	1210	500	-	-	-
200-663-8	67-66-3	Kloroform	10	2	-	-	Deri
200-679-5	68-12-2	N,N Dimetilformamid	15	5	30	10	Deri
200-756-3	71-55-6	1,1,1-Trikloroetan	555	100	1110	200	-
200-830-5	75-00-3	Kloroetan	268	100	-	-	-
200-834-7	75-04-7	Etilamin	9,4	5	-	-	-
200-835-2	75-05-8	Asetonitril	70	40	-	-	Deri
200-843-6	75-15-0	Karbon disülfid	15	5	-	-	Deri
200-863-5	75-34-3	1,1-Dikloroetan	412	100	-	-	Deri
200-870-3	75-44-5	Fosgen	0,08	0,02	0,4	0,1	-
200-871-9	75-45-6	Klorodiflorometan	3600	1000	-	-	-
201-142-8	78-78-4	İzopentan	3000	1000	-	-	-
201-159-0	78-93-3	Butanon	600	200	900	300	-
201-176-3	79-09-4	Propionikasit	31	10	62	20	-
201-245-8	80-05-7	Bisfenol A (solunabilir toz)	10	-	-	-	-
201-297-1	80-62-6	Metil metakrilat	-	50	-	100	-
2 018 659	88-89-1	Pikrik asit ⁽⁹⁾	0,1	-	-	-	-
2 020 495	91-20-3	Naftalin	50	10	-	-	-
202-422-2	95-47-6	o-Ksilen	221	50	442	100	Deri
202-425-9	95-50-1	1,2-Diklorobenzen	122	20	306	50	Deri

EINECS ⁽¹⁾	CAS ⁽²⁾	Maddenin Adı	Sınır Değer				Özel İşaret ⁽³⁾
			TWA ⁽⁴⁾ (8 Saat)		STEL ⁽⁵⁾ (15 Dakika)		
			mg/m ³ ⁽⁶⁾	ppm ⁽⁷⁾	mg/m ³	ppm	
202-436-9	95-63-6	1,2,4-Trimetilbenzen	100	20	-	-	-
202-500-6	96-33-3	Metilakrilat	18	5	36	10	-
202-704-5	98-82-8	Kümen	100	20	250	50	Deri
202-705-0	98-83-9	2-Fenilpropen	246	50	492	100	-
202-716-0	98-95-3	Nitrobenzen	1	0,2	-	-	Deri
202-849-4	100-41-4	Etilbenzen	442	100	884	200	Deri
203-313-2	105-60-2	e-Kaprolaktam (toz veya buharı)	10	-	40	-	-
203-388-1	106-35-4	Heptan-3-on	95	20	-	-	-
203-396-5	106-42-3	p-Ksilen	221	50	442	100	Deri
203-400-5	106-46-7	1,4-Diklorobenzen	122	20	306	50	-
203-470-7	107-18-6	Allil alkol	4,8	2	12,1	5	Deri
203-473-3	107-21-1	Etilen glikol	52	20	104	40	Deri
203-539-1	107-98-2	1-Metoksipropanol-2	375	100	568	150	Deri
203-545-4	108-05-4	Vinil asetat	17,6	5	35,2	10	-
203-550-1	108-10-1	4-Metilpentan-2-on	83	20	208	50	-
203-576-3	108-38-3	m-Ksilen	221	50	442	100	Deri
203-585-2	108-46-3	Resorsinol	45	10	-	-	Deri
203-603-9	108-65-6	2-Metoksi-1-metiletilasetat	275	50	550	100	Deri
203-604-4	108-67-8	Mesitilen (Trimetilbenzen'ler)	100	20	-	-	-
203-625-9	108-88-3	Toluen	192	50	384	100	Deri
203-628-5	108-90-7	Monoklorobenzen	23	5	70	15	-
203-631-1	108-94-1	Sikloheksanon	40,8	10	81,6	20	Deri
203-632-7	108-95-2	Fenol	8	2	16	4	Deri
203-692-4	109-66-0	Pentan	3000	1000	-	-	-
203-713-7	109-86-4	2-Metoksietanol	-	1	-	-	Deri
203-716-3	109-89-7	Dietilamin	15	5	30	10	-
203-726-8	109-99-9	Tetrahidrofuran	150	50	300	100	Deri
203-737-8	110-12-3	5-Metilheksan-2-on	95	20	-	-	-
203-767-1	110-43-0	Heptan-2-on	238	50	475	100	Deri
203-772-9	110-49-6	2-Metioksietil asetat	-	1	-	-	Deri
203-777-6	110-54-3	n-Hekzan	72	20	-	-	-
203-804-1	110-80-5	2-Etoksi etanol	8	2	-	-	Deri
203-806-2	110-82-7	Sikloheksan	700	200	-	-	-
203-808-3	110-85-0	Piperazin	0,1	-	0,3	-	-
2 038 099	110-86-1	Piridin ⁽⁹⁾	15	5	-	-	-
203-815-1	110-91-8	Morfolin	36	10	72	20	-
203-839-2	111-15-9	2-Etoksietil asetat	11	2	-	-	Deri
203-905-0	111-76-2	2-Butoksietanol	98	20	246	50	Deri
203-906-6	111-77-3	2-(2-Metoksietoksi)etanol	50,1	10	-	-	Deri
203-933-3	112-07-2	2-Butoksietil asetat	133	20	333	50	Deri
203-961-6	112-34-5	2-(2-Bütoksietoksi)etanol	67,5	10	101,2	15	-
204-065-8	115-10-6	Dimetileter	1920	1000	-	-	-
204-428-0	120-82-1	1,2,4-Triklorobenzen	15,1	2	37,8	5	Deri

EINECS ⁽¹⁾	CAS ⁽²⁾	Maddenin Adı	Sınır Değer				Özel İşaret ⁽³⁾
			TWA ⁽⁴⁾ (8 Saat)		STEL ⁽⁵⁾ (15 Dakika)		
			mg/m ³ ⁽⁶⁾	ppm ⁽⁷⁾	mg/m ³	ppm	
204-469-4	121-44-8	Trietilamin	8,4	2	12,6	3	Deri
204-661-8	123-91-1	1,4 Dioksan	73	20	-	-	-
204-662-3	123-92-2	İzopentilasetat	270	50	540	100	-
204-696-9	124-38-9	Karbon dioksit	9000	5000	-	-	-
204-697-4	124-40-3	Dimetilamin	3,8	2	9,4	5	-
204-826-4	127-19-5	N,N-Dimetilasetamid	36	10	72	20	Deri
205-438-8	140-88-5	Etilakrilat	21	5	42	10	-
205-480-7	141-32-2	n-Butilakrilat	11	2	53	10	-
205-483-3	141-43-5	2-Aminoetanol	2,5	1	7,6	3	Deri
205-563-8	142-82-5	n-Heptan	2085	500	-	-	-
205-634-3	144-62-7	Oksalik asit	1	-	-	-	-
206-992-3	420-04-2	Siyanamid	1	0,58	-	-	Deri
207-343-7	463-82-1	Neopentan	3000	1000	-	-	-
208-394-8	526-73-8	1,2,3-Trimetilbenzen	100	20	-	-	-
208-793-7	541-85-5	5-Metilheptan-3-on	53	10	107	20	-
	620-11-1	3-Pentilasetat	270	50	540	100	-
210-866-3	624-83-9	Metilizosiyanat	-	-	-	0,02	-
	625-16-1	Amilasetat (tert)	270	50	540	100	-
210-946-8	626-38-0	1-Metilbutilasetat	270	50	540	100	-
211-047-3	628-63-7	Pentilasetat	270	50	540	100	-
212-828-1	872-50-4	n-Metil-2-pirolidon	40	10	80	20	Deri
2 151 373	1305-62-0	Kalsiyumdihidroksit ⁽⁹⁾	5	-	-	-	-
215-236-1	1314-56-3	Difosfor pentaoksit	1	-	-	-	-
215-242-4	1314-80-3	Difosfor pentasülfür	1	-	-	-	-
2 152 932	1319-77-3	Krezoller (Tüm izomerleri) ⁽⁹⁾	22	5	-	-	-
215-535-7	1330-20-7	Ksilen (karışım izomerleri, saf)	221	50	442	100	Deri
216-653-1	1634-04-4	Tersiyer-bütil-metil-eter	183,5	50	367	100	-
222-995-2	3689-24-5	Sulfotep	0,1	-	-	-	Deri
2 311 161	7440-06-4	Platin (Metalik) ⁽⁹⁾	1	-	-	-	-
231-131-3	7440-22-4	Gümüş (metalik)	0,1	-	-	-	-
2 314 843	7580-67-8	Lityumhidrür ⁽⁹⁾	0,025	-	-	-	-
231-634-8	7664-39-3	Hidrojen florür	1,5	1,8	2,5	3	-
231-639-5	7664-93-9	Sülfürik asit (buharı) ⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾	0,05	-	-	-	-
231-595-7	7647-01-0	Hidrojen klorür	8	5	15	10	-
231-633-2	7664-38-2	Ortofosforik asit	1	-	2	-	-
231-635-3	7664-41-7	Amonyak (anhidro)	14	20	36	50	-
231-714-2	7697-37-2	Nitrik asit	-	-	2,6	1	-
231-778-1	7726-95-6	Brom	0,7	0,1	-	-	-
231-954-8	7782-41-4	Flor	1,58	1	3,16	2	-
231-959-5	7782-50-5	Klor	-	-	1,5	0,5	-
231-977-3	7783-06-4	Hidrojen sülfid	7	5	14	10	-
231-978-9	7783-07-5	Dihidrojen selenür	0,07	0,02	0,17	0,05	-
232-260-8	7803-51-2	Fosfin	0,14	0,1	0,28	0,2	-

EINECS ⁽¹⁾	CAS ⁽²⁾	Maddenin Adı	Sınır Değer				Özel İşaret ⁽³⁾
			TWA ⁽⁴⁾ (8 Saat)		STEL ⁽⁵⁾ (15 Dakika)		
			mg/m ³ ⁽⁶⁾	ppm ⁽⁷⁾	mg/m ³	ppm	
	8003-34-7	Piretrum (hassasiyete neden olan laktonlardan arındırılmış)	1	-	-	-	-
233-060-3	10026-13-8	Fosfor pentaklorür	1	-	-	-	-
233-113-0	10035-10-6	Hidrojen bromür	-	-	6,7	2	-
2 332 710	10102-43-9	Azotmonoksit	30	25	-	-	-
247-852-1	26628-22-8	Sodyum azid	0,1	-	0,3	-	Deri
252-104-2	34590-94-8	(2-Metoksimetiletoksi)-propanol	308	50	-	-	Deri

⁽¹⁾ EINECS: Avrupa Mevcut Ticari Kimyasal Maddeler Envanteri.

⁽²⁾ CAS: Kimyasal maddelerin servis kayıt numarası.

⁽³⁾ Özel işaret: "Deri" işareti, vücuda önemli miktarda deri yoluyla geçebileceğini gösterir.

⁽⁴⁾ TWA: 8 saatlik belirlenen referans süre için ölçülen veya hesaplanan zaman ağırlıklı ortalama.

⁽⁵⁾ STEL: Başka bir süre belirtilmedikçe 15 dakikalık bir süre için aşılmaması gereken maruziyet üst sınır değeri.

⁽⁶⁾ mg/m³: 20 °C sıcaklıkta ve 101,3 KPa. (760 mm cıva basıncı) basınçtaki 1 m³ havada bulunan maddenin miligram cinsinden miktarı.

⁽⁷⁾ ppm: 1 m³ havada bulunan maddenin mililitre cinsinden miktarı (mL/m³).

⁽⁸⁾ : Cıva ve iki değerlikli inorganik bileşiklerine maruziyetin izlenmesinde (belirlenmesinde), mesleki maruziyet sınır değerlerini tamamlayıcı, ilgili biyolojik izleme teknikleri de dikkate alınacaktır.

⁽⁹⁾ : Sağlığa etkileri konusunda sınırlı bilimsel veri bulunan maddeler.

⁽¹⁰⁾ : Uygun maruziyet izleme yöntemi seçilirken ortamda bulunabilecek diğer sülfür bileşiklerinin olası sınırlamaları ve etkileşimleri de dikkate alınacaktır.

⁽¹¹⁾ Buhar: Gırtlığı geçen ve havanın iletiği kanallara (soluk borusu, bifürkasyonlar) ve akciğerin solunum ile ilgili bölgelerine (toraks) nüfuz eden ortalama 10 µm çapındaki solunabilir partiküller olarak tanımlanır.

EK G: KİMYASAL MADDEYE MARUZ KALINMASI HÂLİNDE YAPILMASI GEREKENLER

Temas	Kimyasal Madde	Kaza Durumunda Yapılması Gerekenler
Deri Yoluyla	Asetik asit Hidroklorik asit Fosforik asit Sülfürik asit	Temas eden bölge hemen bol su ile yıkanmalı, bulaşan giyecekler varsa çıkarılmalıdır. Daha sonra soda, bikarbonat gibi yumuşak bir alkali çözeltisi uygulanmalıdır.
	Hidroflorik asit	Temas eden bölge suyla iyice yıkanmalı, sonra magnezyum oksit çamuru uygulanmalı ve sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır.
	Siyanür tuzları	Temasın olduğu bölge bol su ile iyice yıkanmalıdır. Açık bir yara varsa hemen sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır.
	Kromik asit Dikromatlar	Temasın olduğu yer %5'lik sodyum tiyosülfat ile yıkanmalı, lezyonlar görünürse bir sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır.
	Alkaliler	Temasın bölgesi bol miktarda suyla yıkanmalı ve sirkeyle nötralize edilmelidir.
	Brom	Bromdan ileri gelen yanıklar, benzol veya petrolle iyice yıkanmalıdır.
	Antimon klorür Nikel klorür Kalay klorür Kadmiyum klorür	Temasın olduğu bölge suyla iyice yıkanmalı ve lanolin merhem sürülmelidir.
	Amonyum klorür Demir klorür	Temas edilen bölge bol suyla iyice yıkanmalıdır.
	Potasyum nitrat Civa nitrat	Temasın olduğu bölge bol suyla iyice yıkanmalıdır. Kaşıntı, döküntü varsa sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır.
	Gümüş nitrat	Gümüş nitratin deriyle temasında tuzlu suyla yıkanmalı ve tahriş olan yerlere uygulanmalıdır.
	Fosfor	Fosfor nedeniyle oluşan yanık yer, bikarbonat çözeltisine daldırılmalıdır. Sonrası fosforun oksitlenmesi için havaya tutulmalıdır. Bu işlem birkaç defa tekrarlanmalıdır.
	Sülfatlar (Alüminyum, amonyum, kobalt, bakır, magnezyum, nikel, potasyum, sodyum, çinko, kadmiyum sülfat)	Sülfatların deriyle temas ettiği bölge bol suyla iyice yıkanmalıdır. Deri reaksiyon gösteriyorsa sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır.
Sindirim Yoluyla (Kimyasalın Yutulması)	Asetik asit Hidroklorik asit Fosforik asit Sülfürik asit	Kişi kesinlikle kusturulmamalı, baygınsa ağızdan hiçbir şey verilmemelidir. Kişi kendinde ise ağız bol su ile çalkalanmalı, sonra kişiye yumurta akı ile karıştırılmış süt verilmelidir. Daha sonra bir sağlık kuruluşuna haber verilmelidir.
	Siyanür tuzları	Kişi hemen kusturulmalı, kendisine suyla karıştırılmış hidrojen peroksit verilmeli ve mutlaka bir sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır.
	Kromik asit Dikromatlar	Kişiye hemen sodyum bikarbonat çözeltisi verilerek bir sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır.
	Hidrojen florür	Kişi kusturulmamalı, kişiye kalsiyum glukonat çözeltisi içirilmeli ve bir sağlık kuruluşuna haber verilmelidir.

Temas	Kimyasal Madde	Kaza Durumunda Yapılması Gerekenler
Sindirim Yoluyla (Kimyasalın Yutulması)	Bazlar	Kişiye limon suyu veya sirke karıştırılmış bolca su verilmeli, ardından bir kaşık zeytinyağı içirilmeli ve hemen bir sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır.
	İyot	Kişiye hemen süt içirilmelidir.
	Amonyum klorür Kobalt klorür Demir klorür	Kişi hemen kusturulmalı ve kendisine bol miktarda su verilmelidir. Laksatif (bağır-sak hareketlerini artırıcı) olarak epsom tuzları uygulanmalı ve sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır.
	Halojenli hidrokarbonlar (Kloroform, karbon tetraklorür, trikloro etilen vb.)	Kişi kusturulmaya çalışılmalı ve kendisine aktif kömür yutturulmalıdır.
	Sülfatlar (Alüminyum, amonyum, kobalt, bakır, magnezyum, nikel, potasyum, sodyum, çinko, kadmiyum sülfat)	Kişiye bol miktarda su verilmeli ve bir sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır.
	Amonyum klorür Demir klorür	Kişi hemen kusturularak kendisine bol miktarda su verilmeli ve bir sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır.
	Potasyum nitrat Cıva nitrat	Kişiye hemen çok miktarda suyla karıştırılarak elde edilen sodyum bikarbonat çözeltisi verilmelidir. Sonra çiğ yumurta, yağsız süt karışımı içirilmeli ve bir sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır.
	Gümüş nitrat	Kişiye bir bardak suda üç yemek kaşığı tuz çözülerek hazırlanan karışım verilip kusturulmalı ve bir sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır.
	Antimon klorür Nikel klorür Kalay klorür Kadmiyum klorür	Kişiye bol su verilmeli ve bir sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır.
Solumum Yoluyla (Kimyasalın Solunması)	Krom Brom Hidroklorik asit	Bu kimyasal maddelerin buharları solunduğunda hemen bir sağlık kuruluşuna haber verilmeli, bu arada kazazedenin dinlenmesi sağlanarak açık havaya çıkarılmalıdır. Mümkünse su/bikarbonat buharı ya da oksijen teneffüs ettirilmelidir.
	Hidrojen florür	HF buharına maruz kalındığında kişi hemen temiz havaya çıkarılmalı, bir sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır. Bu sırada kişinin dinlenmesi sağlanmalı ve ısı kaybı önlenmelidir.
	Hidrosiyamik asit	Hidrosiyamik asit buharına maruz kalındığında kişi hemen açık havaya çıkarılmalı, 2 g sodyum tiyosülfat ve 0,5 g sodyum nitrit 50 mL suda çözülüp içirilmeli ve derhâl bir sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır. Ağır durumlarda suni teneffüs yaptırılmalı ve gerekirse oksijen maskesi kullanılmalıdır.
	Karbon dioksit Kükürtlü hidrojen ve fosforlu hidrojen gazları	Bu kimyasallara soluma yolu ile maruz kalındığında kişi hemen açık havaya çıkarılmalıdır. Ağır durumlarda suni teneffüs yaptırılmalı ve gerekirse oksijen maskesi kullanılmalıdır.

Ek : KULLANIMLARINDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN KİMYASALLAR

Madde	Kullanımlarında Dikkat Edilmesi Gereken Durumlar
Cıva	<p>Elementel cıva uçucudur ve buharı toksiktir.</p> <p>Döküldüğünde cıva zerrecikleri ince uçlu pipetle vakumlanarak toplanmalı veya iyot kömürü (Jodkohle) ile kimyasal reaksiyona uğratılmalıdır. Toplanamayacak kadar eser miktarda kalırsa üzerine kükürt serpilmelidir.</p> <p>İnorganik ve organik cıva bileşikleri de oldukça toksik maddelerdir.</p> <p>Cıva ile yapılacak tüm işlemler uygun çekerocakta yapılmalıdır.</p> <p>Cıva artığı olan yüzeyler ısıtılmamalıdır.</p> <p>Cıvalı termometre yerine toksik madde içermeyen, özel termometreler kullanılmalıdır.</p>
Eter	<p>Eterin bileşimindeki peroksitler, eterli çözeltilerin damıtılması sırasında patlamaya neden olabilmektedir. Bunun önlemesi için eter daima kahverengi şişelerde saklanmalı ve içine katı KOH konulmalıdır.</p> <p>Damıtma sırasında balon hacminin dörtte biri kadar eter balonda kalmalıdır.</p> <p>Deri ile teması kurutucu etkiye sahiptir. Uzun süre temas sonucu dermatit oluşur.</p> <p>Belli şartlarda yanıcıdır.</p> <p>Yanmaya statik elektrik de sebep olabilir.</p> <p>Eter yangınlarını söndürmek için CO₂ kullanılır.</p> <p>Eter, bir yere sıçradığı zaman süngere emdirilip çekerocak altında buharlaştırılmalıdır.</p>
Alkali metaller	<p>Yanıcıdır.</p> <p>Su ile şiddetli reaksiyon vererek hidrojen açığa çıkarır.</p> <p>Nemli deri ile temasları önlenmelidir.</p> <p>Alkali metaller ile vücudun temas eden yeri bol su ile yıkanmalıdır.</p>
Perklorik asit Permanganat	<p>Susuz perklorik asit, perklorat ve kloratlar (sırasıyla HClO₄, ClO₄ ve ClO₃) oksitleyici maddelerin bulunduğu ortamda patlamaya neden olma eğilimindedir. Klorat ve permanganat üzerine derişik sülfürik asit döküldüğünde de patlama meydana gelebilmektedir.</p> <p>Klorik asitleri temizlemede su kullanılmamalıdır. Klorik asitler bir yere sıçradığı zaman önce üzerine kum, sodyum bikarbonat veya ikisinin karışımı dökülmelidir. Biraz beklenip metal veya plastik bir kaşıkla kazınmalıdır.</p> <p>Vücuda sıçraması hâlinde ise bol su ile yıkanmalıdır. Reaksiyon sonunda ortaya çıkan ısı, klorlu maddeyi buharlaştırır. Buharı da tahriş edicidir.</p>
Hidrojen florür	<p>Susuz hidrojen florür ve çözeltilisiyle yalnızca çekerocak içinde çalışılmalı, çalışırken eldiven giyilmeli, ayrıca koruyucu gözlük veya yüz maskesi takılmalıdır.</p> <p>Vücudun neresine değerse değsin şiddetli yanıklar yapar ve çabuk iyileşmez.</p> <p>Buharı da solunumda tehlikeli olup fazla solunması ölüme neden olabilir. Bu yüzden iyi işleyen bir çekerocak içinde kullanılmalıdır.</p>
Glasiyal asetik asit	<p>Oldukça koroziftir.</p> <p>Yanıkları çabuk iyileşmez.</p>
Nitrik asit	<p>Zararı ve tehlikesi konsantrasyonu arttıkça artar. Yüksek konsantrasyondaki nitrik asitle çekerocakta çalışılmalıdır. Dumanlı ve derişik nitrik asit vücut ve özellikle gözler için tehlikelidir. Yüksek ısıda son derece zehirli nitrojen oksit buharları verir.</p>
Sülfürik asit	<p>Hangi konsantrasyonda olursa olsun gözlerle teması tehlikelidir. Derişik sülfürik asit, oldukça korozif olup deride şiddetli yanıklar meydana getirir.</p>
Alüminyum alkiler	<p>Organometalik bileşiklerin çoğu havada kendiliğinden tutuşmakta veya su ile oldukça şiddetli reaksiyon vermektedir. Bu nedenle kullanımlarında özellikle dikkat edilmelidir. Bu bileşiklerle çalışırken eldiven veya koruyucu gözlük kullanılmalı, cilde sıçrayan bileşik hemen bol suyla yıkanmalıdır.</p>
Gümüş bileşikleri	<p>Amonyaklı gümüş bileşikleri içeren çözeltilerle çalışırken bir süre sonra kapların dibinde siyah bir çökeleğin oluştuğu gözlenir. Patlayıcı gümüş adı verilen bu çökelek; karıştırma, sallama veya dokunma gibi mekanik müdahaleler sonucu çok şiddetli bir şekilde patlayabilir. Bu yüzden gümüş bileşikleri içeren çözeltiler laboratuvarında uzun süre saklanmamalı, bozulmadan önce atık şişelerine aktarılmalıdır.</p>
Pikrik asit	<p>Kuru olunca -patlayıcı olduğundan- daima en az %10 sulu çözelti hâlinde muhafaza edilmelidir.</p>

EK H: BAZI ZARARLI MADDELERİN, KARIŞIMLARIN VE EŞYALARIN İMALATI, PİYASAYA ARZI VE KULLANIMIYLA İLGİLİ KISITLAMALAR

Maddenin, Madde Grubunun veya Karışımın Adı	Kısıtlama Şartları (Maddeler için verilen kısıtlamaların tamamı verilmemiştir.)
Kloroetilen (vinil klorür)	Aerosol iticisi olarak kullanılamaz. Bu maddeyi itici olarak içeren aerosol püskürtücüler piyasaya arz edilemez.
Tris (2,3 dibromopropil) fosfat	Ciltle temas eden giysi, çarşaf, çamaşır ve iç çamaşırı gibi tekstil eşyalarında kullanılamaz. Bu duruma uymayan eşyalar piyasaya arz edilemez.
Tris (aziridinil)-fosfinoksit	Ciltle temas eden giysi, çarşaf, çamaşır ve iç çamaşırı gibi tekstil eşyalarında kullanılamaz. Bu duruma uymayan eşyalar piyasaya arz edilemez.
Polibromobifeniller (PBB)	Ciltle temas eden giysi, çarşaf, çamaşır ve iç çamaşırı gibi tekstil eşyalarında kullanılamaz. Bu duruma uymayan eşyalar piyasaya arz edilemez.
<ul style="list-style-type: none"> a) Sabun ağacı kabuğu tozu (<i>Quillaja saponaria</i>) ve saponin (sabun özü) içeren türevleri b) <i>Helleborus viridis</i> ve <i>Helleborus nigrum</i>'un köklerinin tozu c) <i>Veratrum album</i> ve <i>Veratrum nigrum</i>'un köklerinin tozu ç) Benzidin ve/veya türevleri d) o-Nitrobenzaldehit e) Odun tozu 	Şaka ve oyun amaçlı kullanılması planlanan aksırık tozu ve koku bombası gibi karışım ve eşyaların içeriğinde kullanılamaz. Bu duruma uymayan şaka ve oyun amaçlı karışımlar veya eşyalar piyasaya arz edilemez.
Kurşun karbonatlar: <ul style="list-style-type: none"> a) Nötr susuz karbonat ($PbCO_3$) b) Kurşun (III) bis (karbonat) dihidroksit 2 $PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$ 	Boya içinde kullanılamaz ve/veya boya içinde kullanılmak üzere tek başına madde olarak veya karışım içerisinde piyasaya arz edilemez veya kullanılamaz. Bununla birlikte sanat çalışmaları ve tarihî binaların restorasyonu ve bakımı için kullanılan madde veya karışımlarda kullanımı bu hükümlerden muaftır.
<ul style="list-style-type: none"> a) Amonyum sülfür b) Amonyum hidrojen sülfür c) Amonyum polisülfür 	Şaka ve oyun amaçlı kullanılması planlanan aksırık tozu ve koku bombası gibi karışım ve eşyaların içeriğinde kullanılamaz. Bu duruma uymayan şaka ve oyun amaçlı karışımlar veya eşyalar piyasaya arz edilemez.
<ul style="list-style-type: none"> a) Kurşun sülfatlar b) $PbSO_4$ c) Pb_xSO_4 	Boya içinde kullanılamaz ve/veya boya içinde kullanılmak üzere tek başına madde olarak veya karışım içerisinde piyasaya arz edilemez veya kullanılamaz. Bununla birlikte sanat çalışmaları ve tarihî binaların restorasyonu ve bakımı için kullanılan madde veya karışımlarda kullanımı bu hükümlerden muaftır.

Maddenin, Madde Grubunun veya Karışımın Adı	Kısıtlama Şartları (Maddeler için verilen kısıtlamaların tamamı verilmemiştir.)
Pentaklorofenol ve tuzları ve esterleri	Madde olarak veya diğer maddelerin bileşeni olarak veya karışımlarda ağırlıkça %0,1'e eşit veya büyük konsantrasyonlarda kullanılamaz veya piyasaya arz edilemez.
Cıva bileşikleri	Cıva bileşikleri; a) Tekne gövdelerinin, balık veya kabuklu su hayvanları çiftçiliği için kullanılan kafes, sal, tel kafes ve herhangi diğer gereçler ve ekipmanın, Bütün olarak veya kısmen su altında olan herhangi bir gereç veya ekipmanın, b) Ahşap korumasında, c) Ağır hizmet sanayi tekstillerinin ve bunların üretimi için kullanılması planlanan ipliklerde, ç) Kullanımına bakılmaksızın sanayi sularının arıtılması amacıyla kullanılması planlanan madde ve karışımların bileşeni olarak kullanılamaz veya piyasaya arz edilemez.
Cıva	Cıva; a) Tıbbi termometrelerde, b) Tıbbi termometrelerin haricinde halka arz için tasarlanmış termometre, manometre, barometre ve tansiyon aleti gibi diğer ölçüm cihazların içinde piyasaya arz edilemez.
Arsenik bileşikleri	1. Aşağıdakilerde arsenik bileşikleri madde olarak veya karışımların içinde piyasaya arz edilemez veya kullanılamaz: a) Tekneler, b) Balık veya kabuklu su hayvanları çiftçiliği için kullanılan kafes, sal, tel kafes ve herhangi diğer gereçler ve ekipman, c) Bütün olarak veya kısmen su altında olan herhangi bir gereç veya ekipman. 2. Kullanımlarına bakılmaksızın madde olarak veya karışımların içinde sanayi sularının işlenmesinde kullanılmak amacıyla piyasaya arz edilemez veya kullanılamaz. 3. Ahşap korumasında kullanılamaz. Ayrıca arsenikle işlem görmüş ahşaplar piyasaya arz edilemez.
Kadmiyum ve bileşikleri	Aşağıda yer alan sentetik organik polimerlerden üretilen karışım veya eşyalarda kullanılamaz: ▪ vinil klorür polimerleri veya kopolimerleri (PVC) ▪ poliüretan (PUR) ▪ selüloz asetat (CA) ▪ epoksi reçine ▪ polietilen tereftalat (PET) ▪ polietilen tereftalat (PBT) ▪ polipropilen (PP)

Maddenin, Madde Grubunun veya Karışımın Adı	Kısıtlama Şartları
Monometil-diklor-difenilmetan	Bu madde ve maddeyi içeren karışımlar kullanılamaz veya piyasaya arz edilemez. Bu maddeyi içeren eşyalar piyasaya arz edilemez.
Toluen	Halka satışı planlanan yapıştırıcılarda ve sprey boyalarda madde olarak veya karışım içinde ağırlıkça %0,1'e eşit veya daha yüksek konsantrasyonlarda kullanılamaz veya piyasaya arz edilemez.
Nikel ve bileşikleri	Aşağıda yer alan durumlarda kullanılamaz: <ul style="list-style-type: none"> a) Kulağa ve vücudun diğer kısımlarına delinerek takılan metallerde nikel salınım hızı [0,2'den µg/cm²/hafta (taşınım sınırı)] daha az olmadıkça. b) Cilt ile doğrudan ve uzun süreli temas etmesi söz konusu olan eşyalarda örneğin küpe, kolye, bilezik ve zincirler, halhal, yüzük, kol saati, giysilerde çıtçıt, fermuar, gergi ve metal işaret olarak.
Kloroform 1,1,2-Trikloreten 1,1,2,2-Tetrakloreten 1,1,1,2-Tetrakloreten Pentakloreten 1,1-Dikloretilen	Bu maddeler, halka tedarik amacıyla ve/veya yüzey temizleme ve kumaş temizleme gibi yaygın uygulamalar için madde olarak veya diğer maddelerin bileşeni olarak veya karışımlarda ağırlıkça %0,1'e eşit veya daha yüksek konsantrasyonlarda kullanılamaz veya piyasaya arz edilemez. 23.5.2005 tarihli ve 25823 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Kozmetik Yönetmeliği kapsamındaki kozmetik ürünlerine uygulanmaz.
Triklorobenzen	Kütlece %0,1'e eşit veya daha yüksek konsantrasyonlarda <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sentez ara ürünü olarak veya klorlama reaksiyonları için kapalı kimyasal uygulamalarda işlem çözücüsü veya ▪ 1,3,5-triamino-2,4,6-trinitrobenzen üretimi haricindeki bütün kullanımlar için piyasaya arz edilemez veya madde veya karışımların bileşeni olarak kullanılamaz.
2-(2-metoksietoksi) etanol (DEGME)	Halka sunulmak üzere boya, boya sökücüleri, temizlik maddeleri, kendi kendine parlayan emülsiyonlar veya zemin dolgu macunu ürünlerinin bir bileşeni olarak ağırlıkça %0,1 veya daha yüksek konsantrasyonlarda piyasaya arz edilemez.
Akrilamid	Derz dolgu macunu olarak tek başına veya karışım içerisinde ağırlıkça %0,1 veya daha yüksek konsantrasyonda kullanılamaz veya piyasaya arz edilemez.
Kurşun ve bileşikleri	Mücevher eşyaların herhangi bir tamamlayıcı parçasında, kurşun konsantrasyonu ağırlıkça %0,05'e eşit veya daha yüksek konsantrasyonlarda (metal olarak) ise piyasaya arz edilemez veya kullanılamaz. Kurşun konsantrasyonu, eşyalarda ve eşya parçalarının normal ve öngörülen kullanımlarında ağırlıkça %0,05'e eşit veya daha yüksek ise halkın kullanımına sunulan ve çocukların ağızlarına alabilecekleri eşyalarda kullanılamaz ve piyasaya arz edilemez.

EK I: ÖRNEK DENEY RAPORU FORMATI

Ad Soyad : Öğrenci No:	Sınıf:	Deney No.	Deney Tarihi	Rapor Tarihi
Deneyin Adı:				
Deneyin Amacı:				
Teorik Bilgi				
Deneyde Kullanılacak Araç Gereç				
Deneyin Yapılışı				
Deney Sonucu				
Sonuç ve Tartışma				
Kaynakça				

EK İ: DEĞERLENDİRME FORMLARI

EK İİ: Örnek Öz Değerlendirme Formu

Bu form öğrencinin kendini değerlendirmesi için hazırlanmıştır.

Deney Adı:

Tarih: / /

Öğrenci Adı ve Soyadı:

Sınıf/Numara: /

1. Bu deneyde neler öğrendim?

.....

.....

.....

2. Deneyde neleri iyi yaptım? Neden?

.....

.....

.....

3. Deneyde en zorlandığım bölüm hangisiydi? Neden?

.....

.....

.....

4. Bu deneyi yaparken beklemediğim neler ile karşılaştım?

.....

.....

.....

5. Bu deneyi günlük hayatla ilişkilendirebileceğim örnekler nelerdir?

.....

.....

.....

6. Bu deney ile deneyde öğrendiğim bilgileri gerçek hayatta karşılaştığım problemlerin hangisinin çözümünde nasıl kullanabilirim?

.....

.....

.....

Öğretmen Geri Bildirim Alanı

* Örnek formdaki maddeler, öğretmen inisiyatifine bağlı olarak aynen kullanılabileceği gibi gerekli görülmesi hâlinde değiştirilebilir.

EK İZ: Örnek Akran Değerlendirme Formu

Bu form, gruptaki arkadaşlarınızı değerlendirmeniz için hazırlanmıştır. Ölçütlere verilecek puanlar 1 ile 5 aralığında olmalıdır.

1. Hiç katılmıyorum.
2. Biraz katılıyorum.
3. Katılıyorum.
4. Çok katılıyorum.
5. Kesinlikle katılıyorum.

Değerlendiren Öğrencinin Adı Soyadı:

Sınıf/Numara: /

Arkadaşlarının Ad ve Soyadları:

1. Arkadaş:
2. Arkadaş:
3. Arkadaş:
4. Arkadaş:
5. Arkadaş:

Değerlendirilecek Ölçütler	1. Arkadaş	2. Arkadaş	3. Arkadaş	4. Arkadaş	5. Arkadaş
Deneyde görev almıştır.					
Görev almada gönüllüdür.					
Üstlenmiş olduğu sorumluluğu zamanında yerine getirmiştir.					
Bildiklerini arkadaşları ile paylaşır.					
Gerektiğinde arkadaşlarına yardımcı olur.					
Arkadaşlarının görüşlerine saygılıdır.					
Tartışmalarda kırıncı olmadan konuşur.					
Temiz ve düzenli çalışır.					
Yapılan eleştirileri olgunlukla karşılar.					
Deneyde karşılaşılan sorunlara mantıklı çözüm önerileri sunmuştur.					
Deney sırasında kullanılan malzemelerin temizlenmesine yardımcı olmuştur.					
Deney sırasında kullanılan malzemeleri deney bittikten sonra yerlerine yerleştirmiştir.					
Sonuçları konuşurken bilimsel dil kullanmaya özen gösterir.					
Gruptaki diğer öğrencilerle uyumlu çalışmıştır.					

*** Örnek formdaki maddeler, öğretmen inisiyatifine bağlı olarak aynen kullanılabileceği gibi gerekli görülmesi hâlinde değiştirilebilir.**

EK İ3: Örnek Grup Deneyi Değerlendirme Formu

Bu form, grup deneylerinde grup üyelerinin değerlendirilmesi için hazırlanmıştır.

Deney Grubunun Adı:

Tarih: .../.../...

Gruptaki Öğrencilerin Numarası/Adı ve Soyadı

1. /

2. /

3. /

4. /

5. /

6. /

Çalışma sırasındaki grup davranışında çok fazla eksik varsa ya da yapılmadıysa "hiçbir zaman", biraz eksik varsa "nadiren", bazen yapılıp bazen yapılmadıysa "bazen", genellikle yapıldıysa "sıklıkla", eksiksiz şekilde yapıldıysa "her zaman" seçeneklerinin altındaki kutucuğu çarpı X ile işaretleyiniz.

Değerlendirilecek Ölçütler	Hiçbir zaman	Nadiren	Bazen	Sıklıkla	Her zaman
Grup üyeleri birlikte çalışmıştır.					
Grup üyeleri eşit iş paylaşımı yapmıştır.					
Grup üyeleri, bireysel sorumluluklarını yerine getirmiştir.					
Grup üyeleri, zamanı etkili şekilde kullanmıştır.					
Grup üyeleri, malzeme israfından kaçınmıştır.					
Grup üyeleri, iletişimde olumlu bir dil kullanmıştır.					
Grup üyeleri arasında amaca yönelik tartışma gerçekleşmiştir.					
Grup üyelerinin hepsi kişisel koruyucu ekipman kullanılmıştır.					
Grup üyeleri, güvenlik kurallarına uymuştur.					
Deney malzemeleri, deney sonrası temizlenmiştir.					
Deney malzemeleri, düzgün şekilde yerine yerleştirilmiştir.					

Deney Grubu Geri Bildirim Alanı

* Örnek formdaki maddeler, öğretmen inisiyatifine bağlı olarak aynen kullanılabileceği gibi gerekli görülmesi hâlinde değiştirilebilir.

EK İ4: Örnek Kontrol Listesi Formu

KONTROL LİSTESİ

Öğrencinin deneyi öğrenmesi, deneyin değerlendirilmesi evresinde neleri, hangi sıra ile ve bu deneyde ölçütlere ne derece uygun davranışlar sergilediğini belirtmek amacıyla kullanılır. Bu amaçla hazırlanan kontrol listeleri evet/hayır veya (+)/(-) şeklinde öğretmen tarafından uygun görülen deneylerde her öğrenci için doldurulmalıdır.

Deney Adı:

Tarih:

Öğrenci Adı ve Soyadı:

Sınıf/Numara:

Deney Öncesi/ Deney Sırası/ Deney Sonrası Davranışlar	Evet/Hayır
Deneyin konusu ile ilgili kavramları biliyor mu?	
Deney araç gerecini tanıyor mu?	
Deneyde kullanacağı araç gereci seçiyor mu?	
Deney öncesinde güvenlik önlemlerini alıyor mu?	
Deney ile ilgili düzeneği planlıyor mu?	
Deney düzeneğini doğru şekilde hazırlıyor mu?	
Deneyi yönergelere uygun gerçekleştiriyor mu?	
Deney verilerini doğru şekilde kaydediyor mu?	
Deney verilerini yorumlayabiliyor mu?	
Deneyi günlük yaşamla ilişkilendirebiliyor mu?	
Grup deneyinde aktif olarak görev alıyor mu?	
Grup deneyinde iş bölümü yapıyor mu?	

* Örnek formdaki kriterler öğretmen inisiyatifine bağlı olarak değiştirilebilir.

DERECELEME ÖLÇEĞİ

Deney çalışmasında gösterilen belirli kavramların, becerilerin, işlemlerin ya da tutumların öğrenci tarafından hangi oranda kazanıldığını ölçmek amacıyla kullanılır. Deney sonunda öğretmen her öğrenci için doldurmalıdır.

Deney Adı:

Tarih:

Öğrenci Adı ve Soyadı:

Sınıf/Numara:

Ölçütler	Çok İyi (4)	İyi (3)	Orta (2)	Geliştirilmeli (1)
Temel kavramları bilme				
Güvenlik önlemlerini alma				
Uygun araç gereç seçme				
Deney düzeneği planlama				
Deney yönergelerini takip etme, deneyi gerçekleştirmek				
Zamanı verimli kullanma				
Deney sonucu verilerin analizini yapma				
Deney sonucunu yorumlama				
Deney sonunda çalışma ortamını temiz bırakma				
Grup deneyinde iş birliği yapma				
Grup deneyinde aldığı görevi yerine getirme				
TOPLAM PUAN				

* Örnek formdaki kriterler öğretmen inisiyatifine bağlı olarak değiştirilebilir.

EK İ6: Örnek Dereceli Puanlama Anahtarı (Rubrik) Formu

DERECELİ PUANLAMA ANAHTARI (RUBRİK)

Öğrencinin deneyi yapması ve konu ile ilgili bilgisiyle ilişkili olarak yeterlik düzeyini belirlemek amacıyla kullanılır. Deney sonunda öğretmen her öğrenci için doldurmalıdır.

Deney Adı:

Tarih:

Öğrenci Adı ve Soyadı:

Sınıf/Numara:

Değerlendirme Ölçütleri	Çok İyi (4)	İyi (3)	Orta (2)	Geliştirilmeli (1)
Deneyde kullanılan malzemeleri tanıma ve çalışma planını oluşturma	Deneyde kullanılan malzemeler tam olarak belirtilmiş ve çalışma planı eksiksiz hazırlanmıştır.	Deneyde kullanılan malzemeler tam olarak belirtilmiş fakat çalışma planında eksikler bulunmaktadır.	Deneyde kullanılan malzemelerde ve süreçte eksikler bulunmaktadır.	Deneye ait tam ve eksiksiz bir plan hazırlanmamıştır.
Deney düzeneğini hazırlama	Deney düzeneği tam ve doğru şekilde hazırlanmıştır.	Deney düzeneğindeki malzemelerde bir veya iki eksik vardır.	Deney düzeneğindeki malzemelerden biri veya ikisi yanlış yerde kullanılmıştır.	Deney düzeneğindeki malzemelerde eksiklikler ve malzemelerin kullanımında yanlışlıklar vardır.
Deney basamaklarını gerçekleştirme	Deney basamaklarını eksiksiz gerçekleştirmiştir.	Deney basamaklarının birinde hata yapmıştır.	Deney basamaklarında birden fazla hata yapmıştır.	Deney basamaklarını doğru bir şekilde gerçekleştirememiştir.
Deney sonucu elde ettiği verileri kaydetme, grafik veya görsel oluşturma	Deney sonucu elde ettiği verileri doğru şekilde kaydetmiş, grafik ve görselleri oluşturmuştur.	Deney sonucu elde ettiği verileri doğru şekilde kaydetmiş fakat grafik ve görsellerde hata oluşmuştur.	Deney sonucu elde ettiği verileri kaydederken kısmen hata yapmış, grafik ve görselleri oluşturamamıştır.	Deney sonucu elde ettiği verileri doğru şekilde kaydedememiş, grafik ve görselleri oluşturamamıştır.

Değerlendirme Ölçütleri	Çok İyi (4)	İyi (3)	Orta (2)	Geliştirilmeli (1)
Deney sonuçlarını yorumlama, bilimsel olarak açıklama	Bilimsel gerekçelendirme ile deney sonuçlarını yorumlamış ve deney sonucunu bilimsel olarak açıklamıştır.	Bilimsel gerekçelendirme ile deney sonuçlarını kısmen yorumlamış ve deney sonucunu bilimsel olarak açıklamıştır.	Bilimsel gerekçelendirme ile deney sonuçlarını kısmen yorumlamış ve deney sonucunu bilimsel olarak açıklamamıştır.	Bilimsel gerekçelendirme ile deney sonuçlarını yorumlamamış ve deney sonucunu bilimsel olarak açıklamamıştır.
Deneyi günlük hayatla ilişkilendirme ve örnekleme	Yaptığı deneyi günlük hayat ile ilişkilendirmiş ve farklı problem durumları ile ilgili örnekler vermiştir.	Yaptığı deneyi günlük hayatla ilişkilendirmiş, problem durumlarına kısmen uyarlamıştır.	Yaptığı deneyi günlük hayata ve problem durumlarına kısmen uyarlamıştır.	Yaptığı deneyi günlük hayat ile ilişkilendirememiştir.
Deney sürecinde zaman yönetimini sağlama	Deney sürecinde zamanı verimli kullanmıştır.	Deney sürecinde zamanın yarısından fazlasını verimli kullanmıştır.	Deney sürecinde zamanın yarısından azını verimli kullanmıştır.	Deney sürecinde zamanı verimli kullanamamıştır.
Grup iletişimini sağlama	Grup içinde iş birliği ile çalışmış, aldığı sorumlulukları yerine getirmiştir.	Grup içinde iş birliği ile çalışmış, aldığı sorumlulukları kısmen yerine getirmiştir.	Grup içinde iş birliğinde ve aldığı sorumluluklarda sorunlar yaşanmıştır.	Grup içinde iş birliği ile çalışılmamış, aldığı sorumlulukları yerine getirememiştir.

* Örnek formdaki kriterler öğretmen inisiyatifine bağlı olarak değiştirilebilir.

224

<div>Atom numarası ← 1 → Element sembolü Hidrojen 1.008 → Elementin adı → Ortalama atom kütlesi</div>																	
1A																	8A
1																	18
1	H																2
Hidrojen 1.008																	
2A																	7A
2																	17
3	Li																10
Lityum 6.941																	
4	Be																10
Berilyum 9.012																	
11	Na																18
Sodyum 22.990																	
12	Mg																18
Magnezyum 24.305																	
19	K																36
Potasyum 39.098																	
20	Ca																36
Kalsiyum 40.078																	
37	Rb																54
Rubidyum 84.468																	
38	Sr																54
Stronsiyum 87.62																	
55	Cs																86
Sezyum 132.905																	
56	Ba																86
Baryum 137.327																	
87	Fr																118
Fransiyum 223.020																	
88	Ra																118
Radyum 226.025																	
57	La																70
Lantan 138.906																	
58	Ce																70
Seryum 140.115																	
59	Pr																70
Praseodim 140.908																	
60	Nd																70
Neodim 144.24																	
61	Pm																70
Prometyum 144.913																	
62	Sm																70
Samaryum 150.36																	
63	Eu																70
Evropyum 151.966																	
64	Gd																70
Gadolinyum 157.25																	
65	Tb																70
Terbiyum 158.925																	
66	Dy																70
Dizprosyum 162.50																	
67	Ho																70
Holmiyum 164.930																	
68	Er																70
Erbiyum 167.26																	
69	Tm																70
Tuliyum 168.934																	
70	Yb																70
İterbiyum 173.04																	
89	Ac																102
Aktinyum 227.028																	
90	Th																102
Toryum 232.038																	
91	Pa																102
Protaktinyum 231.036																	
92	U																102
Uranyum 238.029																	
93	Np																102
Neptünyum 237.048																	
94	Pu																102
Plütonyum 244.064																	
95	Am																102
Amerikyum 243.061																	
96	Cm																102
Küryum 247.070																	
97	Bk																102
Berkelyum 247.070																	
98	Cf																102
Kaliforniyum 251.080																	
99	Es																102
Einsteinyum 254																	
100	Fm																102
Fermiyum 257.095																	
101	Md																102
Mendeleviyum 258.1																	
102	No																102
Nobeliyum 259.101																	
Özelliği bilinmiyor.																	
Aktinit																	
Lantanit																	
Soy gaz																	
Ametal																	
Yarı Metal																	
Metal																	
Toprak Alkali Metal																	
Alkali Metal																	

A-B-C-Ç-D

- absorbsiyon:** Absorbe etmek, emmek, içine çekmek, içine almak.
- adsorpsiyon:** İlaç molekülleri veya kimyasal maddelerin katı ve özel bir yüzeyde ince bir tabaka hâlinde toplanması.
- akut:** Hastalık veya semptomun ani başladığını ve nispeten kısa sürede sona erdiğini, hastalık süresinin 3-14 gün olduğunu ifade eden terim, iveden.
- asfiksi:** Solunum ve dolaşımda oksijen ve karbon dioksit değişimindeki bozulma sonucu, beyin ve diğer yaşamsal organlarda kalıcı zararlara neden olan hipoksi, hiperkapni ve asidoz belirtileri ile birlikte görülen durum, boğulma.
- aspirasyon:** Vücut boşluklarında birikmiş olan sıvı materyalin veya gazın, bir alet yardımıyla emilerek uzaklaştırılması veya biyopsi örneğinin alınması.
- biyobirikim:** Biyoakümülyasyon, bir kimyasal maddenin her hangi bir besin zincirine girerek su canlılarında birikmesi.
- blefarit:** Göz kapağı yangısı.
- bulaş:** Bulaşan, birinden başkasına geçen, bulaşıcı.
- dezenfeksiyon:** Cansız yüzeylerde hastalık yapan mikroorganizmaların etkilerinin durdurulması ya da öldürülmesi.
- diseksiyon:** Bir organizmayı incelemek için küçük parçalara ayırma, doku veya organları görülebilir duruma getirme.

E-F-G-H-I

- endoftalmi:** Mikroorganizmaların göz içi dokulara bulaşması sonucu oluşan reaksiyon.
- enfeksiyon:** Enfeksiyon yapan organizmaların bir hücre ya da canlıda meydana getirdiği durum.
- enfeksiyöz:** Enfeksiyonun neden olduğu, enfeksiyon yapan, enfeksiyöz hastalık oluşturun, enfeksiyöz.
- epidemi:** Salgın, bir hastalığın veya başka bir durumun yaygınlaşması ve birçok kimseye birden bulaşması.
- eritem:** Deri üzerinde oluşan kızarıklık, kızartı.
- eskar:** Yanık sonrası deride oluşan kabuk.
- indirgen:** Kendisi kolayca yükseltgenirken karşısındaki kimyasal özdeği indirgeyebilen özdek.
- inkübasyon:** 1. Hastalık etkeninin vücuda girişiyle hastalık belirtilerinin meydana çıkışı arasında patojen mikroorganizmanın vücutta gelişimi. 2. Mikroorganizmaların besi yerlerinde üretilmesi.
- irritasyon:** 1. Tahriş edici etken nedeniyle deri veya mukozada meydana gelen durum, tahriş. 2. Kas, sinir veya organın uyarıya karşı gösterdiği tepki.

J-K-L-M-N

kalibrasyon:	Bir ölçü aletinin veya ölçme sisteminin gösterdiği değerler ile ölçülenin bilinen değerleri arasındaki ilişkiyi belli koşullar altında inceleme işlemi.
karsinogen:	Kansere neden olabilen ajan veya kimyasal madde.
koloni:	Birlik durumunda yaşayan aynı türden organizmaların oluşturduğu topluluk.
konjonktivit:	Konjonktiva dokusunun iç ve dış etkenlere bağlı olarak kızarıklık, akıntı, şişlik gibi klinik bulgularla belirgin yangısı.
kontamine:	Bulaşık, yabancı ve istenmeyen örnekleri, içinde ya da yüzeyinde bulunduran.
kriyojenik:	Oksijenin yoğunlaşma sıcaklığı -183°C ile mutlak sıfır -273°C arasındaki çok düşük sıcaklıkların elde edilmesi, denetlenmesi ve kullanılması ile ilgilenen fizik dalı.
kronik:	Uzun süredir devam eden; müzmin, süregelen. Bir hastalığın süresinin 4 haftadan daha fazla olması.
kültür:	Uygun biyolojik şartlarda bir mikrop türünü üretme.
lezyon:	1. Doku veya hücrelerde anormallik veya değişim, patolojik değişiklik. 2. Patolojik değişim gösteren doku bölgesi.
mikrobiyoloji:	Mikroplar konu alan bilim dalı.
mikroorganizma:	Mikroskopla görülebilen organizma.
mutajen:	DNA'da değişikliklere neden olarak genetik mutasyonları uyaran veya artıran kimyasal veya fiziksel etken.
müstahzar:	Önceden hazırlanarak eczanede bulundurulmuş ticari ilaç, preparat.

O-Ö-P

pandemi:	Coğrafi bir sınırlama olmaksızın belirli bir zaman periyodundaki enfeksiyonların sayısı.
parafin:	Petrolde elde edilen ve histolojik kesitlerin gömülmesi ve kimi merhemlerin yapısında bulunan, hidrokarbon karışımı beyaz, kokusuz ve tatsız madde.
patojen:	Hastalık yapan herhangi bir mikroorganizma.
penetrasyon:	Bir şeyin içine girme, işleme, delip girme, geçme, nüfuz etme.
perkütan:	Deri aracılığı ile.
peroksizom:	Omurgalı hayvanlarda ve bazı bitki hücrelerinde sitoplazmada bulunan, içinde amino asit oksidaz, ürat oksidaz, glikolat oksidaz, peroksidaz ve katalaz gibi enzimlerin bulunduğu, hidrojen peroksit, pürin ve lipid metabolizması ile glikoneojenezde rol oynayan hücre organeli.
piktogram:	Ürün üzerinde yer alan ve ürünle ilgili herhangi bir özelliği görsel olarak ifade eden şekil.
port:	Giriş yeri.

R-S-Ş-T

- respirasyon:** Soluk alıp verme.
- sterilizasyon:** Fiziksel, kimyasal, ısınlama veya mekanik yöntemlerle mikroorganizmaların tüm canlı biçimlerinin tamamen yok edilmesi, mikropsuzlaştırma.
- sucul:** Suyu çeken, hidrofil, hidrofilik.
- sürveyans:** Gözet-izle.
- toksisite:** Zehirlilik, zehirlenme yeteneği, zehir etkisi gösterme derecesi.
- tolerans:**
1. Sürekli aynı dozun kullanılması sonucu bir ilacın etkilerinin giderek azalması.
2. İlaça veya maddeye karşı, başlangıç dozunun yeterli olmaması nedeniyle, dozun yükseltilmesi.
3. Yüksek dozdaki herhangi bir ilaca karşı vücudun gösterdiği dayanma gücü.

U-Ü-V-Y-Z

- ürtiker:** Ciltte çeşitli sebeplerle oluşan kaşıntılı döküntü, kurdeşen.
- valf:** Vana, kapak.
- vezikül:** İçinde seröz sıvı bulunan küçük deri kabarcığı.
- yükseltgen:** Kendi kolayca indirgenirken karşısındaki kimyasal özdeği yükseltgeyebilen özdek.

KAYNAKÇA

Bueche, F. J. & Jerde, D. A. (2003). *Fizik İlkeleri 1*. (K. Çolakoğlu, Çev.). Ankara: Palme Yayıncılık.

Chang, R. ve Goldsby, K. A. (2016). *Chemistry*, New York: Mc Graw-Hill Education.

Hewitt, P. G. (2021). *Kavramsal Fizik*. (B. Güneş, S. Ateş ve A. Eryılmaz, Çev.). Ankara: Palme Yayınevi.

Petrucchi, R. H., Herring, F. G., Madura, J. D., ve Bissonnette, C. (2017). *General Chemistry Principles and Modern Applications*, Toronto: Pearson Canada Inc.

Serway, R. A. & Beichner, R. J. (2015). *Fen ve Mühendislik İçin Fizik 1*. (K. Çolakoğlu, Çev.). Ankara: Palme Yayıncılık.

Prof. Dr. Arslan, O., Prof. Dr. Bahar, M., Dr. Özel, A. (2019). *Genel Biyoloji Laboratuvar Kılavuzu*. Ankara: Palme Yayınevi.

Doğan, H., Bal, M. (2019). *Lise Biyoloji Deneyleri*. Ankara: Palme Yayınevi

Simon, E., Dickey, J., Hogan, K., Reece, J. (2017) *Campbell Temel Biyoloji*. (Prof. Dr. E. Gündüz, Prof. Dr. İ. Türkan Çev.) Ankara: Palme Yayınevi

GÖRSEL KAYNAKÇASI VE GENEL AĞ KAYNAKÇASI



Görsel Kaynakçası ve Genel Ağ Kaynakçası
Karekodu



T.C. MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI
ORTAÖĞRETİM GENEL MÜDÜRLÜĞÜ