

**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ  
KİMYA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**



**KMUH 153 GENEL KİMYA LABORATUVARI  
DENEY FÖYÜ**

**DENİZLİ, 2025**

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

<b>İÇİNDEKİLER .....</b>	<b>ii</b>
<b>1. LABORATUVAR GÜVENLİĞİ VE UYULMASI GEREKEN KURALLAR ....</b>	<b>1</b>
1.1 Genel Laboratuvar Kuralları .....	1
1.2 Kimyasal Madde ile Çalışırken Uyulması Gereken Kurallar .....	2
1.3 Kimyasallar için Güvenlik Bilgi Formları (MSDS).....	4
1.4 Cam Malzeme ile Çalışırken Uyulması Gereken Kurallar .....	5
1.5 Cihaz Kullanımında Uyulması Gereken Kurallar .....	5
1.6 Laboratuvar Kazaları ve Müdahale Şekilleri .....	6
<b>2. LABORATUVARDA KULLANILAN MALZEMELER.....</b>	<b>9</b>
2.1 Kimya Laboratuvarlarında Kullanılan Temel Malzemeler .....	9
2.2 Laboratuvar Malzemelerinin Kullanım Amaçları .....	14
<b>3. DENEYLER .....</b>	<b>18</b>
3.1 Stokiyometri.....	18
3.2 Kristallendirme.....	20
3.3 Süblimleştirme .....	24
3.4 Kimyasal Denge .....	26
3.5 Çözelti Hazırlama.....	30
3.6 İndikatörler (Belirteçler) .....	35
3.7 Titrasyon .....	41
<b>4. KAYNAKLAR .....</b>	<b>44</b>

# 1. LABORATUVAR GÜVENLİĞİ VE UYULMASI GEREKEN KURALLAR

## 1.1 Genel Laboratuvar Kuralları

1) Laboratuvarlarda düzeni bozacak veya tehlikeye yol açabilecek şekilde hareket edilmemelidir.

2) Laboratuvara önlük giymeden girilmemelidir. Palto, ceket, çanta vb. kişisel eşyalar laboratuvara getirilmemelidir. Laboratuvar önlüğünün önü kapalı olmalıdır. Önü açık önlükle çalışmak tehlikelidir. Laboratuvarda giyilen önlük ile laboratuvar dışında kalan alanlara (ofis, kantin gibi) girilmemelidir.

3) Laboratuvarda çalışıldığı sürece çalışmanın özelliğine göre gözlük, yüz maskesi, eldiven vb. gözü ve cildi koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır.

4) Laboratuvarda tercihen kontak lens kullanılmamalıdır.

5) Kimyasal madde dökülmesine ve cam kırıklarına tedbir olarak daima kapalı ayakkabı giyilmelidir.

6) Uzun saçlar, sallantılı takılar ve bol elbiseler laboratuvar ortamında tehlikeye yol açacaklarından dolayı; uzun saçlar arkada toplanmalı, sallantılı takılar çıkarılmalı, bol elbise giyilmemelidir.

7) Laboratuvarda yemek, içmek (su, içki ve özellikle sigara, gıda malzemelerini bulundurmak), laboratuvar ekipmanlarını bu amaçla kullanmak kesinlikle yasaktır.

8) Laboratuvarda dikkat dağıtacak kadar yüksek sesle müzik dinlenmemeli, deney yapılırken telefon ve benzeri dikkat bozucu cihazlarla uğraşılmamalıdır.

9) Çalışırken eller yüze sürülmemeli, ağza herhangi bir şey alınmamalıdır. Deneysel çalışmalar sadece laboratuvar teknik personelinin size anlattığı ve gösterdiği şekilde yapılmalıdır. Asla anlatılan ve gösterilen deney yönteminden farklı bir yöntem izlenmemelidir.

10) Laboratuvarda deney yapılırken laboratuvar teknik personeli mutlaka bilgilendirilmeli ve yapılacak deneyler kendisine anlatılmalıdır. Bir öğretim üyesine ait laboratuvarda ise o öğretim üyesi laboratuvarda yapılacaklar konusunda bilgilendirilmelidir. Laboratuvar teknik personeli izin vermediği, sürece hiçbir deney düzeneğine, kimyasala ve diğer malzemelere dokunulmamalıdır.

11) Laboratuvarda, özellikle kilitlenmiş bir yerde yalnız çalışılmamalıdır. Zorunlu hallerde kişi tek başına çalışıyorsa, yapacağı işleri laboratuvar teknik personeline ya da danışmanına önceden anlatmalı ve sürekli haber vermelidir.

12) Laboratuvar terk edilmeden önce kullanılan malzemelerin, deney düzeneğinin ve deney tezgahının temizliği özenli bir şekilde yapılmalıdır.

13) Laboratuvardan çıkmadan önce gaz vanaları ve musluklar kapatılmalı, deneyinizin devamı için gerekli olmayan ışıklar söndürülmelidir.

14) Çalışma bittikten sonra eller sabunlu su ve gerektiğinde antiseptik bir sıvı ile yıkanmalıdır. Temizlik sıvılarının çalışılan laboratuvarda bulunduğundan emin olunmalı, yok ise laboratuvar teknik personeli veya laboratuvar sorumlusu öğretim üyesinden temini talep edilmelidir.

15) Laboratuvar ortamında çalışılırken her türlü açık yara mutlaka yara bandı ile kapatılmalıdır.

16) Laboratuvarda başkalarının da çalıştığı düşünülerek gürültü yapılmamalıdır. Asla el şakası yapılmamalıdır.

17) Atık çöp kutularının ağzı açık bırakılmamalıdır.

18) Laboratuvarlarda kullanılacak makinelerin önce kullanım kılavuzları okunmalı ve tehlike arz edecek hususlar için gerekli önlemler alınmalıdır.

19) Tehlikeli maddeler çalışma ortamınızda minimum miktarda bulundurulmalıdır.

## **1.2 Kimyasal Madde ile Çalışırken Uyulması Gereken Kurallar**

1) Laboratuvarda bulunan bütün kimyasallar tehlike içerirler. Bu nedenle kimyasallara çıplak elle dokunulmamalı, tadına bakılmamalı ve koklanmamalıdır.

2) Katı haldeki maddeler şişelerden daima temiz bir spatül ile alınmalıdır. Aynı spatül temizlenmeden başka bir madde içine sokulmamalıdır.

3) Şişe kapakları (şişeye temas eden taraf) hiçbir zaman masa üzerine konulmamalıdır. Aksi takdirde, kapak yabancı maddelerle kirleneceği için tekrar şişeye yerleştirilince bu yabancı maddeler şişe içindeki saf madde veya çözelti ile temas edip bozunmaya neden olabilir.

4) Kapak veya tıpa ile kapatılmış kaplardaki madde kesinlikle ısıtılmamalı, üzerinde ateşe dayanıklı işareti taşımayan kaplarda ısıtma ve kaynatma yapılmamalıdır.

5) Tehlike yaratabileceği için kimyasal maddeler gelişigüzel birbirine karıştırılmamalıdır.

6) Laboratuvarlarda içinde kimyasal madde olan hiçbir kap etiketsiz olmamalıdır. Laboratuvarda etiketleme ile ilgili aşağıdaki bilgiler de göz önünde bulundurulmalıdır:

a. Kullanmadan önce etiket dikkatlice okunmalıdır.

b. Kimyasallar bir kaptan başka bir kaba aktarıldığında yeni kabın etiketlenmesi unutulmamalıdır.

c. Etiket üzerinde hazırlanış tarihi, saklama süresi, numune sahibi, çözeltinin/numunenin özellikleri ve diğer gerekli olabilecek bilgiler yer almalıdır.

d. Etiketsiz bir şişeye veya kaba kimyasal madde konulmaz.

e. Ayrıca boş kaba kimyasal bir madde koyunca hemen etiketi yapıştırılmalıdır, bütün şişeler etiketli olmalıdır.

f. Üzerinde etiketi olmayan şişelerdeki kimyasal maddeler, deneylerde kesinlikle kullanılmamalıdır.

7) Şişesinden alınan kimyasallar kullanılmasa bile hiçbir zaman tekrar orijinal şişesine konulmamalı, orijinal şişenin içerisine pipet daldırılmamalıdır.

8) Bir çözeltiyi almak için kullanılan pipet farklı bir çözelti şişesine sokulmamalıdır.

9) Pipet ile sıvı çekilirken par, pipet pompası vb. aletler kullanılmalı, asla ağız kullanılmamalıdır.

10) Alev alıcı sıvılar, sadece gerekli miktarda, kapalı bir kap içerisinde deney tezgahı üzerinde bulunmalı ve ısı kaynaklarından (bek alevi, elektrikli ısıtıcı vb.) uzak tutulmalıdır.

11) Tüp içinde bulunan bir sıvı ısıtılacağı zaman tüp, üst kısımdan aşağıya doğru yavaş yavaş ısıtılmalı ve tüp çok hafif şekilde devamlı sallanmalıdır. Tüpün ağzı kendinize veya yanınızda çalışan kişiye doğru tutulmamalı ve asla üzerine eğilerek tüpün içine bakılmamalıdır.

12) Kimyasal atıklar laboratuvar teknik personelinin direktiflerine uygun olarak işleme tabi tutulmalıdır. Lavabolara ve başka yerlere kesinlikle kimyasal madde dökülmemelidir.

13) Zehirli buharları ve gazları solumaktan kaçınılmalıdır. Sülfürik asit, nitrik asit, hidroklorik asit, hidroflorik asit gibi asitlerle bromür, hidrojen sülfür,

hidrojen siyanür, klorür gibi zehirli gazlar içeren maddeler ile çeker ocakta çalışılmalıdır.

14) Tüm asitler ve alkaliler sulandırılırken daima suyun üzerine ve yavaş yavaş dökülmeli, asla tersi yapılmamalıdır.

15) Cıva herhangi bir şekilde dökülürse vakum kaynağı ya da köpük tipi sentetik süngerlerle toplanmalıdır. Eğer toplanamayacak kadar eser miktarda ise üzerine toz kükürt serpilerek zararsız hale sokulmalıdır.

16) Termometre kırıklarının cıvalı kısımları ya da cıva artıkları asla çöpe ya da lavaboya atılmamalıdır.

17) Laboratuvar ortamına kimyasal madde ve/veya numune döküldüğü takdirde derhal temizlenmeli, gerektiğinde laboratuvar teknik personeline durum bildirilmelidir.

18) Laboratuvarın bir yerinden başka bir yerine kimyasal madde taşırken dikkatli ve güvenli bir şekilde taşınmalıdır. Kimyasallar taşınırken iki el kullanılmalı, bir el kapaktan sıkıca tutarken, diğeri ile şişenin altından kavranmalıdır.

19) Kimyasal maddeler hiçbir zaman laboratuvar dışına çıkarılmamalıdır.

### **1.3 Kimyasallar için Güvenlik Bilgi Formları (MSDS)**

Laboratuvarda yapılan çalışmalarda kullanılan kimyasal maddelerin birçoğu sağlığa zararlıdır. Bu kimyasalların özelliklerinin bilinmesi sağlık açısından önemli olduğu kadar çalışma esnasında meydana gelebilecek herhangi bir kaza sonrasında yapılacak ilkyardımanın ne olacağının saptanması açısından da önemlidir. Kimyasal maddeler kullanılmadan önce güvenlik bilgi formları (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 bilgileri içerir.

1. Kimyasal madde/karışımın adı ve içeriği
2. Üretici firma bilgileri
3. Zararlı madde içerikleri
4. Fiziksel ve kimyasal özellikleri
5. Yangın ve patlama bilgileri
6. Sağlığa zararlılık bilgileri

7. İkyardıml bilgileri

8. Depolama bilgileri

#### **1.4 Cam Malzeme ile Çalışırken Uyulması Gereken Kurallar**

1) Kırık cam malzemeler kullanılmamalıdır. Keskin uçlu cam malzemeler bir bek alevinde kütleştirilmelidir.

2) Kirli veya çatlak cam eşyalar kullanılmamalıdır.

3) Özellikle uzun cam eşyalar taşınırken dik tutulmasına özen gösterilmelidir.

4) Termometre, pipet vb. yuvarlanabilecek cam eşyalar, laboratuvardaki bench üzerine yere düşmelerini önleyecek şekilde konulmalıdır.

5) Cam boru, termometre vb. malzemeleri mantara yerleştirmeden önce vazelin kullanılmalıdır. Ani kırılmalara karşı çok dikkatli olmalı aşırı kuvvet uygulamamalı ve kesinlikle eldiven giyilmelidir.

6) Sıcak cam malzeme soğuk ortam içerisine veya bench üzerine konulmamalıdır. Bu işlem cam malzemenin çatlamasına veya kırılmasına neden olabilir. Soğuyuncaya kadar tahta maşa ile tutulmalıdır.

7) Soğuk ve sıcak camın görüntüleri aynı olduğundan ısıtılmış cam eşya herhangi bir uyarı olmaksızın gelişigüzel bir yere konulmamalıdır.

8) Kullanımdan sonra cam eşyalar distile su ile yıkanmalıdır.

9) Kırık cam malzemelere kesinlikle çıplak elle dokunulmamalıdır. Kırılan cam malzemeler derhal süpürülüp, dikkatle uygun bir yere atılmalıdır. Kırık camlar, çöp kutusuna değil "kırık cam kutusuna" atılmalıdır.

#### **1.5 Cihaz Kullanımında Uyulması Gereken Kurallar**

1) Laboratuvarında herhangi bir cihaz ilk kez kullanıldığında laboratuvar teknik personeli bilgilendirilmeli ve kendilerinden gerekli bilgiler alınmalı, cihaz kullanım talimatları okunmalıdır.

2) Bek kullanırken özenli ve dikkatli olunuz. Saçlarınız ve kıyafetleriniz bek alevinden uzak tutulmalıdır.

3) Bek alevinde ısıtma işleminde mutlaka tahta maşa kullanılmalıdır.

- 4) Kullanılmadığı sürece bek veya elektrikli ısıtıcılar daima kapalı tutulmalıdır.
- 5) Isıtma veya kaynatma işleminde, basınçtan dolayı patlama olabileceği için kabın tamamen kapalı olmamasına dikkat edilmelidir.
- 6) Isıtma cihazlarının sıcaklığı elle kontrol edilmemelidir.
- 7) Etüv veya fırın kullanırken mevcut sıcaklık ayarı değiştirilmemelidir. Gerekirse laboratuvar teknik personeline bildirilmelidir.
- 8) Etüv, fırın gibi cihazlar için sıcaklığa dayanıklı özel eldiven (plastik, nitril eldiven değildir) kullanılmalıdır. Yüksek sıcaklıklarda çalışırken maşa kullanılmalıdır.
- 9) Numune kaplarının ve maşanın fırın cidarına değmemesine özen gösterilmelidir.
- 10) Hassas terazi kullanılmadığı zamanlarda kapalı ve yüksüz olmalıdır.
- 11) Hassas terazinin dengesi kontrol edilmelidir. Denge durumunda, su terazisindeki hava kabarcığının ortalanmış olması gerekmektedir.
- 12) Hassas terazi üzerine veya etrafına kimyasal madde dökülmemesine özen gösterilmelidir. Dökülen kimyasal madde fırça ile temizlenmelidir.
- 13) Çeker ocaklar kullanılmadan önce havalandırma sistemi çalıştırılmalıdır.
- 14) Çeker ocakla çalışırken kimyasal maddeler çeker ocağın ön kısmından en az 15 cm içeriye konulmalı ve çeker ocağın camı mümkün olduğunca kapalı tutulmalıdır.
- 15) Patlayıcı veya yanıcı kimyasallarla çeker ocakta çalışırken tüm cihazların elektrik bağlantısı önceden yapılmalıdır.
- 16) Elektrikli aletlerin elektrik bağlantısı yapılırken ellerin tamamen kuru olmasına dikkat edilmelidir.
- 17) Kullanımı tam olarak bilinmeyen cihazlar kesinlikle kullanılmamalıdır.

## **1.6 Laboratuvar Kazaları ve Müdahale Şekilleri**

Yukarıda verilen bilgiler dikkatle uygulandığında, laboratuvarında meydana gelebilecek kazalar minimuma indirilmiş olacaktır. Fakat elde olmayan sebeplerden dolayı, herhangi bir kaza meydana gelecek olursa, meydana gelebilecek zararları en

aza indirmek için kendi hayatınızı tehlikeye atmamak kaydıyla müdahale edilmelidir. Olması muhtemel kazalar ve bunlara karşı müdahale şekilleri aşağıda verilmiştir.

Laboratuvarında yaşanan tüm kaza ve buna benzer durumlar derhal yetkili kişilere bildirilmelidir.

### **Yangınlar**

Muhtemel bir yangında, yapılması gereken ilk iş, yangının kaynağını tespit edip, yapılabirirse yangın kaynağı kesilmeye çalışılır, yangın türüne uygun bir söndürücü kullanılarak yangın büyümeden müdahale edilip kontrol altına alınıp söndürülmelidir. Şayet yangın kontrol edilemiyorsa kendi hayatını tehlikeye atmadan yangın mahallini güvenli bir şekilde terk edip, yangın alarmı verilmelidir. Yangının nerede olduğunu ve biliniyorsa kaynağını ilgililere açık ve net olarak rapor etmelisiniz.

### **Kesik ve yaralanmalar**

Laboratuvarlarda bol miktarda cam malzeme olduğu için, bunların kazara kırılmaları sonucu kesik ve yaralanmalar meydana gelebilir. Bu durumda, kanama çok değil ve kesilen kısım az ise laboratuvarında bulunan ilk yardım dolabına gidilerek oksijenli su uygulandıktan sonra plaster veya steril sargı bezi ile sarılmalıdır. Kanamanın fazla olduğu durumda yara ile kalp arasında yaralanan kısma en yakın yerden boğularak kanama durdurulup hemen doktora gidilmelidir. Benzer şekilde kesilen kısmın büyük olduğu durumlarda da doktora gidilmelidir. Hiçbir şekilde yara musluk suyu ile yıkanmamalıdır.

### **Asit Dökülmeleri**

Laboratuvarında kullanılan asitlerin birçoğu çok kuvvetli olup, vücudun herhangi bir yeri ile temas ettiğinde hemen gerekli tedbirler alınmadığı takdirde kalıcı izler bırakabilir. Böyle bir durumla karşılaşıldığında hemen asit ile temas eden bölge bol su ile yıkanmalıdır. Daha sonra bu bölgeye % 3-5'lik  $\text{NaHCO}_3$  çözeltisi sürülmelidir (*Eğer sülfürik asit dökülmüşse su ile yıkanmadan asit silinerek kurutulur ve % 3-5'lik  $\text{NaHCO}_3$  çözeltisi sürülmelidir*).

Asidin göze sıçraması durumunda hemen bir musluğa gidilip avucunuzu yanağa dayayıp eğilerek musluktan göze suyun gelmesi sağlandıktan sonra akan su altında göz kapağı açılıp kapatılmak suretiyle gözün yıkanması sağlanır ve bu işleme

bir müddet devam edildikten sonra %1'lik NaHCO<sub>3</sub> çözeltisi ile de yıkama yapılmalı ve gecikmeden bir doktora gidilmelidir.

Laboratuvarda çalışırken sizin bilmediğiniz bir sebeple vücudunuzun herhangi bir yerinde aniden bir yanma hissederseniz, ilk önlem olarak bunun dikkatsiz birinin sebep olduğu asit sıçramasından olabileceğini düşünerek hemen bu bölge bol su ile yıkanmalıdır.

Asitlerin yere veya çalışılan alanlara dökülmesi durumunda, bu bölgenin üzerine odun talaşı veya kum dökülerek dökülen asit emdirilip temizlendikten sonra bu bölgeye biraz ticari sodyum karbonat serpilip bol su ile yıkanır.

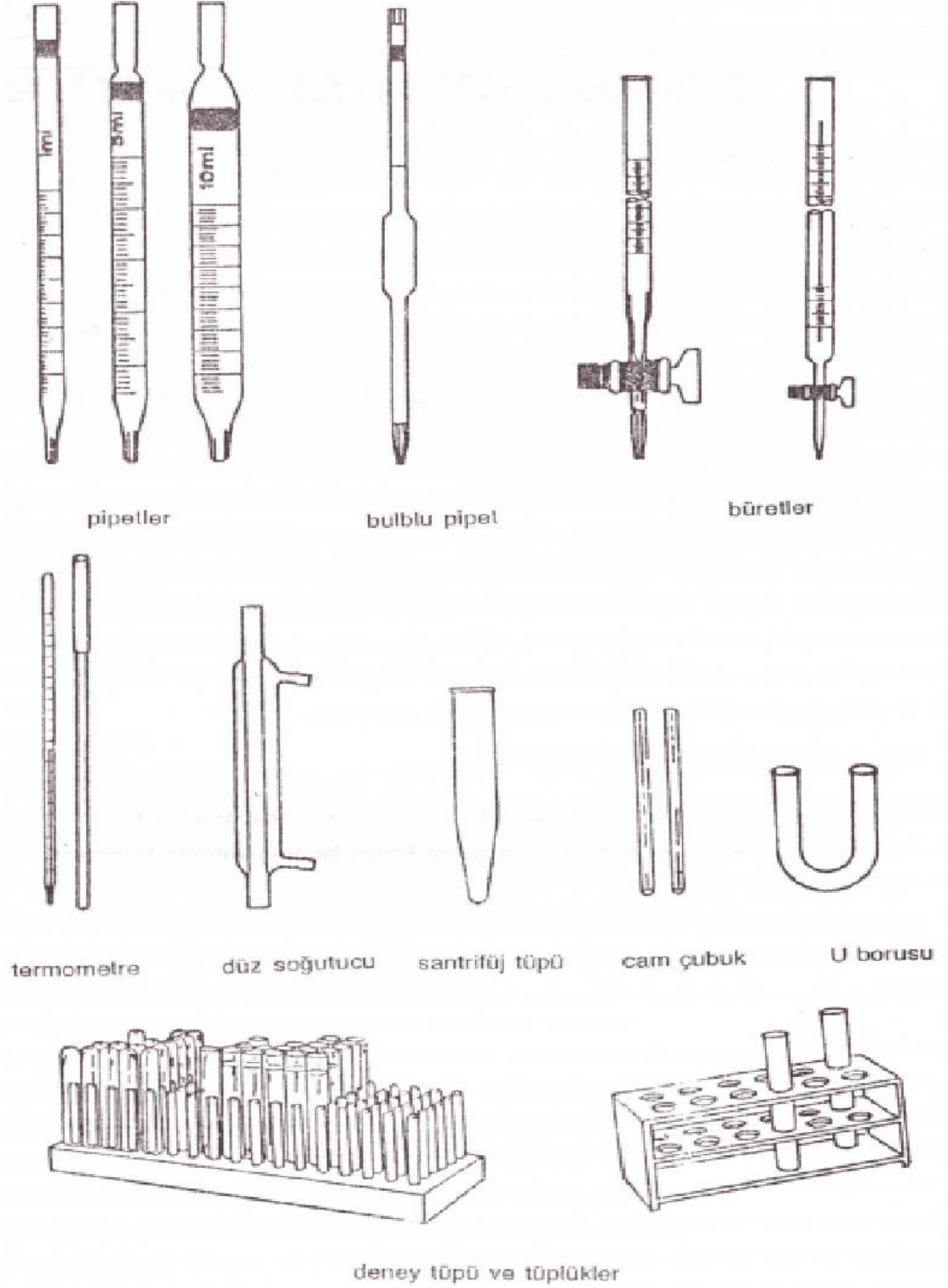
Vücudun herhangi bir bölgesinin bazlarla yanması durumunda da yapılacak işlem benzer şekilde o bölgenin bol su ile yıkanmalı ve ardından da o bölgeye % 1'lik borik asit (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) veya asetik asit (CH<sub>3</sub>COOH) çözeltisi sürülmelidir.

### **Zehirli Gazlar**

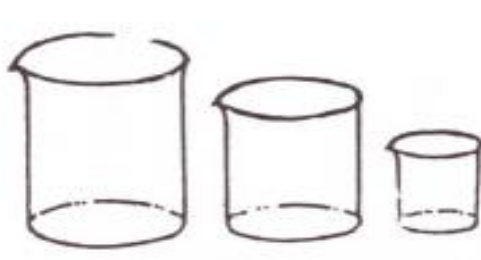
Kimyasal maddelerin birçoğu sağlık için tehlikeli olup, kısa ve uzun vadede kalıcı kötü sonuçlar verebilecek durumlar olabilir. Bu gibi durumlar sadece sizin değil sizden sonraki nesillerin hayatını da etkileyebilir. Bu sebeple, laboratuvarda kimyasal maddeler ile çalışırken çok dikkat edilmeli, mümkün olduğu kadar kimyasal maddelerin buharları teneffüs edilmemeli, çabuk buharlaşan maddeler ile çalışırken çeker ocaklar kullanılmalıdır. Laboratuvar esnasında normalin dışında bir koku hissedildiğinde laboratuvarın kapı ve pencereleri açılmak suretiyle havalandırılması sağlanıp, laboratuvarda görevli öğretim elemanlarına durum bildirilmelidir.

## 2. LABORATUVARDA KULLANILAN MALZEMELER

### 2.1 Kimya Laboratuvarlarında Kullanılan Temel Malzemeler



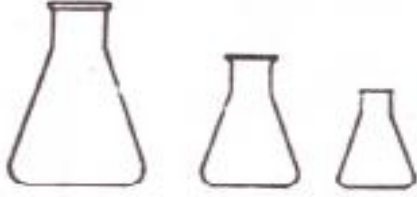
Şekil 2.1: Çeşitli laboratuvar malzemeleri.



b herler



balonlar



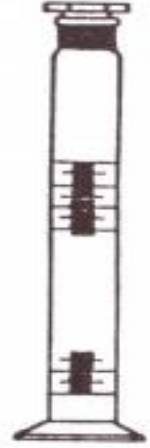
erlenler



nuche erleni



cam Şişe



Çeşitli mezürler

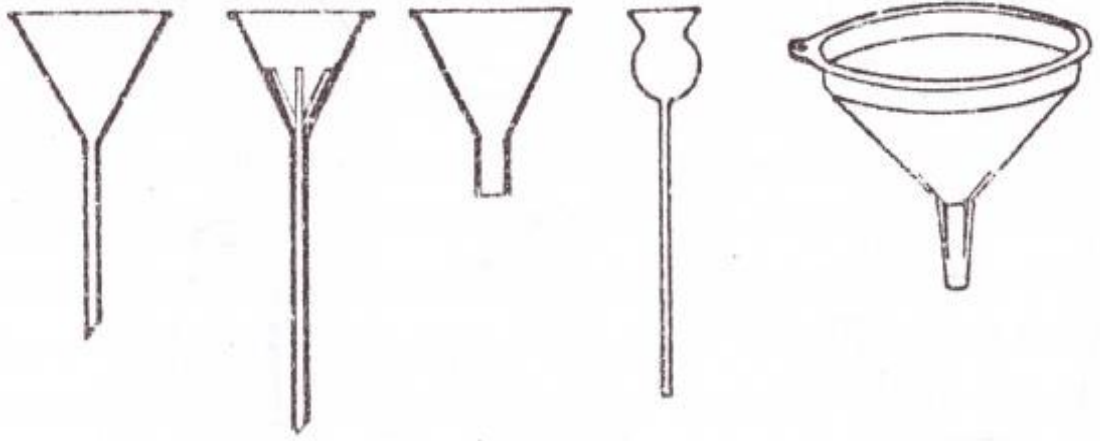


damlalık



Çeşitli damlalıklı Şişeler

Şekil 2.1: Çeşitli laboratuvar malzemeleri (devam).



çeşitli huniler



süzgeçli huni



ayırma hunileri



saat camı



kapsül



havan ve eli



kroze



gouch krozesi

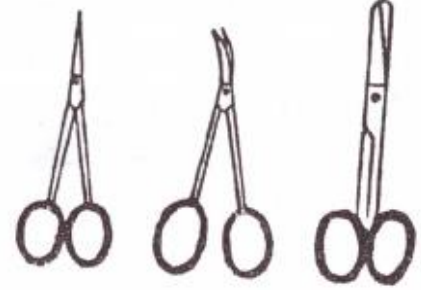
Şekil 2.1: Çeşitli laboratuvar malzemeleri (devam).



çeşitli uzunluk ve açılarda cam borular



pensler



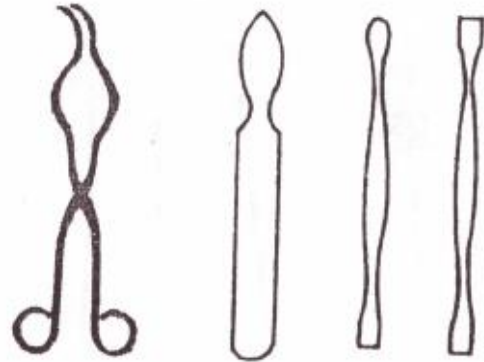
makaslar



desikatör

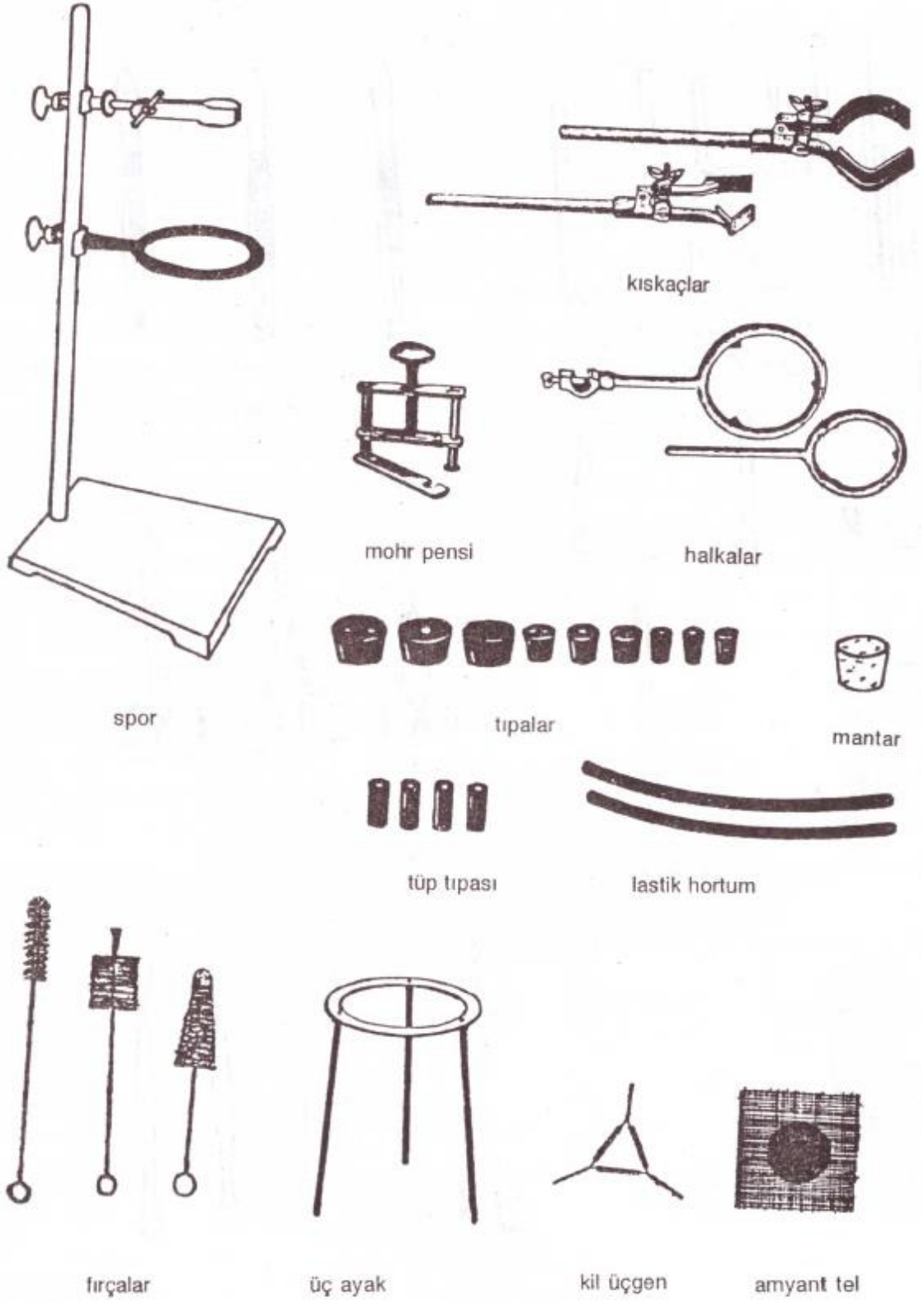


croze maşası



çeşitli spatüller

Şekil 2.1: Çeşitli laboratuvar malzemeleri (devam).



Şekil 2.1: Çeşitli laboratuvar malzemeleri (devam).

## 2.2 Laboratuvar Malzemelerinin Kullanım Amaçları

### Balonlar

Balonlar yapıları gereği fiziksel etkenlere dayanıklı kaplardır. Balon kısmının şekline göre çeşitli tiplere ayrılabilirdiği gibi boyun kısmının uzunluğu ve genişliğine göre de sınıflandırma yapılabilir. Büyüklükleri genellikle 50-500 mL arasında değişir.

Boyun uzunluğu ve çapına göre sınıflandırma:

a) Uzun boyunlu ve dar ağızlı balonlar: Büyüklükleri 50 mL'den 4 L'ye kadar değişir. Buhar basıncı yüksek maddelerle yapılan çalışmalarda kullanılır.

b) Kısa boyunlu ve geniş ağızlı balonlar: Buhar basıncı düşük sıvılarla veya katı maddelerle yapılan çalışmalarda kullanılır.

Dip kısımlarının şekline göre sınıflandırma:

a) Düz dipli balonlar: Sıvıların saklanması, toplama kabı olarak ve daha birçok değişik amaçlar için kullanılır.

b) Yuvarlak dipli balonlar: Reaksiyon kabı olarak kullanılır. Basınç ve sıcaklık değişmelerine karşı düz dipli balonlardan daha dayanıklıdır.

c) Armut balonlar: Genellikle küçük hacimli olarak bulunurlar. Özellikle çok değişik yoğunluklardaki bileşenlerin karışmasıyla oluşacak reaksiyonlar için (Grignard Reaksiyonu) uygun kaplardır.

d) Çok ağızlı balonlar: Değişik kullanım alanları vardır. Üç ağızlı bir balon kullanıldığında; ortaya mekanik karıştırıcı, yan ağızlardan birine geri soğutucu diğerine de damlatma hunisi takılır.

### Soğutucular

Maddeyi gaz fazından sıvı fazına dönüştürmek için soğutma işleminin yapıldığı aletlerdir. Genellikle birbiri içerisine geçmiş iki cam borudan meydana gelirler. Bunlardan bir tanesinden soğutma suyu geçerken, diğerinde ise madde yoğunlaşır. Soğutucunun su geçen kısmının tamamen dolu olmasına dikkat edilmelidir. Dik veya eğimli tutulan soğutucuya su girişi alttan yapılmalıdır. Soğutucular damıtma işleminde ve maddelerin kaynama sıcaklığında yapılan reaksiyonlarda buharlaşan sıvının tekrar reaksiyon kabına geri gönderilmesinde kullanılır. Bunlara geri soğutucu adı da verilir.

Soğutucular 4'e ayrılır:

a) Düz soğutucu

b) Hava soğutucusu: Kaynama noktası 140-150°C'den büyük olduğu zaman damıtma ve geri soğutma için kullanılır.

c) Boğumlu soğutucu: Geri soğutucu olarak kullanılır. Maddelerin kaynama noktalarında yapılan reaksiyonlarda balona dik olarak takılır. Balondan gelen buharlar soğutucunun iç yüzeyinde yoğunlaşarak tekrar balona akar.

d) Spiralli soğutucular: Damıtma işleminde kullanılır. Bu soğutucuya gaz fazı üst kısımdan verilir, yoğunlaşan sıvı alttan alınır.

### **Huniler**

Süzme işleminde iki sıvı fazı birbirinden ayırmada, reaksiyon ortamına bir reaktifin damlatılmasında kullanılırlar. Süzme işleminde kullanılanlar şekil olarak diğerlerinden farklıdır.

a) Adi süzme hunisi: Adi süzmelerde kullanılır. Birçok işlemde boru kısmı kesik olanı da kullanılmaktadır.

b) Sıcak su hunisi: Dış kısmı bakırdan olup, ceket şeklinde huniyi dıştan sarar ve tamamen su ile doludur. 80°C'ye kadar istenen sıcaklıklar yandan bek alevi ile ısıtılarak sağlanır.

c) Vakum hunisi: Nuçe erleni ve porselenden yapılmış buncher hunisinden oluşur. Huninin dibi deliklidir ve erlene mantarla oturtulur. Süzme sırasında huninin iç çapı kadar kağıt (süzme kağıdı) kesilip huninin içine yerleştirilir. Nuçe erleninin yan çıkışı vakuma bağlanır ve süzme yapılır.

d) Ayırma ve damlatma hunileri: Bunlar ekstraksiyon işleminde iki sıvı fazın birbirinden ayrılmasında ve reaksiyon kabına sıvı madde veya çözelti ilave edilmesinde kullanılırlar. İkinci işlem için kullanıldığında damlatma hunisi adını alır.

### **Beher**

Geniş ağızlı, düz tabanlı cam kaplardır. Genellikle karıştırma, çözme ve sıvı taşımak için kullanılır. Hacmi genellikle 50 ml ile 1000 ml arasında değişir. Şeffaf cam olduğu için içerik kolayca gözlemlenebilir. Beherin üst kısmında genellikle derecelendirme işaretleri bulunur, ancak hassas ölçümler için ideal değildir.

## **Erlenmayer**

Genellikle yuvarlak tabanlı ve konik şekilli cam şişelerdir. Sıvıların karıştırılması, ısıtılması ve titrasyon gibi işlemler için uygundur. Geniş ağzı sayesinde karıştırma yapılırken sıvı dökülmesini engeller. Çeşitli hacimlerde bulunur (50 ml, 250 ml, 500 ml vb.).

## **Pipet, büret, mezür (dereceli silindir), balon joje**

Bu cam malzemelerin hepsi ölçü kaplarıdır. Büret titrasyonlarda kullanılır. Balon jöjeler çözelti hazırlamada kullanılan belli hacimlerdeki balonlardır. Hacimleri 10 mL ile 2 L arasında değişir. Balon jöjeler diğer balonlar gibi reaksiyon kabı olarak kullanılmazlar.

## **Süzme kağıtları**

Kaba süzme kağıtları ve farklı amaçlar için kullanılan özelleştirilmiş süzme kağıtları vardır. Bunlar; beyaz bantlı, siyah bantlı, mavi bantlı olarak ayrılırlar. Ayrıca gravimetrik analizlerde kül bırakmadan yanabilen süzme kağıtları da vardır. Bu kağıtların gözenek büyüklükleri farklıdır. Siyah, beyaz, mavi sıralamasıyla gözenek büyüklüğü azalır.

## **Turnusol kağıdı**

Çözeltinin asidik veya bazik olup olmadığını belirler. Asit ile mavi rengin kırmızıya, baz ile ise kırmızı rengin maviye döndüğü gözlemlenir.

## **pH kağıdı**

Asitliğin ve bazlığın miktarını ölçen, bilinen bir ölçekle çözeltiye daldırılan pH kağıdının rengi karşılaştırılarak çözeltinin veya sıvının pH değeri bulunur.

## **Porselen kroze ve porselen kapsül**

Yüksek sıcaklığa dayanıklıdır. Kroze genellikle gravimetrik amaçla kül fırında kullanılır. Porselen kapsül ise buharlaştırmada kullanılır. Cam veya plastikten olabilir. Yıkama amacıyla da kullanılabilir.

## **Havan**

Sert ve katı örneklerin parçacık boyutlarının küçültülmesinde (örneğin toz haline getirilmesi gibi) kullanılır.

## **Desikatör**

Kuruma veya nemden arındırma işlemleri için kullanılan, genellikle şeffaf camdan yapılmış kaplardır. İç tabanına kurutucu veya nem çekici olarak sülfürik asit, sodyum hidroksit, kalsiyum klorür veya silika jel konulabilir. Vakuma bağlanarak kurutma yapılanlarına vakum desikatörü denir. Kimyasal maddelerin nemden korunması gereken durumlarda, örneğin kristalleşme veya kurutma işlemlerinde kullanılır. Sızdırmazlık sağlar, bu sayede ortamda nemin birikmesini engeller.

## **Kullanılan diğer aletler**

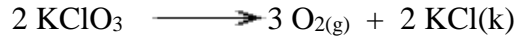
Kil üçgen ve üç ayak bek alevinden yararlanan çalışmalarda doğrudan aleve tutulmayan maddelerin ısıtılmasında kullanılırlar. Damlalık, petri kabı, tahta maşa, pens, spatül, deney tüpü, santrifüj tüpü, tüplük, hortum, termometre, indikatör şişesi, spor, kelebek, kısıkaç, pipet pompası, puar kullanılan diğer aletlerdir.

### 3. DENEYLER

#### 3.1 Stokiyometri

##### 3.1.1 Teorik Bilgi

Stokiyometri, kimyasal formüller ve reaksiyonlardaki kütle bağlantılarıyla ilgilenir. Bu deneyde potasyum kloratın ( $\text{KClO}_3$ ) stokiyometrisi incelenecektir.  $\text{KClO}_3$ ; potasyum, klor ve oksijen elementlerinden oluşmuş bir bileşiktir. Potasyum klorat şiddetle ısıtılırsa ayrışır ve oksijenin tamamı uzaklaştırılabilir. Reaksiyonun ardından geride potasyum klorür ( $\text{KCl}$ ) kalır.



Bir potasyum klorat-potasyum klorür ( $\text{KClO}_3 + \text{KCl}$ ) karışımı ısıtılırsa kütle kaybı sadece potasyum klorattan ayrılan oksijenden kaynaklanır. Bundan faydalanarak baştaki karışımda ne kadar  $\text{KClO}_3$  bulunduğunu hesaplamak mümkündür. Aynı zamanda  $\text{KCl}$  miktarı da bulunabilir.

Bozunma hızını artırmak için katalizörler kullanılır. Bu amaçla deneyimizde mangan dioksit ( $\text{MnO}_2$ ) katalizör olarak kullanılacaktır.

##### 3.1.2 Materyal ve Yöntem

###### 3.1.2.1 Deneyde kullanılan malzeme ve cihazlar

- a)Deney tüpü
- b) $\text{MnO}_2$
- c) $\text{KClO}_3$
- d)Tahta maşa veya spor
- e)Bunzen beki

###### 3.1.2.2 Deneyin Yapılışı

Deney iki ana aşamadan oluşmaktadır. İlk kısımda (A) tepkimede sadece  $\text{KClO}_3$  ve  $\text{MnO}_2$  katalizörü ve ısı ile tepkime gerçekleştirilirken ikinci kısımda (B)  $\text{KClO}_3$  ile  $\text{KCl}$  karışımı ve  $\text{MnO}_2$  katalizörü ve ısı ile tepkime gerçekleştirilir.

**A)  $KClO_3$  varlığında reaksiyon**

1. Temiz ve kuru bir deney tüpüne bir miktar (0,2 g kadar)  $MnO_2$  koyun ve tüpü hassas şekilde tartın.
2. Tüpe 1 g kadar kuru  $KClO_3$  koyun ve tekrar tartın. Tüpe hafif hafif vurarak katalizörle numuneyi karıştırın.
3. Tüpü  $45^\circ C$ 'lik açıyla bir spora tutturun ve bek ile hafifçe ısıtın. Karışım eriyince alevi açın ve birkaç dakika mümkün olduğu kadar şiddetle ısıtın.
4. Beki söndürüp, tüpün soğumasını bekleyin ve tartın.

**B)  $KClO_3$  ve  $KCl$  karışımı varlığında reaksiyon**

1. Temiz ve kuru bir deney tüpüne bir miktar  $MnO_2$  koyup, hassas şekilde tartın.
2. Karışım oranını bilinmeyen bir  $KClO_3$  ve  $KCl$  karışımı alıp tüpe koyun ve tekrar tartın. Vurarak karıştırın.
3. A bölümünde verilen işlemleri tekrar uygulayın.

**3.1.3 Bulgular ve hesaplamalar**

Deney boyunca elde edilen veriler Tablo 3.1'e not edilir.

**Tablo 3.1:** Stokiyometri deneyi boyunca not edilmesi gereken veriler.

Tüp + $MnO_2$	
Tüp + $MnO_2 + KClO_3$	
$KClO_3$ miktarı	
Oluşan $KCl$ miktarı	
$KClO_3 + KCl$	
Karışımdan kaybolan oksijen	
Kalan karışım miktarı	

## 3.2 Kristallendirme

### 3.2.1 Teorik Bilgi

Katı maddeler, kristal ve amorf halde olabilirler. Maddenin, iyonlarının ve moleküllerinin uygun bir çözücünde, üç boyutlu uzayda düzgün paketlenmiş şekline kristal denir. Amorf katıların iyon veya molekülleri rastgele dizildikleri halde, kristal katılarınki belli bir düzene göre dizilmişlerdir. Yani belli bir geometrik şekilleri vardır. Örneğin; NaCl kübik yapıdadır.

Organik reaksiyonlar sonucunda izole edilen organik bileşikler, nadiren saf olarak elde edilmektedirler. Uygun bir çözücü yardımıyla ham ürün çözücünün kaynama noktasında çözdürülüp, safsızlıklardan uzaklaştırıldıktan sonra düşük sıcaklıkta tekrar kazanılmasına kristallendirme denir. Kristallenebilen katı maddeler, bir reaksiyon sonunda genellikle katı fazda ürünler olarak elde edilirler. Bu ürünler, doğrudan veya çözeltinin deriştirilmesinden sonra yapılan soğutma sırasında çökerler. Ancak, istenilen ürünlerin yanında yan ürünler ve safsızlıklar olabilir. Safsızlıklar, kristallenme hızını düşürüp kristal oluşumunu önlemektedir. Saf ürün elde etmek için bazı ön saflaştırma işlemleri (su buharı veya fraksiyonlu destilasyon gibi) yapıldıktan sonra kristallendirilir veya elde edilen ürün birkaç kez kristallendirilir. Katıların kristallendirilerek saflaştırılmaları verilen bir çözücü veya çözücü karışımındaki farklı çözünürlüklerine dayanır. Basit bir kristallendirme işlemi aşağıdaki basamakları kapsamaktadır:

- Saf olmayan madde uygun bir çözücünde sıcakta çözülür.
- Sıcak çözelti toz ve çözünmemiş diğer maddelerden süzülerek ayrılır.
- Sıcak çözelti soğumaya bırakılarak, çözünmüş maddenin kristallenmesi beklenir.
- Kristaller süzülerek sıvı kısmından ayrılır ve uygun bir kurutucu ile kurutulur.

Elde edilen kristaller kurutulduktan sonra erime noktasına bakılır. Eğer literatür ile uyuşmuyorsa, madde saf çözücünden tekrar kristallendirilir. Kristallendirme işleminde kullanılacak çözücünde olması istenen özellikler ise:

- Maddeyi yüksek sıcaklıkta çok, oda sıcaklığında az çözmeli.
- Ya safsızlıkları iyi çözmeli, ya da hiç çözmemeli.
- Maddenin iyi kristallerini vermeli.

- d) Kristallerden kolayca ayrılabilmesi.
- e) Çözünen madde ile çözücü fiziksel ve kimyasal özellikleri benzer olmalı ki çözünen madde çözücüde daha iyi çözünebilsin. Örneğin; polar çözünen madde polar çözücüde çok, apolar çözücüde az çözünür.
- f) Çözünen madde çözücü ile reaksiyon vermemelidir.
- g) Birkaç çözücü birbirine uygunsa yanıcılığı ve fiyatına göre seçim yapılmalıdır.

Kristallendirme de çözücü olarak genellikle su kullanılmasına rağmen, alkol, aseton, dioksan, diklorometan gibi çözücü ve karışımları da kullanılır. Ancak, dietil eter de bir çözücü olmasına rağmen pek tercih edilmez. Hem tutuşma sıcaklığının düşük olması hem de kolay buharlaşması dezavantaj olarak görülmektedir. Özellikle kristallendirme esnasında buharlaşma gerçekleşirken maddeyi kabın çeperlerine taşımakta ve madde kaybına yol açmaktadır. Karbon disülfür (CS<sub>2</sub>)'de güçlü bir çözücüdür. Çok kolaylıkla yandığı için kullanılırken dikkatli olunmalıdır. Elde edilen bileşiğin kristallendirme çözücüsü önceden belirlenmemişse, önce maddenin iyi çözüldüğü çözücü bulunur. Bunun yanı sıra çözücü karışımları olarak tanımlanan ikili veya üçlü çözücü karışımları da kullanılmaktadır.

### **Kristallendirme tekniği**

Eğer katı madde, çözücünün kaynama noktasında çözünüyorsa; bir balon alınır, içine katı madde ve yeterince çözücü konduktan sonra, üzerine geri soğutucu takılıp, alttan ısıtılır. Isıtma işlemi, genellikle ısıtma banyoları veya elektrikli ısıtıcılar ile yapılır. Sıcak çözelti hafif ısıtılmış huniden kırmalı süzgeç kağıdı yardımıyla hızla süzülür. Eğer huni soğuk olursa veya çözelti süzülürken soğursa süzgeç kağıdın da kristaller oluşur. Bu durumda verim kayıpları olur. Eğer büyük kristaller istenirse sıcak çözelti yavaş yavaş soğutulur. Küçük kristaller istenirse kuvvetle karıştırılır veya buz banyosunda soğutulur.

### **Kristallendirmede karşılaşılan güçlükler**

a) Renk giderme: Ham ürün renkli safsızlıklar bulundurabilir. Kristallendirme esnasında bu safsızlıklar büyümekte olan safsızlıklar tarafından absorplanır. Böylece elde edilen kristaller, renkli olur. Renkli safsızlıklar hayvan kömürü (aktif karbon) kullanılarak uzaklaştırılabilir. Maddenin kristallendirme çözücüsüne % 1-2 oranında

aktif karbon ilave edilerek ısıtılır. Sıcak olarak süzülür ve soğumaya bırakılarak kristallenmesi sağlanır.

b) Yağ halinde ayrılma: Kristallendirme sırasında bazen madde yağ halinde oluşabilir. Bunun çeşitli nedenleri vardır. Örneğin; çabuk soğutma, çözeltinin derişik olması vb. Derişik çözelti seyreltilirse madde kaybı olabilir. Madde yağ halinde ayrılmışsa, yeniden ısıtılıp, berrak çözelti elde edildikten sonra çok yavaş soğuması sağlanır veya soğumakta olan çözelti bagetle hızlı bir şekilde karıştırılarak veya aş kristali ilave edilerek önlenir.

Doymuş çözelti kristallenmiyorsa, kristallenmeyi sağlamak için aşağıdaki işlemler yapılabilir:

- a) Cam bagetle kabın içi kaşınır.
- b) Aşılama yapılır.
- c) Çok düşük sıcaklıklara soğutulur, donma civarında yavaş yavaş ısınmaya bırakılır.
- d) Çözeltiye birkaç parça CO<sub>2</sub> (karbondioksit) karı ilave edilir.
- e) Netice alınamıyorsa buzdolabında uzun müddet bırakılır.

### **3.2.2 Materyal ve Yöntem**

Kristallendirme deneyi kapsamında benzoik asidin kristallendirilmesi yapılacaktır. Deneyin amacı; benzoik asit maddesini kristallendirme tekniği ile safsızlıklarından arındırmaktır.

#### **3.2.2.1 Deneyde Kullanılacak Malzemeler ve Cihazlar**

- |                     |                           |
|---------------------|---------------------------|
| a) Benzoik asit     | f) Süzgeç (filtre) kağıdı |
| b) 250 mL'lik beher | g) Spatül                 |
| c) Saf su           | h) Cam baget              |
| d) 100 mL'lik mezür | ı) Hassas terazi          |
| f) Huni             | i) Isıtıcı                |

#### **3.2.2.2 Deneyin Yapılışı**

1)250 mL'lik bir behere 5 g kadar benzoik asit alınır ve üzerine 100 mL kadar saf su koyulur.

2)Isıtılarak asidin tamamının çözünmesi sağlanır.

- 3)Çözünmeyen kısımlar varsa, bu kısımlar sıcak süzme işlemi ile ayrılır.
- 4)Süzüntü soğumaya bırakılır.
- 5)Çözeltinin soğumasıyla birlikte kristallerin oluştuğu görülecektir. Oluşan kristaller süzülür ve kurutulur.

### 3.2.3 Bulgular ve Hesaplamalar

Kuruyan benzoik asit kristalleri hassas terazide tartılır ve verim eşitlik 1'e göre hesaplanır. Kristal miktarı ve verim, Tablo 3.2'ye not edilir.

$$\text{Verim (\%)} = (K/B) * 100\% \quad (1)$$

B: Benzoik asidin başlangıç kütlesi (g)

K: Benzoik asit kristalinin kütlesi (g)

**Tablo 3.2:** Elde edilen kristal miktarı ve verim

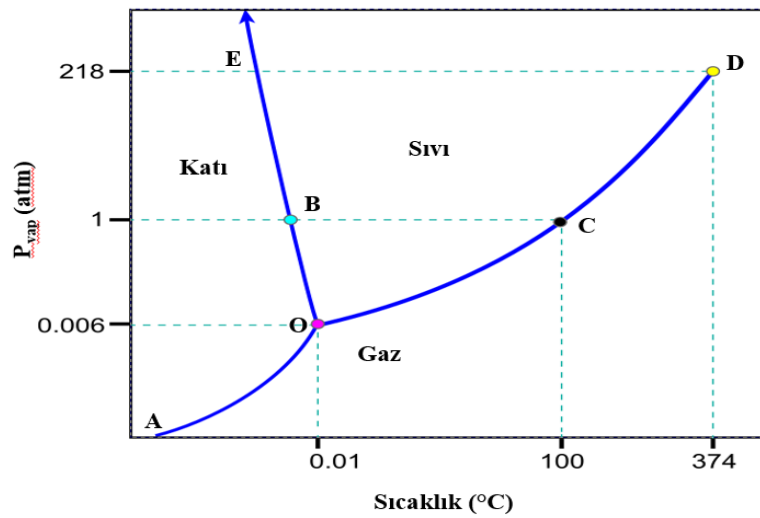
<b>Benzoik asit kristalinin kütlesi</b> <b>(g)</b>	<b>Verim</b> <b>(%)</b>

### 3.3 Süblimleştirme

#### 3.3.1 Teorik Bilgi

Maddenin üç temel hali katı, sıvı ve gazdır. Bunlar arasındaki geçişlere faz değişimleri adı verilir. Örneğin; katıdan sıvıya geçiş erime, sıvıdan katıya geçiş donma, sıvıdan buhara geçiş buharlaşma, gazdan sıvı haline geçiş yoğunlaşma ve katıdan gaz haline geçiş süblimleşmedir. Süblimleştirme, bazı maddelerin saflaştırılmasında kullanılan bir ayırma yöntemidir. Belirli bir sıcaklıkta, katı yüzeylerinden kaçan moleküllerin sıvı yüzeyinden kaçan moleküllerden daha fazla olmasından dolayı, genel olarak katılar sıvılardan daha düşük buhar basıncına sahiptir. Bir maddenin süblimleşebilmesi için yüksek buhar basıncına sahip olması gerekir. Bu olay katı maddelerinde buhar basınçlarının var olduğunu gösterir. Örneğin; karbondioksit molekülü,  $-78,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta gaz halinden katı hale diğer bir deyişle “kar şekline” geçer. Bunun yanı sıra naftalin, iyot, kinon, susuz  $\text{AlCl}_3$ , antrasen, benzoik asit gibi maddeler süblimleşirler. Süblimleşme şartlarını anlamak için katı-sıvı-gaz hal diyagramını incelemek gerekmektedir.

Maddenin üç fiziksel halini ve bunlar arasındaki denge çizgilerini gösteren basınç-sıcaklık eğrilerine faz diyagramları denir. Suyun faz diyagramında (Şekil 3.1) görüldüğü üzere, AO eğrisi, katı-buhar denge eğrisidir. OE eğrisi, katı-sıvı denge eğrisidir. OD, sıvı-buhar denge eğrisidir. O noktası üçlü noktadır. Bu noktada katı-sıvı-gaz fazı denge konumundadır ve üç eğrinin de kesim noktasıdır. D noktası ise kritik noktadır. B noktası, donma noktası; C noktası ise kaynama noktasıdır.



Şekil 3.1: Suyun faz diyagramı.

Bir mol katının direkt olarak buhar haline geçmesi için gerekli ısıya “süblimleşme ısısı” denir. Bu ısı erime ve buharlaşma ısıları toplamına eşittir.

### **Süblimleşirmenin avantajları ve dezavantajları**

Herhangi bir çözücü kullanılmadığı için çözücünün doğurduğu sorunların olmaması, madde kaybına neden olan aktarma işlemlerinin az olması, kristallendirmeden daha hızlı bir işlem olması süblimleşirmenin avantajlarıdır. Süblimleşirme uçucu olmayan tuzlardan, organik bileşiklerin ayrılmasında özellikle değer kazanmaktadır. İşlem sırasında vakum kullanılması, uçuculuğu daha az olan organik bileşiklere de bu yöntemin uygulanmasını sağlar. Bu yöntemin dezavantajı ise, genellikle yeniden kristallendirme yöntemindeki kadar saf ürün yapılamamasıdır.

### **3.3.2 Materyal ve Yöntem**

Süblimleşirme deneyi kapsamında naftalin süblimleştirilecektir. Deneyin amacı; naftalin maddesini süblimleştirerek, süblimleşirme yöntemini incelemektir.

#### **3.3.2.1 Deneyde Kullanılacak Malzemeler ve Cihazlar**

- |              |                  |
|--------------|------------------|
| a) Naftalin  | e) Huni          |
| b) Saf su    | f) Spatül        |
| c) Beher     | g) Hassas terazi |
| d) Saat camı | h) Isıtıcı       |

#### **3.3.2.2 Deneyin Yapılışı**

- 1) Beherin içine saf su koyulur ve ısıtıcıda su kaynatılır.
- 2) 1 g naftalin hassas terazide tartılır. Saat camının üstüne koyulur.
- 3) Su kaynadıktan sonra saat camı beherin üstüne koyulur. Saat camı da ters çevrilmiş huniyle kapatılır. Huninin ince borusunun ucu pamukla veya bezle kapatılır.
- 4) Süblimleşen naftalin huninin iç çeperlerini kaplar.
- 5) Deney süresince huninin dış çeperleri ıslak bez ile soğutulur.

### **3.3.3 Bulgular ve Hesaplamalar**

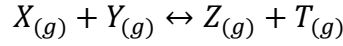
Deney boyunca ve sonunda yapılan gözlemler not edilmelidir.

### 3.4 Kimyasal Denge

#### 3.4.1 Teorik Bilgi

Bir kimyasal tepkimede, tepkimeye giren maddeler bir araya getirildiklerinde tepkime süresi ne kadar uzun olursa olsun, tepkimeye giren maddelerin tümü ürünlere dönüşmeyebilir. Tepkimeye giren maddelerin derişimleri tepkime ilerledikçe üstel olarak azalırken oluşan ürünlerin derişimleri de üstel olarak artar ve bir süre sonra her ikisi de sabit kalır. Bu durumda tepkimede oluşan ürünler, bir yandan yeniden tepkimeye giren maddelere dönüşmektedir. Tepkimeye giren maddelerden ürünlerin oluşma hızının, ürünlerden yeniden tepkimeye giren maddelerin oluşma hızına eşit olduğu bu dinamik duruma kimyasal denge denir.

Örnek olarak sabit sıcaklıkta kapalı bir kaptaki:



tepkimesini inceleyelim. Kaba önce bir miktar X ve Y koyalım. Zamanla X ve Y'nin reaksiyona girmesinden dolayı miktarı azalacak, Z ve T'nin miktarı artacaktır. Oluşan Z ve T reaksiyona girip tekrar X ve Y maddelerini oluşturacaktır. Bir müddet sonra X ve Y'den Z ve T oluşma hızı ile Z ve T'den X ve Y'nin oluşma hızı birbirine eşit olur. Bu duruma denge durumu denir. Bu sırada maddelerin konsantrasyonu değişmezken ileri ve geri yöndeki reaksiyon eşit hızda sürmektedir. (Dinamik denge). Denge tepkimelerinin çift okla gösterilmesinin sebebi budur.

Bazı reaksiyonlar tek yönlü bazı reaksiyonlar çift yönlüdür. Bunun izahını şöyle yapabiliriz:

- Maksimum düzensizliğe eğilim. Gazlar sıvılara göre, sıvılar da katılara göre daha düzensizdir. Mol sayısı fazla olan gaz, az olan gaza göre daha düzensizdir. Bir katı bir sıvıda çözünürse düzensizliği artar. Bir gaz bir sıvıda çözünürse düzensizliği azalır.
- Minimum enerjiye eğilim. Bir reaksiyonda ısının bulunduğu taraf (endotermikte sol, ekzotermikte sağ taraf) minimum enerji eğiliminin olduğu taraftır.

Dengedeki bir sisteme dışarıdan herhangi bir etki yapıldığında Le Chatelier prensibine göre, denge reaksiyonu, bu etkiyi azaltacak şekilde, sağa (ileri yöne) veya sola (ters yöne) kayarak tekrar dengeye gelmek ister. Yani dışarıdan yapılan etkiye ters

şekilde tepki verir. Yapılabilecek bazı değişikliklere karşı sistemin nasıl tepki vereceği aşağıda özetlenmiştir.

### **Derişim (Konsantrasyon)**

Dengedeki bir sistemde hangi maddenin derişimi arttırılırsa, sistem bu maddeyi reaktant olarak belirler ve tepkime yönünü buna göre tercih eder. Reaktantın olduğu tepkime yönünde tepkime hızı artar ve yeniden denge oluştuğunda bu maddenin toplam derişiminde azalma meydana gelir. Dolayısıyla, bir taraftaki tepkime hızının artması diğer maddelerin derişimlerinin de değişmesine sebep olacaktır.

### **Basınç – Hacim**

Basıncın artması hacmin azalması demektir. Basınç artarsa reaksiyon, gazların toplam mol sayısı fazla olan taraftan, az olan tarafa kayar. Gazların toplam mol sayısının her iki yönde de eşit olduğu reaksiyonlarda basınç - hacim değişiminin denge üzerine etkisi olmaz.

### **Sıcaklık**

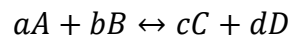
Sıcaklık değişimi k sabitini değiştirir. Denge sabitleri yalnızca sıcaklıkla değişir. Denge tepkimelerinde ısı tıpkı bir madde gibi düşünölmelidir. Ekzotermik reaksiyonlarda ısı ürünler tarafına yazıldığından sıcaklık arttırılınca reaksiyon sola kayar, k sabiti küçölür. Endotermik reaksiyonlarda ısı girenler tarafına yazıldığından sıcaklık arttırıldığında reaksiyon sağa kayar, k sabiti büyür.

### **Katalizör**

Dengedeki bir tepkimeye katalizör kullanılması dengeyi etkilemez. Ancak dengeye ulaşmamış reaksiyonlarda katalizör kullanılması, dengeye ulaşma hızını arttırır.

Bu reaksiyondaki hiçbir madde ile reaksiyona girmeyen bir maddenin eklenmesi dengeyi etkilemez.

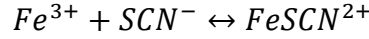
Denge durumundaki bir tepkimede stokiyometrik katsayıları üs olarak alınmış ürünlerin derişimleri çarpımının, stokiyometrik katsayıları üs olarak alınmış tepkimeye giren maddelerin derişimleri çarpımına oranı belirli bir sıcaklık için değişmez bir sayıdır ve denge sabiti olarak adlandırılır.



şeklindeki bir tepkimenin denge sabiti eşitlik 1'de verildiği gibi ifade edilir.

$$K = \frac{C_C^c C_D^d}{C_A^a C_B^b} \quad (1)$$

Örneğin;  $Fe^{3+}$  iyonu ile  $SCN^-$  iyonu arasındaki



Tepkimesi için eşitlik 2 ile verilen denge bağıntısı vardır.

$$K_d = \frac{C_{FeSCN^{2+}}}{C_{SCN^-} C_{Fe^{3+}}} \quad (2)$$

### 3.4.2 Materyal ve Yöntem

Tüm ağır metaller ve tiyosiyanat zehirlidir. Deney biter bitmez ellerin sabunla yıkanması gerekir.

#### 3.4.2.1 Deneyde Kullanılacak Malzemeler ve Cihazlar

- |                        |                  |
|------------------------|------------------|
| a) 0.5 M KSCN          | h) Deney Tüpü    |
| b) 0.5 M $FeCl_3$      | ı) Tüplük        |
| c) Saf su              | i) Hassas terazi |
| d) Derişik HCl         | j) Isıtıcı       |
| e) 0.5 M KI            | k) Beher         |
| f) 0.5 M $Na_3PO_4$    | l) Pipet ve puar |
| g) 0.05 M $Na_2C_2O_4$ | m) Baget         |

#### 3.4.2.2 Deneyin Yapılışı

1) 150 mL saf su, 2 mL 0.5 M KSCN ve 2 mL 0.5 M  $FeCl_3$  250 veya 400 mL'lik behere eklenir. Bu stok çözeltiler ve  $FeSCN^{2+}$  oluşumundan dolayı koyu kırmızı renge sahiptir.

2) 8 adet test tüpü alınır ve üzerlerine 1'den 8'e kadar numara verilir. Her bir test tüpüne, stok çözeltilerden 10 mL ilave edilir.

3) #1 numaralı test tüpü referans amaçlı kullanılır ve #8 numaralı test tüpü su banyosunda ısıtılır. Diğer test tüplerinde, çeşitli reaktiflerin eklenmesi sonucu meydana gelen değişimler izlenecektir. Eklemeler aşağıdaki gibidir:

- #2 numaralı test tüpüne 2 mL derişik HCl
- #3 numaralı test tüpüne 2 mL 0.5 M  $Na_3PO_4$
- #4 numaralı test tüpüne 4 mL 0.5 M  $FeCl_3$
- #5 numaralı test tüpüne 2 mL 0.5 M KI
- #6 numaralı test tüpüne 2 mL 0.05 M  $Na_2C_2O_4$
- #7 numaralı test tüpüne 2 mL 0.5 M KSCN
- #8 numaralı test tüpüne katı NaF eklenir.

4) Renk değişimi olmaması halinde her bir test t¼p¼ bağet yardımıyla iyice karıştırılır. #8 numaralı test t¼p¼ su banyosunda ısıtılır ve renk yoğunluğu #1 numaralı test t¼p¼ ile kıyaslanır. Bilindięi üzere yüksek konsantrasyon daha koyu rengi temsil eder. Her bir test t¼p¼ alınır ve #1 numaralı test t¼p¼ ile arasındaki farklılıklar Le Chatelier's prensibine g¼re açıklanır.

### 3.4.3 Bulgular ve Hesaplamalar

Deney boyunca ve sonunda yapılan g¼zlemler ve gerçekleşen reaksiyonlar ile Tablo 3.3 doldurulmalıdır.

**Tablo 3.3:** Kimyasal denge deneyi boyunca yapılan g¼zlemler.

Deney T¼pleri	Kullanılan Etki	G¼zlemler
#2		
#3		
#4		
#5		
#6		
#7		
#8		

## 3.5 Çözelti Hazırlama

### 3.5.1 Teorik Bilgi

İki veya daha fazla maddenin tek bir faz oluşturmak üzere birbirleri içinde homojen olarak karışmaları sonucu meydana getirdikleri homojen karışımlara **çözelti** denir. Yani fiziksel özellikleri her yerde aynı olan karışımlardır. Kolonya, tuzlu su, hava, gazoz, alaşımlar çözeltilere örnek olarak verilebilir. Çözeltiler homojendir fakat saf değildir, belirli bir erime ve kaynama noktaları yoktur. Bir çözeltide iki ana bileşen vardır. Bunlar; çözünen ve çözücüdür. Çözeltiyi meydana getiren bileşenlerden genellikle miktarca fazla olanına **çözücü**, diğerine ise **çözünen** adı verilmektedir. En önemli çözücü sudur. Diğer çözücülere örnek olarak etil alkol, karbon tetraklorür, benzen verilebilir.

Çözeltiyi oluşturan maddelerden biri katı diğeri sıvı ise; katı, sıvıda çözünmüş demektir ve katıya çözünen, sıvıya ise çözücü denir. Çözeltiyi oluşturan bileşenlerden her ikisi de sıvı ise genellikle miktarca fazla olana çözücü denir. Eğer sıvı-sıvı çözeltilerinde miktar eşit ise dipol momentini büyük olan çözücü olarak kabul edilir.

Çözeltiler oluşturdukları homojen fazlara göre katı, sıvı ve gaz çözeltiler şeklinde sınıflandırılabilirler.

Katı fazındaki çözeltiler, iki katının homojen olarak birbiri içinde çözünmesi ile elde edilmektedir. Bronz, pirinç gibi alaşımlar bu tip çözeltilere örnek olarak verilebilir. Sıvı fazındaki çözeltiler; bir katı, sıvı ya da gazın bir sıvı içerisinde çözünmesiyle elde edilmektedirler ki buna da alkollü su, tuzlu su ya da gazoz örnek olarak verilebilir. Gaz fazındaki çözeltiler ise, bir gazın diğer bir gaz içinde çözünmesiyle oluşan çözeltilerdir. O<sub>2</sub>-N<sub>2</sub> karışımı bu tip çözeltilere örnektir.

Derişim, çözeltide bulunan çözünen miktarının bir ölçüsüdür. Diğer bir deyişle, çözeltilinin birim hacminde ya da çözücünün birim kütlesinde çözünen madde miktarına **derişim (konsantrasyon)** denir. **Derişik çözelti**, çözünen madde miktarı nispeten fazla olan çözeltilere denir. **Seyreltik çözelti** ise çözünen miktarı nispeten az olan çözeltilere denir.

Çözeltiler, içerdikleri çözünmüş madde miktarına göre üçe ayrılır. Belirli koşullarda, belirli bir miktar çözücünün çözebileceği kadar madde çözünmüşse **doymuş çözelti**, çözebileceğinden daha az madde çözünmüşse **doymamış çözelti**,

doymunluk miktarının üstünde madde çözünmüşse **aşırı doymuş çözelti** oluşur. Aşırı doymuş çözeltiler kararlı değildir.

Sabit sıcaklık ve basınçta birim hacim çözücünde çözünebilen maksimum madde miktarına **çözünürlük** denir. Çözünürlük, çözücünün ve çözünenin cinsine, ortak iyon derişimine, sıcaklığa ve basınca bağılı olarak değişir.

Derişim birimlerinin çok çeşitli olmasına karşın en fazla kullanılan birimler; **% derişim, molarite, normalite**'dir.

**%Derişim:** Kütlece ve hacimce olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

**Kütlece Yüzde Derişim (w/w%):** 100 gram çözeltide çözünen madde miktarını ifade etmektedir ve genellikle katılar için kullanılmaktadır. Örneğin; %10'luk NaCl çözeltisi demek 100 birim çözeltinin 10 birimi NaCl ve 90 birimi çözücü demektir.

$$\text{Çözünenin Kütlece Yüzdesi} = \frac{\text{Çözünenin Kütlesi}}{\text{Çözeltinin Kütlesi}} \times 100 \quad (1)$$

**Örnek 1:** Kütlece %10'luk 500 g NaOH çözeltisi hazırlayınız.

100 g çözelti içinde 10 g katı NaOH bulunmaktadır (Kütlece %10'luk). Çözeltinin toplam hacmi 500 g olduğuna göre 50 g katı NaOH bulunmaktadır (500 g NaOH çözeltisi). O halde, 500 g çözeltinin 50 g NaOH ise geri kalan 450 g'ı çözücüdür (sudur). Suyun yoğunluğu 1 g/mL kabul edilirse 450 mL su alınarak 50 g NaOH suda çözdürülür.

**Hacimce Yüzde Derişim (v/v%):** 100 mL çözeltide çözünen madde miktarını ifade etmektedir ve genellikle bir sıvının başka bir sıvı içerisinde çözüdüğü durumlar için kullanılmaktadır. Örneğin; % 20'lik alkol çözeltisi demek 100 birim hacim çözeltinin 20 birim hacmi alkol, 80 birim hacmi çözücü demektir.

$$\text{Çözünenin Hacimce Yüzdesi} = \frac{\text{Çözünenin Hacmi}}{\text{Çözelti Hacmi}} \times 100 \quad (2)$$

**Örnek 2:** %95'lik alkolden hacimce %40'lık 2 L alkol çözeltisi hazırlayınız.

100 mL alkol çözeltisinde 40 mL saf alkol bulunması istenmektedir. 2 L için 800 mL saf alkol bulunmalıdır. 800 mL saf alkol ise  $800 \times (100/95) = 842$  mL demektir. O halde, 842 mL %95'lik alkolden alınarak 2 L'ye tamamlanır.

**Molarite (M):** Bir litre çözeltilde çözünmüş olan maddenin mol sayısına molarite denir ve genellikle “M” ile gösterilir. Çözelti birden fazla madde ihtiva ediyorsa her bir madde için molarite ayrı ayrı verilir.

$$M = \frac{n}{V} \quad (3)$$

n: çözünen maddenin mol sayısı

V: litre cinsinden çözeltinin hacmi

**Normalite (N):** Bir çözeltinin litresinde çözünen maddenin eşdeğer gram sayısına normalite denir ve genellikle “N” ile gösterilir. Eşdeğer gram sayısı, çözünen maddenin kütlelerinin eşdeğer gramına bölümüdür.

$$1 \text{ eşdeğer gram} = \frac{\text{Molekül Kütlesi}}{\text{Tesir Değeri}} \quad (4)$$

$$\text{Normalite}(N) = \frac{m \times T_d}{M_a \times V} \quad (5)$$

$$\text{Normalite}(N) = M \times T_d \quad (6)$$

m: Maddenin Kütlesi

M<sub>a</sub>: Maddenin 1 molünün kütlesi

M: Molarite

“T<sub>d</sub>” ile ifade edilen tesir değeri, asitlerin ortama verdiği H<sup>+</sup> iyonu sayısı, bazların ortama verdiği OH<sup>-</sup> iyonu sayısı, tuzların ise ortama verdiği veya aldığı elektron sayısına denir.

**Mol kesri (X):** Bileşenin mol sayısının çözeltildeki toplam mol sayısına oranıdır. A, B ve C maddelerinden meydana gelmiş bir çözeltide mol sayıları n<sub>A</sub>, n<sub>B</sub> ve n<sub>C</sub> ise A maddesinin mol kesri için X<sub>A</sub>,

$$X_A = \frac{n_A}{n_A + n_B + n_C} \quad (7)$$

Bir çözeltideki maddelerin mol kesirleri toplamı bire eşittir.

$$X_A + X_B + X_C = 1 \quad (8)$$

### 3.5.2 Materyal ve Yöntem

#### 3.5.2.1 Deneyde Kullanılacak Malzemeler ve Cihazlar

- |              |                              |
|--------------|------------------------------|
| a) NaCl      | f) Balon joje ( $\times 2$ ) |
| b) Spatül    | g) Saf su                    |
| c) Saat Camı | h) HCl                       |
| d) Beher     | ı) Puar                      |
| e) Baget     | i) Pipet                     |

#### 3.5.2.2 Deneyin Yapılışı

##### A) 0,1 M 100 mL NaOH Çözeltisinin Hazırlanması:

1) Miktarı hesaplanıp tartımı alınan NaOH beherde biraz saf su eklenerek baget yardımıyla karıştırılarak çözdürülür.

2) 100 mL'lik bir balon jojeye aktarılır ve madde kaybı olmaması için behere saf su koyularak yıkama suyu balon jojeye aktarılır.

3) Balon jojeye yavaş yavaş su eklenmeye devam edilir ve en son ölçü çizgisine kadar saf su ile tamamlanır.

4) Balon jojenin kapağı kapatılarak etiketleme yapılır.

##### B) 0,1 M 100 mL HCl Çözeltisinin Hazırlanması:

1) Derişik HCl çözelti şişesinin üzerinde yazılı olan yüzde ve yoğunluk değerleri okunup not edilir ve alınması gereken derişik HCl miktarı hesaplanır.

2) Derişik HCl çözeltisinden pipet yardımıyla hesaplanan miktarda alınır ve önceden bir miktar saf su ile doldurulmuş balon jojeye aktarılır.

3) Bir behere konulan saf sudan kullanılan pipetle birkaç kez alınarak balon jojeye eklenir.

4) Balon jojeye biraz daha su eklenir ve en son ölçü çizgisine kadar saf su ile tamamlanır.

5) Balon jojenin kapağı kapatılarak hafifçe çalkalanır ve etiketleme yapılır.

**NOT: Hidroklorik asit çözeltisi hazırlarken asla derişik asit üzerine su ilave etmeyiniz!!!**

### **C) 0,1 M 100 mL CH<sub>3</sub>COOH Çözeltisinin Hazırlanması:**

1) Derişik CH<sub>3</sub>COOH çözelti şişesinin üzerinde yazılı olan yüzde ve yoğunluk değerleri okunup not edilir ve alınması gereken derişik CH<sub>3</sub>COOH miktarı hesaplanır.

2) Derişik CH<sub>3</sub>COOH çözeltisinden pipet yardımıyla hesaplanan miktarda alınır ve önceden bir miktar su ile doldurulmuş balon jøjeye aktarılır.

3) Bir behere konulan saf sudan kullanılan pipetle birkaç kez alınarak balon jøjeye eklenir.

4) Balon jøjeye biraz daha su eklenir ve en son ölçü çizgisine kadar saf su ile tamamlanır.

5) Balon jöjenin kapağı kapatılarak hafifçe çalkalanır ve etiketleme yapılır.

### **3.5.3 Bulgular ve Hesaplamalar**

Çözelti hazırlama deneyi boyunca yapılan hesaplamaları ve deney esnasındaki gözlemlerinizi not ediniz.

### 3.6 İndikatörler (Belirteçler)

#### 3.6.1 Teorik Bilgi

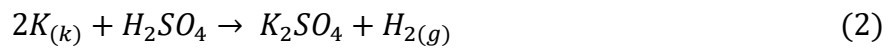
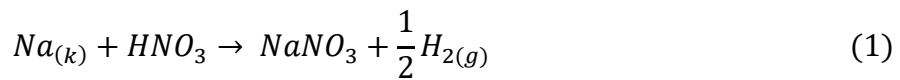
Asit ve baz kavramı günlük hayatta çok sık karşılaşılan kavramlardandır. Örneğin; güncel bir çevre sorunu olan "asit yağmurları" bilinen bir olgudur. Asit ve bazlar konusu kimyanın da en önemli konularından birini oluşturmaktadır; çünkü, kimyasal reaksiyonların büyük bir çoğunluğu asit ve baz reaksiyonlarıdır.

**Tablo 3.4:** Asitlerin sınıflandırılması

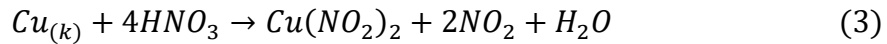
ASİTLER	
Kuvvetli Asitler (Suda %100 iyonlaşan)	Zayıf Asitler (Suda kısmen iyonlaşan)
HCl, HBr, HNO <sub>3</sub> , HClO <sub>4</sub>	HF, H <sub>2</sub> S, HCN, H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , CH <sub>3</sub> COOH, H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>

#### Asitlerin Genel Özellikleri:

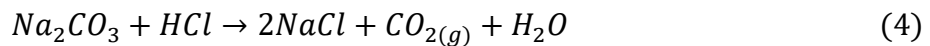
- Asitler suda iyonlaşarak çözünürler.
- Asitlerin sulu çözeltileri elektrik akımını iletir.
- Tatları ekşidir.
- Turnusol kağıdını kırmızıya çevirir.
- Asitler aktif metaller ile reaksiyona girerek H<sub>2</sub> gazı ve tuz oluştururlar.



- Yarı soy metaller (Cu, Hg, Ag) oksijenli asitlerle reaksiyona girerler. HBr, HCl gibi asitlerle reaksiyon vermezler.

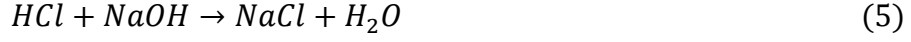


- Soy metaller (Au, Pt) asitlerle reaksiyon vermez. Kral suyu (HNO<sub>3</sub> +HCl) ile tepkime verirler.
- Bazik özellik gösteren karbonatlı bileşiklerin, asitlerle tepkimelerinde CO<sub>2</sub> gazı oluşur.



- Bazlarla nötrleşme tepkimesi verirler.

Asit + Baz → Tuz + Su (Tuz bazın katyonu ile asidin anyonundan meydana gelir.)



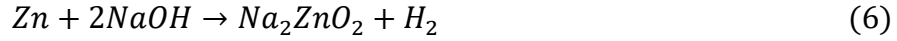
Asit ve bazın sulu çözeltisi nötrleşme tepkimesi verir.

**Tablo 3.5:** Bazların sınıflandırılması ve örnekler.

BAZLAR	
Kuvvetli Bazlar (Suda %100 iyonlaşan)	Zayıf Bazlar (Suda kısmen iyonlaşan)
NaOH, KOH, Ba(OH) <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub> , Al <sub>2</sub> (OH) <sub>3</sub>

#### Bazların Genel Özellikleri

- Suda iyonlaşarak çözünürler.
- Sulu çözeltileri elektrik akımını iletir.
- Tatları acıdır.
- Turnusol kağıdının rengini maviye çevirir.
- Kuvvetli bazlar amfoter metallerle (Zn, Pb, Cr, Sn, Al, Sb, Be) tepkime vererek H<sub>2</sub> gazı oluştururlar.



Asit ve bazların çok çeşitli tanımları yapılmış olmasına rağmen bugün Arrhenius, Lowery-Bronsted ve Lewis tarafından yapılan tanımlar kullanılmaktadır.

#### Arrhenius Asit-Baz Tanımı

**Asit:** Mavi turnusölü kırmızı yapan, bazı metallerle (aktif metaller) hidrojen gazı açığa çıkaran, tadı ekşi, su ortamında hidrojen iyonu (H<sup>+</sup>) veren maddedir.

**Baz:** Kırmızı turnusölü mavi yapan, asitleri nötrleştiren ve su ortamına hidroksil (OH<sup>-</sup>) iyonu veren maddedir. Bu tanımın turnusolle ilgili kısmı zamanımızda çok kullanılmaktadır. Ayrıca, bazlar karbondioksit ile tepkimeye girerek su ve karbonatlı bileşik oluştururlar. Çoğu metalle tepkime vermezler (Amfoter metaller hariç).

### **Lowery-Bronsted Asit-Baz Tanımı:**

Asitler proton veren, bazlar ise proton alan maddelerdir. Diğer bir deyişle asit ve bazlar sırasıyla proton verici ve proton alıcı maddelerdir. Bir asit proton verdiği zaman kendisinin konjüge çifti veya konjüge bazı, bir baz proton aldığı zaman kendisinin konjüge asidi meydana gelir.

### **Lewis Asit-Baz Tanımı:**

Bu tanıma göre, asit elektron alabilen veya elektron çiftine katılabilen, baz ise elektron verebilen veya elektron çifti taşıyabilen maddedir.

### **pH**

pH, bir çözeltinin asitlik veya bazlık derecesini belirten ölçü birimidir. pH kavramı ilk kez Danimarkalı kimyager Søren Peder Lauritz Sørensen tarafından 1909 yılında tanımlanmıştır.

pH teriminde p; eksi logaritmanın matematiksel sembolünden ve H ise hidrojenin kimyasal formülünden türetilmişlerdir. pH tanımı, pratikçe hidrojen derişiminin eksi logaritması olarak verilebilir. Günümüzde pH,  $[H_3O^+]$  cinsinden ifade edilmektedir.

$$pH = -\log [H_3O^+] \quad (7)$$

pH hidrojen iyonun aktivitesi cinsinden bir asit veya bazın derecesini ifade etme yoluyla ihtiyaç duyulan kantitatif bilgiyi sağlar.

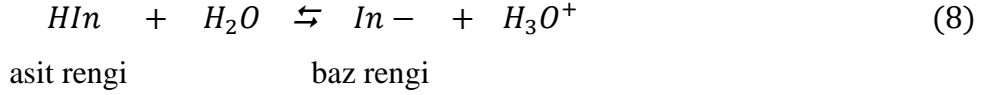
Buna göre, 0,025 M HCl içeren bir çözeltide, kuvvetli asit olan HCl'nin tamamen iyonlaşması nedeniyle  $H_3O^+$  derişimi  $[H_3O^+] = 2,5 \times 10^{-3}$  M'dır. Buna göre bu çözeltinin pH'sı;

$$pH = -\log [2,5 \times 10^{-3}] = 2,60$$

eşitliği ile hesaplanır.

**İndikatörler (Belirteçler):** İndikatörler, içine kondukları çözeltinin pH değerine göre renk veren organik bileşiklerdir. pH indikatörleri, zayıf asit veya zayıf bazlardır. Genel olarak zayıf asit indikatörleri HIn ile gösterilir. Bazik indikatörler InOH veya daha çok  $In^-$  sembolleri ile gösterilirler. Burada indikatörlerin çalışmasını

açıklamak için sadece asidik indikatörler üzerinde kısa bilgi verilecektir. Asidik bir indikatörün ayrışma tepkimesi,



şeklinde gösterilir. HIn / In<sup>-</sup> çifti Bronsted-Lowry Kuramına göre asit/baz eşlenik çiftini oluşturur. İndikatörlerin asit/baz eşlenik çiftlerinin rengi farklıdır. Biri diğerinin 10 katı derişime sahipse fazla olan türün rengi gözlenir. HIn / In<sup>-</sup> çiftlerinin derişimleri pH'a bağlı olarak değişir. Örneğin; HIn indikatörünün ayrışma dengesinde (bakınız: üsteki tepkime denklemi) asit miktarı yani H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> iyonu derişimi artırılırsa (pH azalır), Le Chatelier ilkesine göre denge sağa kayar ve HIn derişimi artar. Böylece HIn'nın asit rengi gözlenir. Buna karşılık pH artırılırsa, yani H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> iyonu derişimi azaltılırsa HIn rengi yerine In<sup>-</sup> iyonunun baz rengi gözlenir.

Örneğin; metil kırmızısı indikatörü, HIn formundayken kırmızı, ayrıştıktan sonra In<sup>-</sup> formuna dönüşür ve sarı renk oluşturur. Yani metil kırmızısı içeren bir çözelti kırmızı renkli ise, bu çözelti asidiktir. Eğer bu çözeltiye baz eklenirse metil kırmızısı HIn formundan In<sup>-</sup> formuna dönüşerek sarı renge döner.

**Tablo 3.6:** Bazı indikatörlerin asidik ve bazik ortamdaki renkleri ve pH aralıkları.

İndikatör	Asit Rengi	Baz Rengi	pH Aralığı
Timol Mavisi	Kırmızı	Sarı	1,2 – 2,8
Metil Oranj	Kırmızı	Sarı	3,1 – 4,5
Bromofenol Mavisi	Sarı	Mavi	3,0 – 4,6
Brom Krezol Yeşili	Sarı	Mavi	3,8 – 5,5
Metil Kırmızısı	Kırmızı	Sarı	4,2 – 6,3
Turnusol	Kırmızı	Mavi	5,0 – 8,0
Brom Timol Mavisi	Sarı	Mavi	6,0 – 7,6
Timol Mavisi	Sarı	Mavi	8,0 – 9,6
Fenolftalein	Renksiz	Kırmızı	8,3 – 10,0
Alizarin Sarısı	Sarı	Eflatun	10,0 – 12,1

### 3.6.2 Materyal ve Yöntem

#### 3.6.2.1 Deneyde Kullanılacak Malzemeler ve Cihazlar

- a) Deney tüpü
- b) Tüplük
- c) Cam pipet
- d) Puar
- e) Damlalık (Pastör Pipeti)
- f) Kuvvetli asit, kuvvetli, baz ve zayıf asit çözeltileri
- e) İndikatörler (Turnusol kağıdı, Metil Kırmızısı, Bromofenol Mavisi ve Fenolftalein)

#### 3.6.2.2 Deneyin Yapılışı

##### A) İndikatör Renklerinin Tayini:

- 1) Sekiz deney tüpü 1A, 2A, 3A, 4A ve 1B, 2B, 3B, 4B şeklinde işaretlenir.
- 2) A kodlu deney tüplerine hazırlanan 0,1 M HCl çözeltisinden ~2,5 mL konulur.
- 3) B kodlu deney tüplerine de hazırlanan 0,1 M NaOH çözeltisinden ~2,5 mL konulur.
- 4) Tüm tüpler bir tüplüğe sıralanır.
- 5) 1 nolu asit ve baz tüpüne turnusol kağıdı,
- 6) 2 nolu asit ve baz tüpüne bir damla metil kırmızısı,
- 7) 3 nolu asit ve baz tüpüne bir damla bromofenol mavisi,
- 8) 4 nolu asit ve baz tüpüne bir damla fenolftalein eklenir.
- 9) Gözlemlenen renkler not edilir.

##### B) pH Tayini:

1. Kuvvetli baz çözeltisinden, kuvvetli asit çözeltisinden ve zayıf asit çözeltisinden bir miktar deney tüplerine koyulur.

2. Deney tüplerinin içine pH kağıtları daldırılır ve kuvvetli baz, kuvvetli asit ve zayıf asit çözeltilerinin yaklaşık olarak pH değerleri bulunur ve not edilir.

### 3.6.3 Bulgular ve Hesaplamalar

Gözlemlerinizi Tablo 3.7 ve Tablo 3.8'e işleyiniz.

**Tablo 3.7:** Asit ve baz çözeltilerinin indikatör eklendikten sonraki gözlenen renkler.

	İndikatörler ve gözlenen renkler			
	Turnusol Kağıdı	Metil Kırmızısı	Bromofenol Mavisi	Fenolftalein
Kuvvetli baz çözeltisi				
Kuvvetli asit çözeltisi				

**Tablo 3.8:** Kuvvetli, zayıf asit ve kuvvetli baz çözeltilerinin pH kağıdı ile bulunan pH değerleri.

Kuvvetli baz çözeltisi	Kuvvetli asit çözeltisi	Zayıf asit çözeltisi
pH	pH	pH

### 3.7 Titrasyon

#### 3.7.1 Teorik Bilgi

**Titrasyon;** konsantrasyonu (derişim) bilinen bir çözeltilen faydalanarak, konsantrasyonu bilinmeyen çözeltilerin konsantrasyonunun bulunması için yapılmaktadır. Herhangi bir asidin 1 eşdeğer gramı, herhangi bir bazın 1 eşdeğer gramını nötrleştirir. Nötrleşmenin ne zaman olduğu **indikatör (belirteç)** denen maddeler vasıtasıyla anlaşılır. Bu indikatörler asidik ve bazik çözeltilerde renkleri değişmektedir.

Kuvvetli bir asit ile bir baz titre edildiğinde nötrleşme noktasında karışımın pH'ı 7 civarındadır. Eğer asit veya bazdan biri zayıf olursa karışımın pH'ı 7'den farklı olur.

Herhangi bir asidin ve bazın tam nötrleşmesinde eşdeğer gram sayılar aynı olduğu için eşitlik 1'deki denklem yazılır.

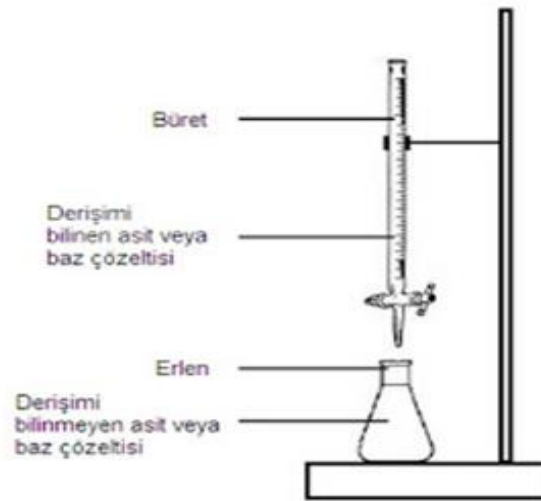
$$N_a \times V_a = N_b \times V_b \quad (1)$$

$N_a$ : Asidin normalitesi

$V_a$  : Asidin hacmi

$N_b$  : Bazın normalitesi

$V_b$  : Bazın hacmi



Şekil 3.2: Titrasyon deneyi düzeneđi.

### 3.7.2 Materyal ve Yöntem

#### 3.7.2.1 Deneyde Kullanılacak Malzemeler ve Cihazlar

- |                     |                  |
|---------------------|------------------|
| a) 250 mL'lik erlen | e) Fenolftalein  |
| b) HCl              | f) Meyve suyu    |
| c) Spor             | g) Pipet ve puar |
| d) Büret            |                  |

#### 3.7.2.2 Deneyin Yapılışı

##### A) Hidroklorik Asit (HCl) Konsantrasyonu Tayini

250 mL'lik bir erlene 25 mL konsantrasyonu bilinmeyen HCl çözeltisi koyulur. Üzerine birkaç damla fenolftalein damlatılır. Daha sonra temizlenmiş bir büreti konsantrasyonu belli olan NaOH çözeltisiyle doldurulur ve bir spora tutturulur. Büretin musluğu hafifçe açılır ve NaOH çözeltisinin erlene yavaş yavaş damlaması sağlanır. Bu sırada erlen sürekli olarak çalkalanır. Nötürleşme noktasına doğru ilaveler daha yavaş yapılır. Açık pembe renk oluştuğu (dönüm noktasının olduğu) anda titrasyona son verilir. Harcanan NaOH miktarı kaydedilir. Yukarıdaki formül kullanılarak asidin konsantrasyonu hesaplanır.

##### B) Meyve Sularının Asitlik Tayini

250 ml'lik bir erlene 25 mL meyve suyu (limon, portakal suyu, vb.) ve 25 mL saf su alınır. Üzerine birkaç damla fenolftalein indikatörü ilave edilir. Bir bürete 0,1 N NaOH çözeltisi doldurulur. Erlenindeki çözeltinin rengi pembe oluncaya kadar (dönüm noktasının olduğu) titre edilir. Harcanan NaOH miktarı kaydedilir. Limon ve portakal suları için asitlik, sitrik asit cinsinden hesaplanır. (1 mL 0,1 N NaOH = 6,4 mg sitrik aside karşılık gelir). Elma için asitlik malik asit cinsinden hesaplanır. (1 mL 0,1 N NaOH = 6,7 mg malik asit).

### 3.7.3 Bulgular ve Hesaplamalar

Elde ettiğiniz verileri Tablo 3.9'a işleyiniz.

**Tablo 3.9:** Titrasyon deneyi verileri.

Harcanan NaOH miktarı (mL)	
HCl'in konsantrasyonu (mol/L)	
Meyve suları için harcanan NaOH miktarı (mL)	
Meyve sularının asitliği	

#### **4. KAYNAKLAR**

Atkins P. ve Jones L., Temel Kimya I, 1997, s:410-419.

Bursa Teknik Üniversitesi, 2018, Genel Kimya Laboratuvar Föyü.

Cumhuriyet Üniversitesi, 2007, Genel Kimya Lab Föyü, Hatiboğlu Yayıncılık.

Erdik, E., Obalı, M., Yüksekışık, N., Öktemer, A., Pekel, T., 2013, Denel organik kimya, Gazi Kitabevi.

İrez, G., 2002, Laboratuvar Tekniği, Muğla.

Petrucci, R. H., Harwood, W. S., Herring, F. G., 1994, Genel kimya, Palme Yayıncılık, Ankara, 403.

Yılmaz, M., 2004, Genel Kimya Laboratuvarı, Mimoza Yayıncılık.