

**Bu kitaba sığmayan
daha neler var!**



Karekodu okutun, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaşın!

ÖDS

**ÖĞRENCİ/ÖĞRETMEN
DESTEK SİSTEMİ**

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

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



Kişiselleştirilmiş Öğrenme ve Raporlama

Animasyonlar, 3B Modeller, Simülasyon ve Oyunlar

Paylaşım ve İş birliği

Ortak / Özel Takvim

eBa
www.eba.gov.tr



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

ISBN: 978-975-11-5720-1

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

LABORATUVAR HİZMETLERİ ALANI

LABORATUVAR TEMEL İŞLEMLERİ

9

9 DERS MATERYALI

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
LABORATUVAR HİZMETLERİ ALANI

LABORATUVAR TEMEL İŞLEMLERİ

9

Ders Materyali



MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
LABORATUVAR HİZMETLERİ ALANI
**LABORATUVAR TEMEL
İŞLEMLERİ**

9

DERS MATERYALİ

YAZARLAR

Dr. Tuğba DEMİRCİ ERCOŞKUN

Merve ACAR GÖK

Özcan ÇETİN



MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI.....: 7560
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ.....: 1600

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

HAZIRLAYANLAR



DİL UZMANLARI	Nihal TEMEL Osman Nuri GÜVEN
REHBERLİK UZMANI	Elif BAYRAK
GÖRSEL TASARIM UZMANLARI	Adem GÖÇER Büşra KARALI

ISBN: 978-975-11-5720-1

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



İSTİKLÂL MARŞI

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

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

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

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
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 fişkırarak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

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

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

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

Mehmet Âkif Ersoy

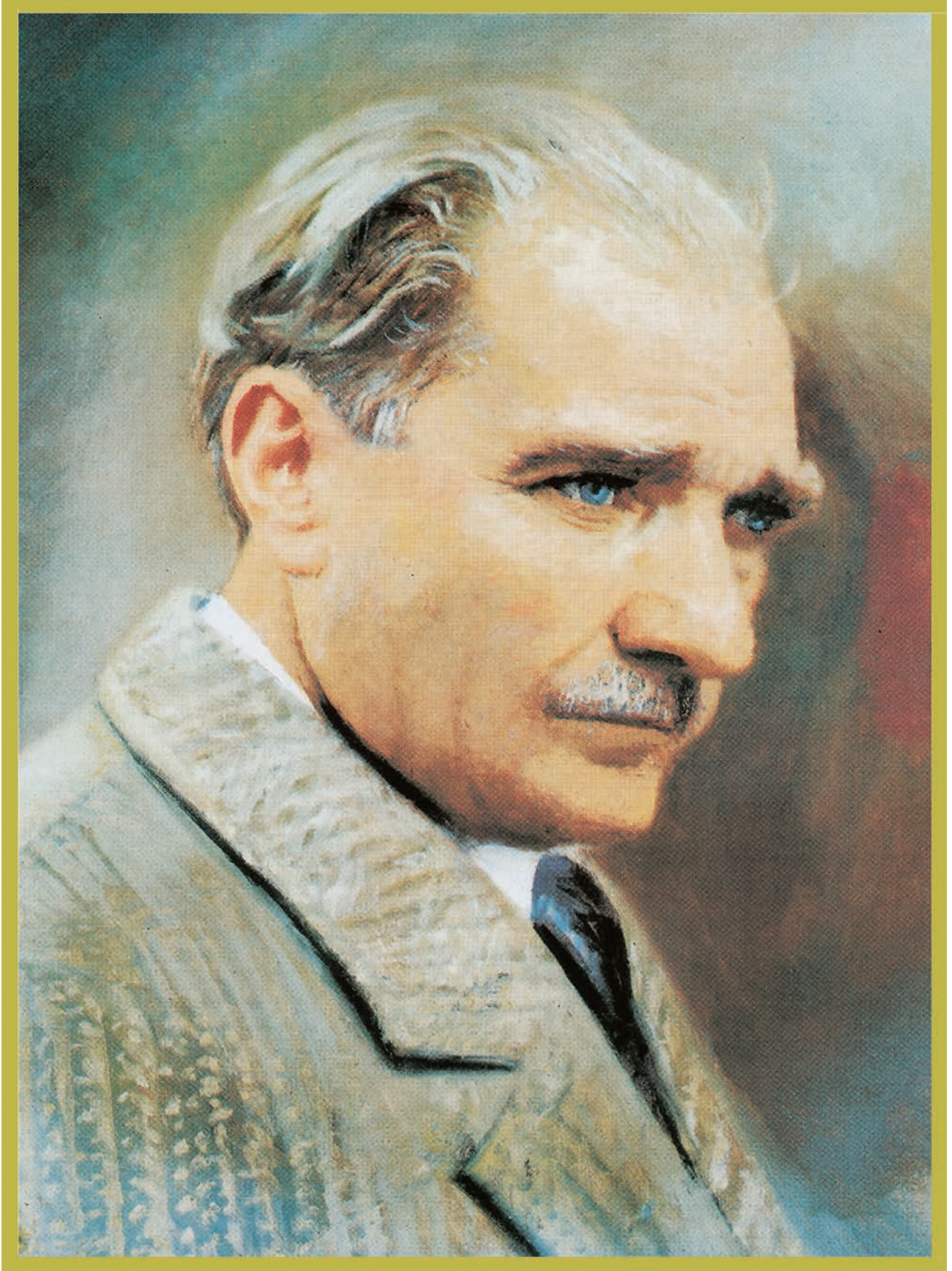
GENÇLİĞE HİTABE

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

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

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

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK



İÇİNDEKİLER

DERS MATERYALİNİN TANITIMI.....	13
ÖĞRENME BİRİMİ 1: KATI VE SIVILARDA ÖLÇÜM	14
1.1. KÜTLE ÖLÇÜMÜ.....	16
1.1.1. Kütle	16
1.1.1.1. Dara.....	16
1.1.1.2. Brüt Kütle.....	16
1.1.1.3. Net Kütle.....	16
1.1.2. Kütle Ölçüm Birimleri ve Dönüştürülmesi	17
1.1.3. Laboratuvarında Kullanılan Tartım Araçları	18
1.1.3.1. Hassas Teraziler.....	18
1.1.3.2. Analitik Teraziler	18
1.1.4. Terazilerin Tartıma Hazırlanması	19
1.1.5. Tartım Yapma	19
1.1.6. Tartım İşleminde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar.....	20
1.1.7. Terazilerin Temizliği ve Bakımı	20
UYGULAMA YAPRAĞI 1	21
UYGULAMA YAPRAĞI 2.....	23
1.2. HACİM ÖLÇÜMÜ	26
1.2.1. Hacim	26
1.2.2. Hacim Birimleri ve Dönüştürülmesi	26
1.2.3. Katılarda Hacim Ölçümü	28
1.2.3.1. Boyutları Ölçülebilen Katı Maddelerin Hacim Ölçümü.....	28
1.2.3.2. Boyutları Ölçülemeyen Katı Maddelerin Hacim Ölçümü	30
1.2.4. Sıvılarda Hacim Ölçümü.....	31
1.2.4.1. Pipetle Hacim Ölçümü ve Pipet Temizliği	31
1.2.4.2. Mezürle Hacim Ölçümü	35
1.2.4.3. Büretle Hacim Ölçümü	36
1.2.4.4. Dispenserle Hacim Ölçümü.....	38
UYGULAMA YAPRAĞI 1	39
UYGULAMA YAPRAĞI 2.....	41
UYGULAMA YAPRAĞI 3.....	44
UYGULAMA YAPRAĞI 4.....	46
UYGULAMA YAPRAĞI 5.....	49
1.3. YOĞUNLUK ÖLÇÜMÜ	52
1.3.1. Yoğunluk Birimleri ve Dönüştürülmesi	53
1.3.2. Katılarda Yoğunluk Ölçümü	53
1.3.2.1. Boyutları Ölçülebilen Katıların Yoğunluğunu Bulma	53
1.3.2.2. Boyutları Ölçülemeyen Katıların Yoğunluğunu Bulma	54
1.3.3. Sıvılarda Yoğunluk Ölçümü	54
UYGULAMA YAPRAĞI 1	58
UYGULAMA YAPRAĞI 2.....	60
UYGULAMA YAPRAĞI 3.....	63
ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME ÇALIŞMALARI.....	66



ÖĞRENME BİRİMİ 2: KARIŞIMLARI AYIRMA	70
2.1. SÜZME İLE AYIRMA	72
2.1.1. Karışımlar	72
2.1.2. Karışımların Sınıflandırılması	72
2.1.2.1. Homojen Karışımlar (Çözeltiler)	73
2.1.2.2. Heterojen Karışımlar	73
2.1.3. Karışımların Ayrılması	75
2.1.4. Süzme ile Ayırma Yöntemi	76
2.1.4.1. Basit Süzme	77
2.1.4.2. Vakumlu Süzme	78
UYGULAMA YAPRAĞI 1	79
UYGULAMA YAPRAĞI 2	82
2.2. DAMITMA İLE AYIRMA	85
2.2.1. Yöntemin Prensibi	85
2.2.2. Damıtma Şekilleri	85
2.2.2.1. Basit Damıtma	85
2.2.2.2. Ayrımsal Damıtma	86
2.2.3. Su Buharı Damıtması	87
2.2.3. Saf Su Eldesi	88
UYGULAMA YAPRAĞI 1	89
2.3. AYIRMA HUNİSİ İLE AYIRMA	92
2.3.1. Yöntemin Prensibi	92
2.3.2. Yapılışı	93
UYGULAMA YAPRAĞI 1	94
2.4. EKSTRAKSİYON (ÇEKME) İLE AYIRMA	97
2.4.1. Yöntemin Prensibi	97
2.4.2. Sıvı Ekstraksiyonu	97
2.4.3. Katı Ekstraksiyonu	98
UYGULAMA YAPRAĞI 1	100
UYGULAMA YAPRAĞI 2	103
2.5. KRİSTALLENDİRME İLE AYIRMA	106
2.5.1. Yöntemin Prensibi	106
2.5.2. Yapılışı	106
UYGULAMA YAPRAĞI 1	108
2.6. SANTRİFÜJ İLE AYIRMA	111
2.6.1. Yöntemin Prensibi	111
2.6.2. Yapılışı	112
UYGULAMA YAPRAĞI 1	113
ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME ÇALIŞMALARI	116



ÖĞRENME BİRİMİ 3: VOLÜMETRİK ANALİZ İŞLEMLERİ	120
3.1. TİTRASYON ÖNCESİ HAZIRLIKLAR	122
3.1.1. Analitik Kimya	122
3.1.2. Volümetrik Analiz	123
3.1.3. Volümetrik Analizde Kullanılan Kavramlar	124



3.1.3.1. Ayarlı Çözelti	124
3.1.3.2. Titrasyon ve Geri Titrasyon.....	125
3.1.3.3. Eş Değerlik ve Dönüm Noktası	125
3.1.4. İndikatör.....	125
3.1.5. Volümetrik Analizde Kullanılan Araç Gereçler	126
3.1.6. Titrasyon Öncesi Yapılan İşlemler	127
UYGULAMA YAPRAĞI 1.....	128
UYGULAMA YAPRAĞI 2.....	131
UYGULAMA YAPRAĞI 3.....	133
UYGULAMA YAPRAĞI 4	135
3.2. TİTRASYON	137
3.2.1. Titre Etmek	137
3.2.2. Eş Değerlik veya Dönüm Noktasının Belirlenmesi	137
3.2.3. Titrasyon Yaparken Dikkat Edilecek Noktalar.....	138
UYGULAMA YAPRAĞI 1.....	139
3.3. TİTRASYON SONRASI İŞLEMLER	141
3.3.1. Harcanan Çözeltinin Okunması.....	141
3.3.2. Hesaplama	141
3.3.3. Büretlerin Temizliği ve Bakımı	142
UYGULAMA YAPRAĞI 1.....	144
UYGULAMA YAPRAĞI 2.....	146
ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME ÇALIŞMALARI.....	149



ÖĞRENME BİRİMİ 4: GRAVİMETRİK ANALİZ İŞLEMLERİ

152

4.1. NUMUNİYİ ÇÖKTÜRME VE DİNLENDİRME.....

154

4.1.1. Gravimetrik Analiz	154
4.1.2. Gravimetrik Analizin İşlem Basamakları	154
4.1.3. Numuneyi Çöktürme.....	154
4.1.3.1. Çökeltme Olayı.....	155
4.1.3.2. Çökelekler ve Özellikleri	155
4.1.3.3. Çökelek İriliği ve Saflığı	155
4.1.3.4. Çöktürme Ortamları.....	156
4.1.3.5. Çöktürmede Meydana Gelebilecek Hatalar.....	156
4.1.3.6. Çökeleği Dinlendirme	156
UYGULAMA YAPRAĞI 1	157

4.2. ÇÖKELEĞİ SÜZME VE YIKAMA

160

4.2.1. Çökeleği Süzme	160
4.2.2. Çökeleği Yıkama	162
4.2.2.1. Yıkama Suları.....	162
4.2.2.2. Yıkama Tekniği	162
4.2.2.3. Yıkamada Meydana Gelebilecek Hatalar	162
UYGULAMA YAPRAĞI 1.....	163

4.3. ÇÖKELEĞİ KURUTMA

166

4.3.1. Çökeleği Kurutma.....	166
4.3.2. Kurutma İşleminde Kullanılan Araç ve Gereçler	166



4.3.3. Krozenin Sabit Tartıma Getirilmesi	168
UYGULAMA YAPRAĞI 1	169

4.4. ÇÖKELEĞİ YAKMA VE KÜL ETME171

4.4.1. Yakma ve Kül Etme İşleminde Kullanılan Araç ve Gereçler	172
4.4.1.1. Kül Fırını	172
4.4.2. Kül Etme Aşamasında Dikkat Edilecek Noktalar	172
4.4.3. Gravimetrik Analiz Sonucunu Hesaplama	173
UYGULAMA YAPRAĞI 1	176
ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME ÇALIŞMALARI.....	180



ÖĞRENME BİRİMİ 5: KALİBRASYON EĞRİSİ184

5.1. STANDART ÇÖZELTİ SERİLERİ HAZIRLAMA.....186

5.1.1. Kalibrasyon.....	186
5.1.2. Standart Çözelti Serileri Hazırlama	187
UYGULAMA YAPRAĞI 1	191

5.2. SPEKTROFOTOMETREDE OKUMA.....194

5.2.1. Spektrofotometre	194
5.2.2. Spektrofotometrenin Kısımları	195
5.2.2.1. Işık Kaynağı.....	196
5.2.2.2. Monokromatör	196
5.2.2.3. Diyafram	196
5.2.2.4. Küvet	197
5.2.2.5. Dedektör.....	198
5.2.2.6. Fotometre (Sinyal İşlemci).....	198
5.2.3. Spektrofotometre Çeşitleri	198
5.2.3.1. Tek Işık Yollu Spektrofotometreler	198
5.2.3.2. Çift Işık Yollu Spektrofotometreler	199
5.2.4. Spektrofotometrelerin Çalışma Prensibi.....	199
5.2.5. Spektrofotometrede Okuma	200
UYGULAMA YAPRAĞI 1	201

5.3. KALİBRASYON EĞRİSİ ÇİZME.....203

5.3.1. Kalibrasyon Eğrisi.....	203
5.3.1.1. Milimetrik Kâğıt Kullanarak Kalibrasyon Eğrisi Çizme	203
5.3.1.2. Bilgisayarda Excel Programı Kullanarak Kalibrasyon Eğrisi Çizme	204
UYGULAMA YAPRAĞI 1	205

5.4. KALİBRASYON EĞRİSİNDEN KONSATRASYON HESAPLAMA.....207

5.4.1. Milimetrik Kâğıt Üzerinde Hazırlanmış Kalibrasyon Eğrisinden Konsantrasyon Hesaplama	207
5.4.2. Bilgisayarda Excel Programı Kullanılarak Hazırlanmış Kalibrasyon Eğrisinden Konsantrasyon Hesaplama	208
UYGULAMA YAPRAĞI 1	209
ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME ÇALIŞMALARI.....	212



CEVAP ANAHTARI216

SÖZLÜK.....218

KAYNAKÇA221



DERS MATERYALİNİN TANITIMI

Öğrenme biriminin giriş kapağını gösterir.

Öğrenme biriminin adını gösterir.

Öğrenme biriminde neler öğreneceğinizi gösterir.



Karekod: Resim, video okuyucu ile taratarak resim, video, animasyon, soru ve çözümleri gibi ilave kaynaklara ulaşılabilecek karekodu gösterir. Detaylı bilgi için <http://kitap.eba.gov.tr/karekod>



Öğrenme birimi amaç ve giriş bilgilerini içeren bölümü gösterir.



Öğrenme birimi hazırlık sorularını içeren bölümü gösterir.



İşlenen konuları pekiştiren ve uygulamayı sağlayan uygulama yapraklarını gösterir.



Her öğrenme birimi sonunda programın hedeflediği bilgi ve becerilerin edinilme durumunun tespit edilmesine yönelik hazırlanan ölçme değerlendirme sorularına yer verilen bölümü gösterir.



Öğrenme biriminde yer alan bilgi kutusunu gösterir.



Öğrenme biriminde yer alan etkinlikleri gösterir.



İşlenen konuları pekiştiren ve uygulamayı sağlayan bulmacaları gösterir.

Bu ders materyalinde ölçü birimlerinin uluslararası kısaltmaları kullanılmıştır.



1. ÖĞRENME BİRİMİ



KATI VE SIVILARDA ÖLÇÜM

NELER ÖĞRENECEĞİZ?

- 1.1. Kütle Ölçümü
- 1.2. Hacim Ölçümü
- 1.3. Yoğunluk Ölçümü





AMAÇ

Tekniğine ve kullanılacak ölçüm aracına uygun kütle ölçümü yapmak.

GİRİŞ

Kütle ölçümü yapmak için öncelikle laboratuvarlarda kullanılan kütle ölçüm araçları hakkında bilgi edinilmesi gerekir.



HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Çevrenizde ve günlük yaşamınızda kullandığınız kütle ölçüm araçlarını araştırınız.
2. Evinizde kullandığınız buzdolabının Dünya ve Jüpiter'deki kütle farklarını araştırıp tartışınız.

1.1. KÜTLE ÖLÇÜMÜ

1.1.1. Kütle

Kütle, bir cismin değişmeyen madde miktarıdır. "m" sembolü ile gösterilir. Maddenin ortak özelliklerinden biri de kütle ve maddenin fiziksel hâli değişse bile mutlaka bir kütlesi vardır. Eşit kollu terazi ile kütle ölçülür ve bu ölçüme **tartım** denir.

Uluslararası anlaşmalarla kabul edilen ve en çok kullanılan üç birim sistemi; (CGS) Absolü Ölçü Sistemi, (MKS) Teknik Ölçü Sistemi ve (SI) Uluslararası Birim Sistemidir. SI birim sisteminde kütle birimi olarak kilogram kullanılmaktadır. Kilogram kısaca "kg" ile gösterilir. 1 kilogram, 1 atmosfer basınçta +4 °C'de 1 dm³ (1 litre) saf suyun kütlesi olarak tanımlanmaktadır.

Cisimdeki madde miktarına kütle; cismin üzerine etki eden yer çekimi kuvvetine de ağırlık denir. Ağırlık dinamometre ile ölçülür ve ağırlık birimi Newton (N)'dir. Kütle ve ağırlık kavramları bilinçli ya da bilinçsiz olarak birbirinin yerine kullanılabilir. Ancak kütle cismin bulunduğu yere göre değişmezken ağırlık değişir. Örneğin dünyada 60 kg olan bir kişi ayda 10 kg'dır. Kütlesi ise ayda ve dünyada aynıdır. Laboratuvarlarda kütle terimi tercih edilmelidir.

1.1.1.1. Dara

Ölçüm yapılırken içine herhangi bir maddenin konulduğu kabın boş kütlesine **dara** denir. Tartım işlemi yapılırken öncelikle kullanılan kabın darası alınmalıdır.

1.1.1.2. Brüt Kütle

Dara ile birlikte kabın içine konulan maddenin toplam miktarı tartılır ve buna **brüt kütle** denir.

1.1.1.3. Net Kütle

Tartımı yapılan maddenin kütlesidir. Bir maddenin net kütlesini bulmak için aşağıdaki formülden yararlanılır.

$$\text{Net Kütle} = \text{Brüt Kütle} - \text{Dara}$$





Örnek: Boş kütlesi 15,55 g olan tartım kabının içine tartım yapılacak madde konduktan sonra kütlesi 21,42 g gelmektedir. Tartım yapılan maddenin kütlesini bulunuz.

Brüt kütle	=	21,42 g
Dara	=	15,55 g
Net Kütle	=	Brüt Kütle - Dara
Net Kütle	=	21,42-15,55
Net Kütle	=	5,87 g

1.1.2. Kütle Ölçüm Birimleri ve Dönüştürülmesi

Uluslararası Birim Sisteminde (SI) kütle ölçü birimi kilogram (kg)'dır. Laboratuvar çalışmalarında genellikle gram (g) kullanılmaktadır. Tablo 1.1'de kütle temel birimlerinin üst ve alt katları verilmiştir.

Tablo 1.1: Kütle Temel Biriminin Üst ve Alt Katları				
Birimin Adı	Birimin Simgesi	1 Birim İçin	Kg	Kg
Ton	t	1 t	1 000 kg	10 ³ kg
Kental	q	1 q	100 kg	10 ² kg
Kilogram	kg	1 kg	1 kg	1 kg
Hektogram	hg	1 hg	0,1 kg	10 ⁻¹ kg
Dekagram	dag	1 dag	0,01 kg	10 ⁻² kg
Gram	g	1 g	0,001 kg	10 ⁻³ kg
Desigram	dg	1 dg	0,000 1 kg	10 ⁻⁴ kg
Santigram	cg	1 cg	0,000 01 kg	10 ⁻⁵ kg
Miligram	mg	1 mg	0,000 001 kg	10 ⁻⁶ kg
Mikrogram	µg	1 µg	0,000 000 001 kg	10 ⁻⁹ kg

Kütle ölçü birimleri onar onar büyür, onar onar küçülür.

1 t	=	1 000 kg	1 kg	=	0,001 t
1 kg	=	1 000 g	1 g	=	0,001 kg
1 hg	=	100 g	1 g	=	0,1 dag
1 dag	=	10 g	1 g	=	0,01 hg
1 g	=	10 dg	1 dg	=	0,1 g
1 g	=	100 cg	1 cg	=	0,01 g
1 g	=	1000 µg	1 mg	=	0,001 g
1 mg	=	1 000 µg	1 µg	=	0,001 mg

Örnek: Aşağıdaki kütle ölçülerinin çevirmelerini yapınız.

A) 55 g = ? kg

B) 4 523 kg = ? t

C) 1,12 kg = ? g

D) 2,4 mg = ? µg

E) 523 µg = ? mg

F) 15 t = ? kg

Çözüm:

A) 1 000 g 1 kg ise

$$\frac{55 \text{ g}}{1 000} = X \text{ kg}$$

$$X = \frac{55 \times 1}{1 000} = 0,055 \text{ kg}$$

55 g = 0,055 kg

B) 1 000 kg 1 t ise

$$\frac{4523 \text{ kg}}{1 000} = X \text{ t}$$

$$X = \frac{4523 \times 1}{1 000} = 4,523 \text{ t}$$

4523 kg = 4,523 t

C) 1 kg 1 000 g ise

$$\frac{1,12 \text{ kg}}{1} = X \text{ g}$$

$$X = \frac{1,12 \times 1 000}{1} = 1 120 \text{ g}$$

1,12 kg = 1 120 g

D) 1 mg 1 000 µg ise

$$\frac{2,4 \text{ mg}}{1} = X \text{ µg}$$

$$X = \frac{2,4 \times 1 000}{1} = 2 400 \text{ µg}$$

2,4 mg = 2 400 µg

E) 1 000 µg 1 mg ise

$$\frac{523 \text{ µg}}{1 000} = X \text{ mg}$$

$$X = \frac{523 \times 1}{1 000} = 0,523 \text{ mg}$$

523 µg = 0,523 mg

F) 1 t 1 000 kg ise

$$\frac{15 \text{ t}}{1} = X \text{ kg}$$

$$X = \frac{15 \times 1 000}{1} = 15 000 \text{ kg}$$

15 t = 15 000 kg

1.1.3. Laboratuvarda Kullanılan Tartım Araçları

Bir cismin kütlesini ölçen alete **terazi**, terazide kütle ölçme işlemine **tartım** denir. Laboratuvarda yapılan çalışmalarda tartım işleminin önemli bir yeri vardır. Terazi, analiz yapılırken belirtilen miktarda genellikle katı maddelerin tartılarak çözeltilerin hazırlanmasında kullanılır. Bu nedenle laboratuvar çalışmalarında sonuçların doğruluğu ve güvenilirliği açısından tartım çok önemlidir. Tartımların hassasiyeti çalışmaların sonucunu direkt olarak etkilemektedir.

Tartım işleminde kullanılan teraziler mekanik veya elektronik olarak iki gruba ayrılır. Mekanik terazilerin bir veya iki kefeli modelleri bulunur. Günümüzde elektronik, tek kefeli ve dara sıfırlama özelliğine sahip olan dijital göstergeli teraziler kullanılmaktadır. Elektronik teraziler hassasiyetlerine göre kendi içinde hassas teraziler ve analitik teraziler olarak gruplandırılır.

1.1.3.1. Hassas Terazi

Hassas teraziler 0,1 g ve 0,01 g duyarlılıkta tartımlar yapar. Laboratuvarda hassasiyeti düşük olan tartımlarda tercih edilir (Görsel 1.1).

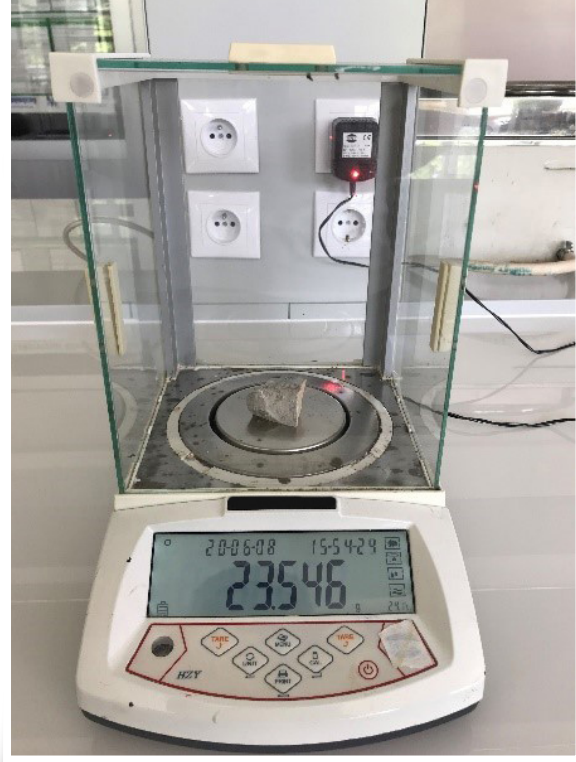
1.1.3.2. Analitik Terazi

0,001 g ve 0,0001 g duyarlığında tartım yapabilen elektronik terazilere **analitik terazi** denir. Analitik terazilerde hava akımının önlenmesi için kefenin etrafında koruyucu kabin bulunur. Kabin kapaklarının üstten veya yanlardan açılabilir çeşitleri vardır (Görsel 1.2). Laboratuvarlarda genellikle çok hassas tartımlar için kullanılır.





Görsel 1.1: Hassas terazi



Görsel 1.2: Analitik terazi

1.1.4. Terazilerin Tartıma Hazırlanması

Terazileri tartıma hazırlamak için aşağıdaki işlemler yapılır:

- Terazi düz bir zemine dengeli bir şekilde yerleştirilir.
- Terazinin ayak vidaları ile zemin arasında boşluk kalmamasına dikkat edilir.
- Terazi üzerindeki su terazisine bakılarak cihazın dengesi kontrol edilir. Terazi dengede değil ise ayak vidaları yardımıyla dengeye getirilir. Teraziyi dengeye getirmek için su kabarcığının yaslandığı taraftaki ayak döndürülerek alçaltılır ya da yükseltilir. Su kabarcığının çember içinde ortada durması sağlanır.
- Terazi kefesinin temizliği kontrol edilir, önceden dökülmüş madde varsa bir fırça yardımı ile temizlenir.
- Terazi çalıştırılıp sıfırlandıktan sonra tartım işlemine geçilir.

1.1.5. Tartım Yapma

Tartım yapılacak maddenin tamamı veya belirli bir miktarı alınır. Analitik terazilerde maddenin tamamının tartımında aşağıdaki işlemler yapılır:

- Terazi tartıma hazırlanır.
- Koruyucu kabinin kapağı açılır, tartım kabı terazinin kefesine konur.
- Koruyucu kabinin kapağı kapatılır, kabın darası alınır, gerekli ise dara kaydedilir ve dara (tare) düğmesine basılır.
- Koruyucu kabinin kapağı açılır, tartılacak madde tartım kabına konulur.
- Koruyucu kabinin kapağı kapatılır, göstergenin sabitlenmesi beklenir ve okunan değer kaydedilir.
- Koruyucu kabinin kapağı açılır, tartım kabı teraziden alındıktan sonra açma-kapama düğmesine basılarak terazi kapatılır ve koruyucu kabinin kapağı kapatılır.

Hassas terazilerde maddenin belirli bir miktarının tartımında aşağıdaki işlemler yapılır:

- Terazi tartıma hazırlanır.
- Tartım kabı terazinin kefesine konur, kabın darası alınır, gerekli ise dara kaydedilir ve dara düşmesine basılarak kabın darası sıfırlanır.
- Spatüle tartılacak maddeden bir miktar alınır, yavaş yavaş tartı kabına aktarılır ve istenilen miktara ulaşıldığında aktarma işlemi sonlandırılır. İstenilenden daha fazla madde aktarılmışsa (kefeye baskı uygulamadan) spatülle geri alınarak istenen miktar tam olarak ayarlanır.
- Tartım sırasında tartımı yapılan maddenin, terazinin kefesine dökülmemesine dikkat edilmelidir. Dökülme durumunda kefe temizlenir ve tartım yenilenir.
- Tartım kabı kefedden alınır, açma-kapama düğmesine basılarak terazi kapatılır.

1.1.6. Tartım İşleminde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Laboratuvarlarda tartım işleminin doğru sonuç vermesi için terazinin kullanımında ve tartım işlemi sırasında dikkat edilmesi gereken noktalar şunlardır:

- Terazi, tartım odasına konulmalıdır. Tartım odası yoksa terazi direkt gün ışığı almayan, titreşimin ve hava akımının olmadığı sert ve düzgün bir zemine yerleştirilmelidir.
- Terazinin konulduğu ortamda nem ve korozyif maddeler bulunmamalıdır.
- Terazinin yeri gelişigüzel değiştirilmemelidir.
- Tartım yapılmadan önce ortamda herhangi bir hava sirkülasyonu (açık cam, klima vb.) olmamalıdır.
- Tartıma başlamadan önce terazinin su terazi ayarı kontrol edilmeli, bozuksa ayarlanmalıdır.
- Tartılacak madde kesinlikle doğrudan kefeye konulmamalı, tartım kabı kullanılmalıdır.
- Tartılan madde ve tartım kabı elle tutulmamalı; spatül, maşa vb. aletlerden yararlanılmalıdır.
- Analitik terazinin kabin kapakları tartım sırasında ve tartım bittikten sonra kapalı tutulmalıdır.
- Terazi içinde mutlaka kurutucu bulundurulmalıdır (Bu amaçla nem çekici olarak genellikle susuz CaCl_2 (Kalsiyum klorür) kullanılır.).
- Analiz sürecinde tüm tartımlarda aynı terazi kullanılmalıdır.
- Terazi kullanılmadığında kefeye herhangi bir şey bırakılmamalıdır.

1.1.7. Terazilerin Temizliği ve Bakımı

Laboratuvarlarda kullanılan teraziler, tartımların güvenilirliği ve uzun ömürlülüğü açısından çok dikkatli kullanılmalı, düzenli olarak temizlenmeli ve bakımı yapılmalıdır. Terazilerin temizliği ve bakımında aşağıdaki işlem basamakları takip edilmelidir:

- Terazi bakımı yapılmadan önce cihaz güç kaynağından ayrılmış olmalıdır.
- Terazi temizliği sırasında terazi kefesi ve kefe tutacağı birbirinden ayrılmalıdır.
- Yumuşak bir fırça ya da hafif nemlendirilmiş bir bez yardımıyla kefenin altı, cihazın çevresi ile kasası silinerek toz ve kirden arındırılmalıdır.
- Kefe ve kefe tutacağı, akan bir suyun altında temizlenip yerlerine takılmadan önce tamamen kurutulmalıdır.
- Analitik terazilerde kabinin içinde nem çekici bir madde bulundurulmalıdır (CaCl_2 vb.).
- Çözücü maddeler, asitler, alkaliler, pudra ve diğer etkili kimyasallar bakım ve temizlikte kullanılmamalıdır.
- Kullanma kılavuzundaki temizlik ve bakım ile ilgili talimatlara uyulmalıdır.





UYGULAMA YAPRAĞI 1

TERAZİYİ TARTIMA HAZIRLAMA

AMAÇ:

Teraziyi tartıma hazırlamak.

1.1. Kullanılacak Araç, Gereç ve Kimyasallar

- Hassas terazi

1.2. İşlem Basamakları



Laboratuvar önlüğünü giyiniz.

- Önlüğünüzü laboratuvar dışında giyip çıkarınız.



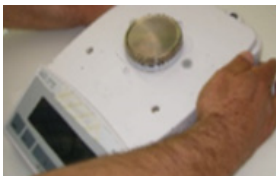
Teraziyi düz bir zemine yerleştiriniz.

- Teraziye titreşimin ve hava akımının olmadığı sert ve düzgün bir zemine yerleştiriniz.
- Terazinin ayaklarında boşluk kalmamasına dikkat ediniz.



Su terazisine bakarak terazinin dengesini kontrol ediniz.

- Terazinin düz bir zeminde olmasına dikkat ediniz.



Dengede değilse ayak vidaları yardımıyla dengeye getiriniz.

- Teraziyi dengeye getirmek için su kabarcığının yaslandığı taraftaki ayağı döndürerek alçaltınız ve su kabarcığının çember içinde ortada durmasını sağlayınız.
- Hava kabarcığının görünüm penceresinin merkezinde olmasını sağlayınız.



Terazinin fişini prize takınız.

Açma kapama düğmesine basarak teraziyi çalıştırınız.

- Fişin takılı olup olmadığını kontrol ediniz.



Göstergenin sıfırlanmasını bekleyiniz.

- Hava akımının olmadığından emin olunuz.

1.3. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Aşağıdaki resimlerin hangisinde su terazisi dengededir?

A)



B)



C)



D)



KONTROL LİSTESİ

Bu deney kapsamında yaptığınız çalışma öğretmeniniz tarafından aşağıdaki kontrol listesine göre değerlendirilecektir.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Teraziyi düz, titreşimsiz ve hava akımının olmadığı yere yerleştirdi mi?		
2. Su terazisine bakıp terazinin dengesini kontrol etti mi?		
3. Terazinin fişini prize takıp açma kapama düğmesine basarak çalıştırdı mı?		

SONUÇ

(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH .../.../20...	
	DEĞERLEN- DİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	TEMİZLİK DÜZENİ	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
ADI-SOYADI	ALANLARA VERİLEN PUAN	30	50	10	10	100	
NUMARASI	TAKDİR EDİLEN PUAN						
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI							





UYGULAMA YAPRAĞI 2

TERAZİDE TARTIM YAPMA

AMAÇ:

Terazide tartım yapmak.

1.1. Kullanılacak Araç, Gereç ve Kimyasallar

- Hassas terazi
- Analitik terazi
- Spatül
- Saat camı ve tartım kayıkçığı
- Terazı temizleme fırçası
- Tuz

1.2. İşlem Basamakları



Laboratuvar önlüğünü giyiniz.

- Önlüğünüzü laboratuvar dışında giyip çıkarınız.



Tartım kabını kefeye koyunuz.

- Tartım kabını maşa ile tutunuz.



Darasız tartım yapmak için göstergeyi sıfırlayınız.

- Göstergenin sıfırlandığından emin olunuz.



Spatüle bir miktar tuz alıp tuzu tartı kabına aktarınız.

- Tuzu spatül yardımı ile aktarınız.



Göstergede 1,00 g değer gözlenene kadar tuz ilave ediniz veya çıkarınız.

- İlave ederken veya alırken kefeye dökmemeye dikkat ediniz.
- Dökülmesi durumunda tartım fırçası ile kefeyi temizleyerek işleme devam ediniz.



Tartı kabını kefedен alınız.

- Maddenin dökülmemesine özen gösteriniz.



Açma-kapama düğmesine basarak teraziyi kapatınız.

- Tekrar kullanmayacaksanız cihazı kapattıktan sonra teraziyi temizleyip fişini çekiniz.

Yukarıdaki işlem basamakları ile analitik terazide de tartım yapınız.

1.3. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Analitik terazide tartımı nasıl yaptığınızı kısaca yazınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu deney kapsamında yaptığınız çalışma öğretmeniniz tarafından aşağıdaki kontrol listesine göre değerlendirilecektir.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Tartım kabını maşa ile tutup terazinin kefesine koydu mu?		
2. Darasız tartım yapmak için gösteregyi sıfırladı mı?		
3. Tartım kabını kefeye koydu mu?		
4. İstenen miktar kadar terazide tuz tarttı mı?		
5. Tartım kabını maşa ile tutup kefedен aldı mı?		
6. Açma-kapama düğmesine basarak teraziyi kapattı mı?		

SONUÇ

(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)





SONUÇ

(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH .../.../20...	
	DEĞERLENDİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	TEMİZLİK DÜZENİ	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
ADI-SOYADI							
NUMARASI	ALANLARA VERİLEN PUAN	30	50	10	10	100	
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI	TAKDİR EDİLEN PUAN						

**AMAÇ**

Tekniğine ve kullanılacak ölçüm aracına uygun hacim ölçümü yapmak.

GİRİŞ

Hacim ve hacim birimleri ile katı ve sıvılarda hacim ölçümü hakkında bilgi edinilmesi gerekir.

**HAZIRLIK ÇALIŞMALARI**

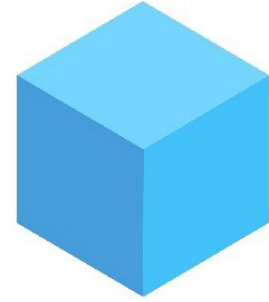
1. Hacim nedir ve ne ile ölçülür? Araştırınız.
2. Hacim birimleri nelerdir? Katı ve sıvılarda hacim nasıl ölçülür? Araştırınız.

1.2. HACİM ÖLÇÜMÜ

1.2.1. Hacim

Maddenin ortak özelliklerinden biri de uzayda yer kaplamasıdır. Maddenin veya cismin uzayda kapladığı yere **hacim** denir. Maddenin hacmi ortamın sıcaklığına ve basıncına göre değişiklik gösterebilir.

Katı maddelerin belirli bir şekli ve hacmi vardır. Sıvıların belirli bir şekli yoktur, konuldukları kabın şeklini alır. Gazların ise belirli bir şekli ve hacmi yoktur. Bu nedenle gazlar konuldukları kabın şeklini almakta, hacimleri ise kabın hacmine eşit olmaktadır.



Şekil 1.1: Küp

1.2.2. Hacim Birimleri ve Dönüştürülmesi

SI (Uluslararası Birim Sistemi) birim sisteminde hacim ölçü birimi "m³" tür. Şekil 1.1'deki gibi bir kenarı a olan küpün hacmi $V = a^3$ tür.

Maddelerin hacmini ölçmek için m³'ün alt ve üst katları kullanılır (Tablo 1.2).

Tablo 1.2: Hacim Ölçüleri

HACİM ÖLÇÜLERİ	KISALTIMA	
1 milimetre küp	mm ³	
1 santimetre küp	cm ³	1 000 mm ³
1 desimetre küp	dm ³	1 000 cm ³
1 metre küp	m ³	1 000 dm ³
1 dekametre küp	dam ³	1 000 m ³
1 hektometre küp	hm ³	1 000 dam ³
1 kilometre küp	km ³	1 000 hm ³





Sıvıların hacim ölçümünde genel olarak "litre" kullanılmakta olup kısaca "l" ile gösterilir. Hacmi 1 dm^3 olan sıvının hacmi **1 litre** olarak ifade edilir (Tablo 1.3 ve Tablo 1.4).

SIVI ÖLÇÜLERİ	KISALTMA	
1 mililitre	ml	0,001 litre
1 santilitre	cl	0,01 litre
1 desilitre	dl	0,1 litre
1 litre	l	1 litre
1 dekalitre	dal	10 litre
1 hektolitre	hl	100 litre
1 kilolitre	kl	1 000 litre

	1 metreküp (m^3)	1 desimetreküp (dm^3)	1 santimetreküp (cm^3)	1 milimetreküp (mm^3)
1 metreküp (m^3)	1	1 000	10^6	10^9
1 desimetreküp (dm^3)	$0,001=10^{-3}$	1	1 000	10^6
1 santimetreküp (cm^3)	10^{-6}	$0,001=10^{-3}$	1	1 000
1 milimetreküp (mm^3)	10^{-9}	10^{-6}	$0,001=10^{-3}$	1
1 litre (l)	$0,001=10^{-3}$	1	1 000	10^6

Örnek 1: $5,6 \text{ cm}^3$ kaç mm^3 tür?

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ cm}^3 & & 1\ 000 \text{ mm}^3 \text{ ise} \\ \hline 5,6 \text{ cm}^3 & & X \text{ mm}^3 \text{ dir} \end{array}$$

$$X = \frac{5,6 \times 1\ 000}{1} = 5\ 600 \text{ mm}^3$$

Örnek 2: 350 ml süt kaç litredir?

$$\begin{array}{rcl} 1\ 000 \text{ ml} & & 1 \text{ litre ise} \\ \hline 350 \text{ ml} & & X \text{ litre olur} \end{array}$$

$$X = \frac{350 \times 1}{1\ 000} = 0,35 \text{ litre}$$

X = 0,35 litre olur.

Örnek 3:

$$\begin{array}{l} 450 \text{ ml} = ? \text{ cl} = ? \text{ dl} = ? = ? \text{ l olur.} \\ 450 \text{ ml} = 45 \text{ cl} = 4,5 \text{ dl} = 0,45 \text{ l olur.} \end{array}$$

Örnek 4: + 4 C'deki 25 cm^3 , 50 cm^3 ve 125 cm^3 hacimdeki sular sürahide toplandığında sürahi-deki suyun hacmi kaç litre olur?

$$\text{Toplam hacim} = 25 + 50 + 125 = 200 \text{ cm}^3 \text{ tür.}$$

$$\begin{array}{rcl} 1\ 000 \text{ cm}^3 & & 1 \text{ litre ise} \\ \hline 200 \text{ cm}^3 & & X \text{ litredir.} \end{array}$$

$$X = \frac{200 \times 1}{1\ 000} = 0,2 \text{ litre}$$

X = 0,2 litredir.

1.2.3. Katılarda Hacim Ölçümü

Düzgün biçimli katıların hacimleri formülle, şekli düzgün olmayan katıların hacimleri ise içine konulduğu sıvıda oluşturduğu hacim artışından yararlanılarak ölçülür.

1.2.3.1. Boyutları Ölçülebilen Katı Maddelerin Hacim Ölçümü

Belirli geometrik şekli olan katıların hacmini bulmak için boyutlarından yararlanılır. Geometrik şekli tespit edilen katının boyutları kumpas, mikrometre ve cetvel gibi araçlarla ölçülerek cismin hacmi hesaplanır (Görsel 1.3).

Cetvel: Geometrik şekli belli olan katıların boyutlarını ölçmek için kullanılır.

Kumpas: Geometrik şekli belli olan katıların boyutlarının ölçülmesinde kullanılan, hassas ölçüm yapan araçtır.

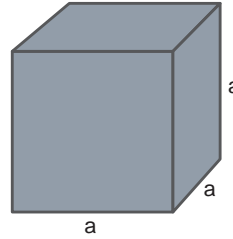
Mikrometre: Geometrik şekli belli olan katıların, boyutlarının ölçülmesinde kullanılan ve çok hassas ölçüm yapılabilen araçtır. Yapısı itibarıyla girintili bölümlerin ölçülmesinde de mikrometreler kullanılır.



Görsel 1.3: Kumpas, mikrometre, cetvel

Küp, dikdörtgenler prizması, silindir, küre, koni, piramit gibi geometrik şekilli katıların boyutları ölçülüp hacim formülünden hesaplama yapılır.

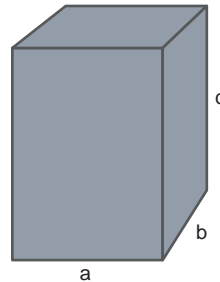
Küp: Küp şeklindeki bir katı cismin hacmini hesaplamak için bir kenarın uzunluğu cetvelle ölçülür ve formülde yerine yazılarak hacim hesaplaması yapılır.



$$V_{\text{küp}} = a \times a \times a = a^3$$

Dikdörtgenler Prizması: Dikdörtgenler prizması şeklindeki katı cismin hacmini bulmak için yükseklik, genişlik ve eni ölçülerek formülde yerine konur ve hesaplanır.

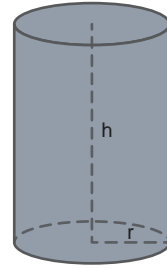
$$V_{\text{prizma}} = a \times b \times c$$



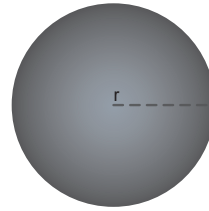


Silindir: Silindir şeklindeki katı maddelerin hacim hesaplaması yapılırken yüksekliği ve yarıçapı ölçülerek formülde yerine konur ve hesaplama yapılır.

$$V_{\text{silindir}} = \pi \times r^2 \times h$$



Küre: Küre şeklindeki katı maddelerin hacim hesaplaması yapılırken kürenin çapı mikrometre veya kumpas gibi araçlarla ölçülür, ölçülen değer ikiye bölünüp formülde yarıçap olarak yazılır ve hacim hesaplaması yapılır.

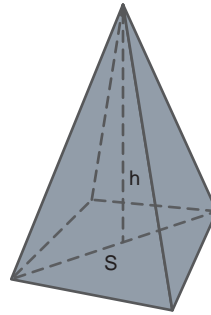


$$V_{\text{küre}} = \frac{4}{3} \times \pi \times r^3$$

Piramit: Piramit şeklindeki katı maddelerin hacim hesaplaması yapılırken yüksekliği ölçülür ve taban alanı hesaplanır. Elde edilen sonuçlar formülde yerine konarak hacim hesaplaması yapılır.

$$V_{\text{piramit}} = \frac{1}{3} \times S \times h$$

S: Taban alanı
h: Yükseklik



Örnek 1: Küp şeklindeki cismin bir kenarının uzunluğu 4 cm olduğuna göre hacmi kaç cm^3 'tür?

$$a = 3 \text{ cm ise} \quad V_{\text{küp}} = a^3 \quad V_{\text{küp}} = 3^3 = 3 \times 3 \times 3 = 27 \text{ cm}^3$$

Örnek 2: Küp şeklindeki bir deponun hacmi 1 000 m^3 tür. Deponun bir kenarının uzunluğu kaç metredir?

$$\begin{aligned} V_{\text{küp}} &= 1\,000 \text{ m}^3 & V_{\text{küp}} &= a^3 \\ a &= ? & 1\,000 &= a^3 \\ & & a &= 10 \text{ m} \end{aligned}$$

Örnek 3: Yüksekliği 7 cm, eni 3 cm ve genişliği 5 cm olan dikdörtgenler prizması şeklindeki bir demir parçasının hacmini bulunuz.

$$\begin{aligned} a &= 7 \text{ cm} & V_{\text{prizma}} &= a \times b \times c \\ b &= 3 \text{ cm} & V_{\text{prizma}} &= 7 \times 3 \times 5 = 105 \text{ cm}^3 \\ c &= 5 \text{ cm} & V_{\text{prizma}} &= 105 \text{ cm}^3 \\ V_{\text{prizma}} &= ? \text{ cm}^3 \end{aligned}$$



Örnek 4: Yüksekliği 15 cm, çapı 8 cm olan silindir şeklindeki bir katı maddenin hacmini hesaplayınız ($\pi=22/7$ alınız.).

$$h = 15 \text{ cm}$$

$$R = 8 \text{ cm}$$

$$r = 4 \text{ cm}$$

$$V_{\text{silindir}} = \pi \times r^2 \times h$$

$$V_{\text{silindir}} = 22/7 \times 4^2 \times 15 = 754,28 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{silindir}} = 754,28 \text{ cm}^3$$

Örnek 5: Mikrometreyle yapılan ölçümde metal bilyenin çapı 4 cm olduğuna göre bu bilyenin hacmini hesaplayınız.

$$R = 4 \text{ cm}$$

$$r = 2 \text{ cm}$$

$$\pi = 3$$

$$V_{\text{küre}} = ? \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{küre}} = 4/3 \times \pi \times r^3$$

$$V_{\text{küre}} = 4/3 \times 3 \times 2^3 = 32 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{küre}} = 32 \text{ cm}^3$$

Örnek 6: Piramit şeklindeki katı bir maddenin yüksekliği 12 cm, taban alanı ise 16 cm² dir. Buna göre piramidin hacmi kaç cm³ tür?

$$h = 12 \text{ cm}$$

$$S = 16 \text{ cm}^2$$

$$V_{\text{piramit}} = ? \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{piramit}} = 1/3 \times S \times h$$

$$V_{\text{piramit}} = 1/3 \times 16 \times 12 = 64 \text{ cm}^3$$

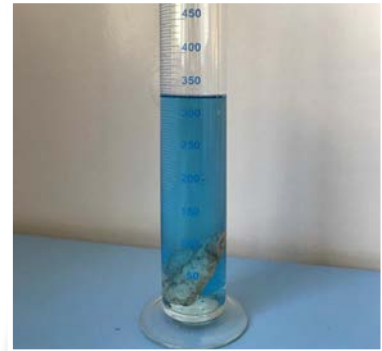
1.2.3.2. Boyutları Ölçülemeyen Katı Maddelerin Hacim Ölçümü

Belirli bir geometrik şekle sahip olmayan katı maddelerin hacimlerini bulmak için sıvıların akışkanlığından ve buldukları kabın şeklini alma özelliklerinden yararlanır. Boyutları belli olmayan katı bir maddenin hacmini bulmak için yararlanılacak sıvının katı maddeye etki etmemesi ve sıvının uçucu olmaması yapılacak işlemin doğruluğu açısından çok önemlidir.

Düzensiz geometrik şekle sahip olmayan cismin hacmini ölçmek için dereceli silindir alınır, belirli bir ölçüye kadar içine sıvı konular. Dereceli silindire girebilecek şekildeki cisim sıvının içine bırakılır. Bir süre beklenir ve sıvının son seviyesi okunur (Görsel 1.4). Son hacimden ilk hacim çıkarılırsa arasındaki fark cismin hacmini verir.

$$V_{\text{katı}} = V_2 - V_1$$

$V_{\text{katı}}$ = Katı maddenin hacmi
 V_2 = Sıvının son ölçülen hacmi
 V_1 = Sıvının ilk ölçülen hacmi



Görsel 1.4: Boyutları ölçülemeyen katı maddelerde hacim ölçümü

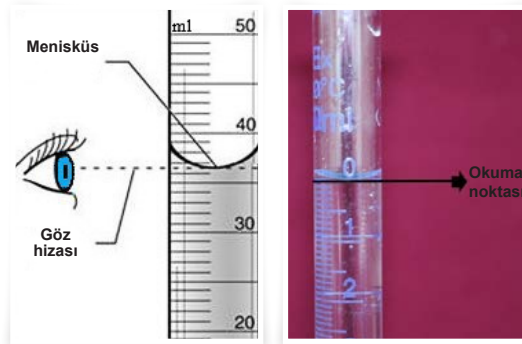




1.2.4. Sıvılarda Hacim Ölçümü

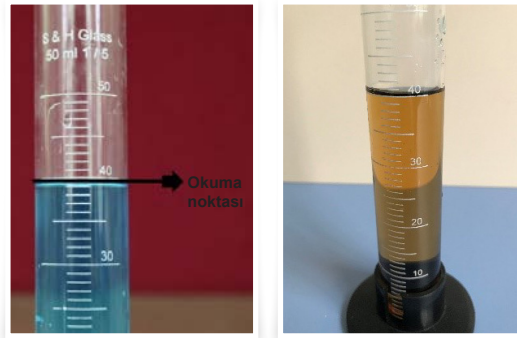
Sıvılar buldukları kabın şeklini alır. Sıvıların hacmini ölçmek için derecelendirilmiş silindir ya da belirli iç hacme sahip kaplar kullanılmaktadır. Laboratuvarlarda beher, erlenmayer, büret, dereceli silindir (mezür), pipet, balon joje ve şırınga gibi dereceli olan ölçüm araçları ile de hacim ölçümü yapılmaktadır.

Silindirik cam kaplarda renksiz sıvıların yüzeyleri içbükey görünmektedir. Bu oluşuma **menisküs** denir. Sıvının tepe noktası, içbükeyin alt noktasıdır. Büret, mezür ve pipet okumalarında menisküs yerinin tam belirlenebilmesi için göz, sıvı yüksekliği ile aynı seviyede olmalıdır. İçbükeyin alt noktası okunarak hacim miktarı belirlenir (Görsel 1.5).



Görsel 1.5: Saydam sıvılarda menisküs ve hacim okuma

Pipetin ölçü çizgilerini kapatan renkli sıvılarda ise sıvının tepe noktası (içbükeyin alt noktası) net görünmez. Okuma yapılırken kabın çeperlerinde gözükken en üst noktanın gösterdiği değer okunarak hacim belirlenir (Görsel 1.6).



Görsel 1.6: Renkli sıvılarda menisküs ve hacim okuma

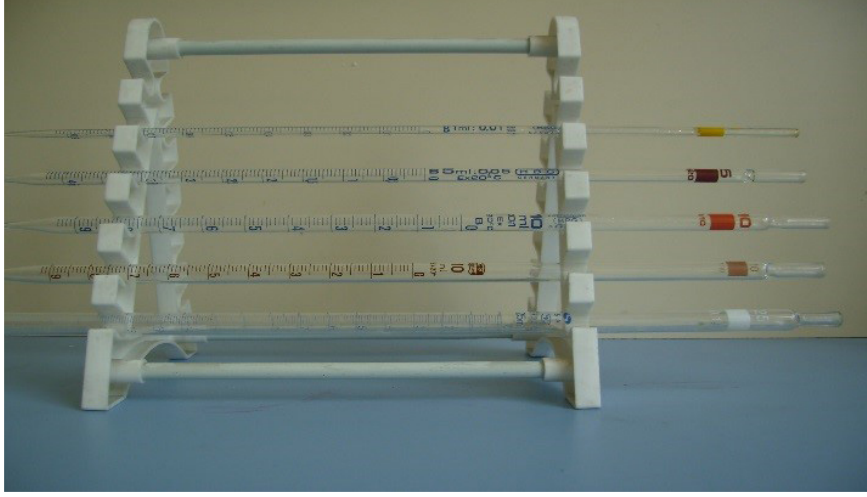
Mezür, balon joje, pipet, büret gibi araçlar laboratuvarında hacim ölçümü için kullanılmaktadır. Bu ölçüm araçlarıyla mikrolitreden litreye kadar ölçümler yapılmaktadır. Pipetler mililitre veya mikrolitre dereceli olabildiği gibi sabit hacimleri ölçen pipetler de vardır. Balon jocular ise sabit hacimleri ölçen ölçü kaplarıdır. Büretler ve mezürler mililitre taksimatlı olup aynı kapla farklı hacimlerde ölçümler yapılır.

1.2.4.1. Pipetle Hacim Ölçümü ve Pipet Temizliği

Pipetler küçük hacimli sıvıların ölçümü ve belli hacimdeki sıvıların aktarılması amacı ile kullanılan ölçüm araçlarıdır. Pipetlerin üzerinde ayarlandığı sıcaklık ve hangi hacim için kullanılacağı yazmaktadır. Plastikten yapılan pipet çeşitleri de bulunur.

Pipetler; cam pipetler, otomatik pipetler ve mikropipetler şeklinde gruplandırılır. Cam pipetler ise kendi aralarında dereceli pipetler, tek ölçümlü pipetler şeklinde ayrılır.

- **Dereceli Pipetler:** Dereceli pipetler, uçları sivriltilmiş ve üzeri derecelendirilmiş ince borulardır. Dereceli pipetlerin taksimatları suya göre yapılır. Genellikle dereceli bir pipetin toplam hacmi üst ucunda yazılmakta ve hacmine göre farklı renklerde şeritler bulunmaktadır. En çok kullanılan dereceli pipetler 1 ml, 2 ml, 5 ml, 10 ml, 25 ml hacminde olan pipetlerdir (Görsel 1.7).

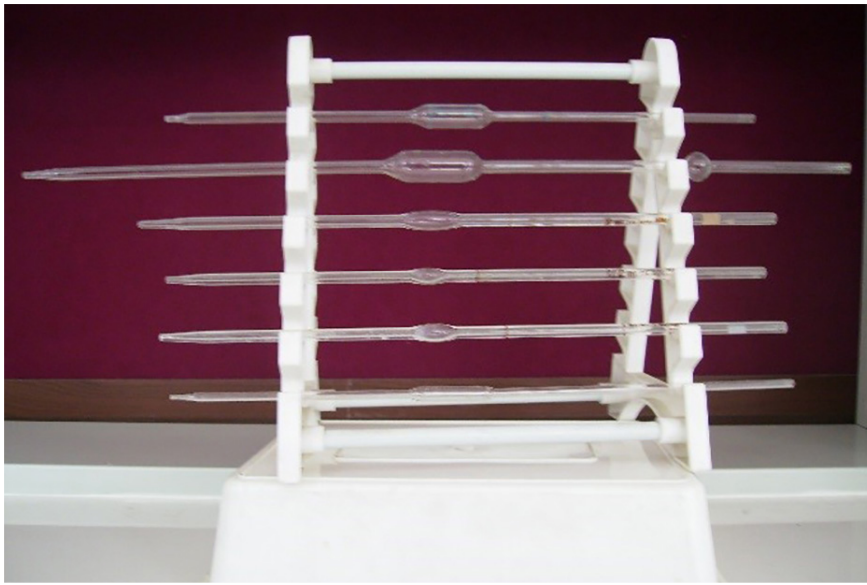


Görsel 1.7: Dereceli pipetler

Dereceli pipetler, sıfır çizgisi üstte ve altta olmasına göre iki çeşittir. Sıfır çizgisinin bulunduğu konuma göre kullanımda farklılık gösterir.

Sıfır çizgisi üstte olan dereceli pipetlerde sıvı, sıfır çizgisine kadar çekilir ve aktarılacak hacim kadar boşaltılır. Sıfır çizgisi altta olan dereceli pipetlerde ise aktarılacak hacim kadar sıvı, pipete çekilir ve aktarma kabına boşaltılır.

- **Tek ölçümlü (bullu) pipetler:** Tek ölçümlü (bullu) pipetlerle sadece pipet üzerinde yazılan hacim kadar sıvının hacim ölçümü yapılabilir. Bullu pipetler genellikle hassas çalışmalarda kullanılmaktadır. Ölçümü yapılacak sıvı, seviye çizgisine kadar pipete doldurulur ve sıvının tamamı istenilen kaba aktarılır (Görsel 1.8).



Görsel 1.8: Bullu pipetler





- **Otomatik pipetler:** Hassas hacim ölçümlerinde kullanılan ve ayarlanabilen pipetlerdir. Pipetlemede hassasiyeti artırmak ve sağlıklı sonuç alabilmek için zaman tasarrufu sağlayan "sabit hacimli ve ayarlanabilir hacimli tek kanallı" ve "ayarlanabilir hacimli çok kanallı" otomatik pipetler kullanılır (Görsel 1.9).



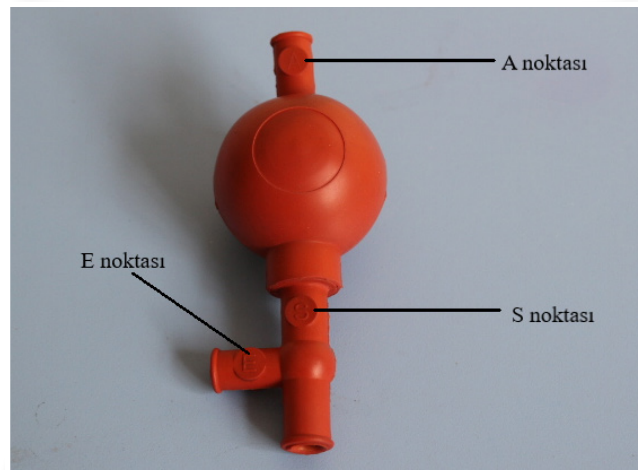
Görsel 1.9: Otomatik pipetler

- **Mikropipet:** Mikropipetler, 0,1-5 000 μ l aralıklarında hacim ölçümleri yapmak için kullanılan otomatik pipetlerdir. Mikropipetlerde ölçülen sıvı pipetle temas etmez, mikropipet ucuna takılan genellikle tek kullanımlık plastik uçlar kullanılır. Otoklavlanabilme özelliğine sahip olanları da vardır.

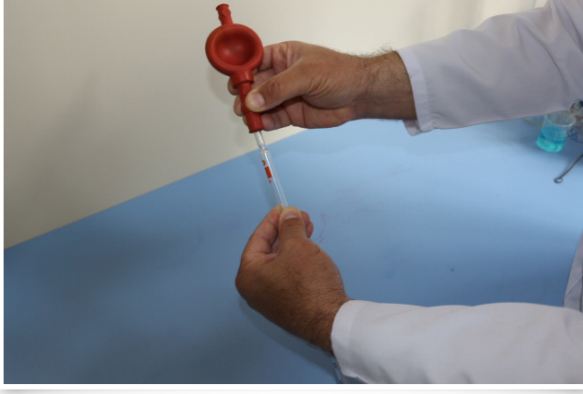
- **Puar kullanarak hacim ölçümü:**

Puar üzerindeki işlev noktaları Görsel 1.10'da gösterilmiştir ve puarla hacim ölçümü aşağıdaki basamaklarda gösterildiği gibi yapılmalıdır.

1. Puar pipetin ucuna takılır (Görsel 1.11).
2. Puar sol elle (A) noktasından, sağ elle oval kısmından bastırılarak içindeki havanın boşaltılması sağlanır (Görsel 1.12).
3. Hacmi ölçülecek sıvının içine pipet daldırılır. Pipetin (S) noktasına bastırılarak pipet içine istenilen miktarda sıvı dolması sağlanır (Görsel 1.13).
4. Hacim çizgisinin üzerine çekilen sıvı (E) noktasına bastırılarak hacim çizgisine kadar boşaltılır.
5. İstenen miktardaki sıvı, yine (E) noktasına bastırılarak diğer bir kaba aktarılır (Görsel 1.14).



Görsel 1.10: Puar ve üzerindeki işlev noktaları



Görsel 1.11: Pipetin puara takılışı



Görsel 1.12: Puarın havasını boşaltma



Görsel 1.13: Pipete sıvı çekme



Görsel 1.14: Pipetten sıvı boşaltma

• Pipet pompası kullanarak hacim ölçümü yapma:

Pipet pompası üzerindeki işlev noktaları Görsel 1.15'te gösterilmiştir ve pipet pompası ile hacim ölçümü aşağıdaki basamaklarda gösterildiği gibi yapılmalıdır.

1. Pipet pompası pipetin üst kısmına takılır (Görsel 1.16).
2. Pipet pompası enjektörü alt seviyede yani kapalı olmalıdır.
3. Pipet, hacmi ölçülecek sıvı içine daldırılıp pipet pompasının üzerindeki enjektör ayar mili başparmakla çevrilerek pipete sıvının dolması sağlanır (Görsel 1.17).
4. Belirli bir miktarda sıvı alınacaksa ayar mili çevrilerek kaydıyla istenen hacimde sıvının pipete alınması sağlanır (Görsel 1.18).
5. Pipet sıvının aktarılacağı kaba daldırılır ve pipet pompası üzerindeki mandala basılarak belirli bir miktarda sıvının boşaltılması sağlanır (Görsel 1.19).
6. Boşaltma sırasında pipet ucu kabın dibine değdirilmelidir.



Görsel 1.15: Pipet pompası ve üzerindeki işlev noktaları





Görsel 1.16: Pipet pompasının pipete takılışı



Görsel 1.17: Pipet pompası ile sıvı çekme



Görsel 1.18: Sıvının mandala basılarak boşaltılması



Görsel 1.19: Pipet pompasının mandalina basılması

• Pipet Temizliği

Laboratuvarlarda yapılan deneylerde, deney sonuçlarının doğruluğu temiz çalışmaya ve kullanılan araçların temizliğine bağlıdır. Pipetlerin temizliğine özen gösterilmelidir.

Pipetlerin temizliğinde şu işlem basamakları uygulanmalıdır:

1. Pipetler kullanıldıktan sonra hemen musluk suyu ile dolu bir kaba konulmalıdır.
2. Organik kalıntı bulunan pipetler, %10'luk potasyum hidroksit çözeltisi içinde 12 saat bekletilmelidir.
3. Yağlı pipetler, kromik asit çözeltisinde 12- 24 saat bekletilmelidir.
4. Pipetler, içinden musluk suyu geçirmek suretiyle iyice durulanmalıdır.
5. Otomatik pipet yıkayıcı varsa pipetler uçları yukarı gelecek şekilde yerleştirilir ve çeşme suyu açılarak temizleninceye kadar sifonlama işlemi yapılır.
6. Yukarıdaki işlemler yapıldıktan sonra pipetler saf su ile 3 defa durulanmalı ve yıkama işleminden sonra pipetlerin üzerindeki suyun akması için en az 10 dakika beklenmeli ve etüvde kurutulmalıdır.

1.2.4.2. Mezürle Hacim Ölçümü

Mezürler; belirli hacimdeki sıvıyı ya da çözeltiyi başka bir yere aktarmak amacıyla kullanılan dereceli cam veya plastik ölçü kaplarıdır. Mezürlerde pipet, büret ve balon jöjeler kadar hassas ölçüm yapılmaz, yaklaşık hacim ölçümleri yapılır. Mezür kullanılarak 5 ml'den 2 000 ml'ye kadar çeşitli hacimler ölçülebilir (Görsel 1.20).

Mezürle hacim ölçümünde şu işlem basamakları uygulanmalıdır:

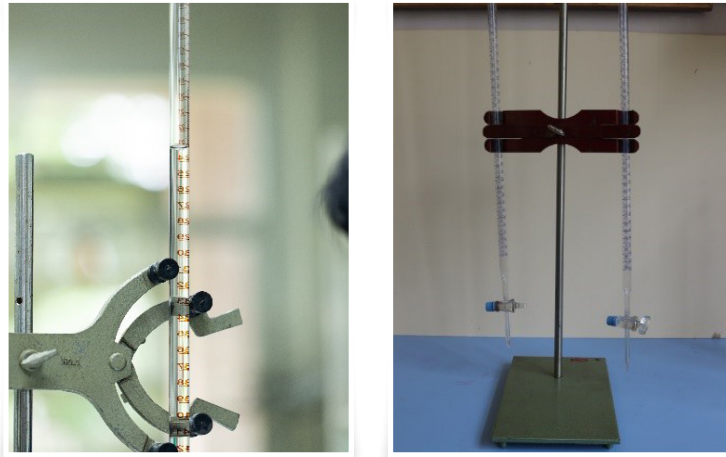
1. Alınacak sıvının hacmine uygun bir mezür seçilir.
2. Mezür düz bir zemine konulur.
3. Ölçülecek sıvı azar azar aktarılarak istenen hacim çizgisine kadar mezüre doldurulur.
4. Hassas ölçüm yapmak için istenilen çözeltiden erlene bir miktar alınıp pipet yardımı ile hacim çizgisine kadar doldurulur.
5. Mezürle hacmi ölçülen sıvı istenilen yere aktarılır.
6. Pipet içindeki sıvı hacminin okunmasında olduğu gibi saydam ve saydam olmayan sıvıların hacimleri, pipette ne şekilde okunuyorsa mezürde de aynı şekilde okunmalıdır.



Görsel 1.20: Belirli hacimdeki mezürler

1.2.4.3. Büretle Hacim Ölçümü

Büretler, 1-100 ml arasında sıvı hacimlerinin ölçümünde kullanılan ve titrasyonda sıvıların damla damla aktarılmasını sağlayan hassas ölçüm araçlarıdır (Görsel 1.21). Büretler normal, otomatik ve dijital büretler olmak üzere üç gruba ayrılır (Görsel 1.22).



Görsel 1.21: Büret





- **Normal büret:** Bir ucu açık, öbür ucunda musluk bulunan üzeri mililitre taksimatlı uzun cam borulardır. Boşaltma ucunda sıvının akışını kontrol edebilmek için bir açma kapama musluğu vardır. Laboratuvarlarda genellikle 25 ml, 50 ml ve 100 ml'lik büretler kullanılmaktadır. Normal büretler kullanılmadan önce mutlaka bir statife (spor) tutturulmalıdır.
- **Otomatik büret:** Çözelti veya sıvıyı büret şişesinden otomatik olarak alan büretlere otomatik büret denir. Otomatik büret iki kısımdan oluşur. Birinci kısım büret şişesi, ikinci kısım ise bürettir. Büret kısmını vazelin sürülerek şişeye iyice oturtulmalıdır. Kullanım sırasında büretle şişe birlikte tutulup oluşan basınçla büretin çıkması önlenmelidir.
- **Dijital büret:** Çok küçük hassasiyetlerde sıvı boşaltımı yapabilen şişe üstü büretlerdir. Kalibrasyonları kolay olup art arda yapılan titrasyonlarda kolayca sıfırlanarak zamandan tasarruf sağlar. Laboratuvarlarda genellikle 25 ml ve 50 ml kapasiteli olanlar kullanılır.



Görsel 1.22: Büret çeşitleri

• Büretle Hacim Ölçümü Yapma

- Büretin temizlik kontrolü yapılır.
- Büret kirli ise yıkanır, kirli değilse saf suyla çalkalanır.
- Büret, içine konulacak az miktarda çözelti ile çalkalanır ve sıvı akıtılarak büretin musluğu kontrol edilir.
- Musluk damlatıyorsa vazelin sürülmesi için sökülür.
- Vazelin sürüldükten sonra musluk yerine takılır ve damlatmadığından emin olmak üzere tekrar deneme yapılır.
- Çözelti veya sıvı, huni yardımı ile sıfır hizasının biraz üstüne kadar doldurulur.
- Büret musluğunun altına boş bir beher ya da erlen konularak musluğun altındaki havanın boşaltılması sağlanır. Boşaltım sırasında sıvıda oluşan menisküsün alt sınırının sıfır çizgisi hizasına gelmesine dikkat edilir.
- Sıvı aktarımına başlamadan önce büretin ucundaki damla, bir cam malzeme dokundurularak alınmalıdır. Bu damla, büretin içindeki hacme dâhil olmadığı için alınmazsa hataya neden olur.
- Büretin musluğu başparmak ve işaret parmağı ile açılıp kapatılır. Görsel 1.23'te görüldüğü gibi sol elin işaret parmağı arkada, başparmak önde olacak şekilde büretin musluğu kavranır.

- Göz sıvı düzeyini dikkatle izlerken musluk hafifçe açılarak sıvının akması sağlanır.
- İstenilen hacme yaklaşıldığında, musluk, sıvının damla damla akışını sağlayacak şekilde kısılır.
- Büretteki sıvı miktarı istenilen hacme ulaştığında musluk kapatılır. Kabin ağzı, büret ucuna değdirilerek buradaki damla alınır.
- Büretteki sıvı hızlı akıtılmışsa musluğun kapatılması ile sarfiyatın okunması arasında en az bir dakika beklenmelidir. Böylece büret çeperlerinde kalan sıvının akması sağlanarak okumada oluşacak hata düzeltilir.
- İstenilen miktarda sıvı alındıktan sonra bürette kalan sıvı boşaltılır. Büret içinde uzun süre çözelti veya sıvı bırakılırsa cam aşınacağından büretin hassasiyeti bozulur.



Görsel 1.23: Büreti açıp kapama

1.2.4.4. Dispenserle Hacim Ölçümü

Dispenser, eşit miktardaki sıvıları arka arkaya tüplere veya şişelere aktarmak amacıyla kullanılan ve deneylerde tekrarlanabilirlik sağlayan hacim ölçüm aracıdır (Görsel 1.24).

Dispenser ile hacim ölçümü Görsel 1.25'te gösterilmiştir ve aşağıdaki basamaklar izlenerek yapılmalıdır:

- Dispenser şişesine hacmi ölçülecek sıvı aktarılır.
- Dispenser şişeye takılır.
- Ölçülecek hacme göre dispenser ayarlanır.
- Dispenserin havası alınarak ölçülecek sıvı çekilir.
- Sıvı, dispenserden istenilen bir kaba aktarılır.



Görsel 1.24: Dispenser ve şişesi



Görsel 1.25: Dispenser ile hacim ölçümü

Dispenserin emici tüpü ve enjeksiyon ucu çıkarıldıktan sonra dispenser 121 °C'de maksimum 2 bara kadar buharla sterilize edilir. Ayrıca dispenser kimyasal olarak alkol, formaldehit vb. kimyasallar ile de sterilize etmek mümkündür.





UYGULAMA YAPRAĞI 1

KATILARDA HACİM ÖLÇÜMÜ

AMAÇ:

Boyutları ölçülebilen katı maddelerin hacim ölçümünü yapmak.

1.1. Kullanılacak Araç, Gereç ve Kimyasallar

- Küp
- Silindir
- Dikdörtgen prizması
- Küre
- Mikrometre
- Kumpas
- Cetvel

1.2. İşlem Basamakları



Laboratuvar önlüğünü giyiniz.

- Önlüğünüzü laboratuvar dışında giyip çıkarınız.



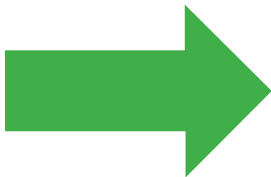
Tartım kabını kefeye koyunuz.

- Tartım kabını maşa ile tutunuz.



Katının boyutlarını ölçünüz.

- Ölçümlerinizi hassas yapınız.
- Kumpasla da ölçüm yapabilirsiniz.



Formülde yerine koyarak hesaplama yapınız.

- Hesaplamaları dikkatli yapınız.

1.3. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Metal bir bilyenin çapı, mikrometreyle 2 cm olarak ölçüldüğüne göre bu bilyenin hacmini hesaplayınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu deney kapsamında yaptığınız çalışma öğretmeniniz tarafından aşağıdaki kontrol listesine göre değerlendirilecektir.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Hacmi ölçülecek katının geometrik şeklini belirledi mi?		
2. Katının boyutlarını ölçtü mü?		
3. Formülde yerine koyarak katının hacmini buldu mu?		

SONUÇ

(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH .../.../20...	
ADI-SOYADI	DEĞERLENDİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	TEMİZLİK DÜZENİ	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
NUMARASI	ALANLARA VERİLEN PUAN	30	50	10	10	100	
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI	TAKDİR EDİLEN PUAN						





UYGULAMA YAPRAĞI 2

SIVILARDA PİPETLE HACİM ÖLÇÜMÜ

AMAÇ:

Puar kullanarak pipetle hacim ölçümü yapmak.

1.1. Kullanılacak Araç, Gereç ve Kimyasallar

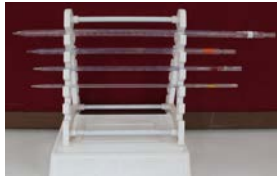
- Pipet
- Puar
- Beher
- Saf su

1.2. İşlem Basamakları



Laboratuvar önlüğünü giyiniz.

- Önlüğünüzü laboratuvar dışında giyip çıkarınız.



Ölçülecek sıvı miktarına uygun pipet seçiniz.

- Pipetin temiz olmasına dikkat ediniz.



Puarı pipetin ucuna takınız.

- Puarın havasını (A) noktasına bastırarak boşaltınız.



Hacmi ölçülecek sıvı içine pipeti daldırınız.

- Puarın (S) noktasına bastırarak pipet içine istenilen kadar sıvı dolmasını sağlayınız.
- Pipete sıvının hızlı bir şekilde dolmasına engel olunuz.



Hacim çizgisinin üzerinde sıvı çekiniz.

- Puarın (E) noktasına basarak hacim çizgisine kadar sıvıyı boşaltınız.





İstenen miktardaki sıvıyı, yine (E) noktasına bastırarak diğer bir kaba aktarınız.

- Sıvının tam olarak boşalması için pipeti dik tutunuz.
- Puarın (E) noktasına basarak sıvıyı behere aktarınız.

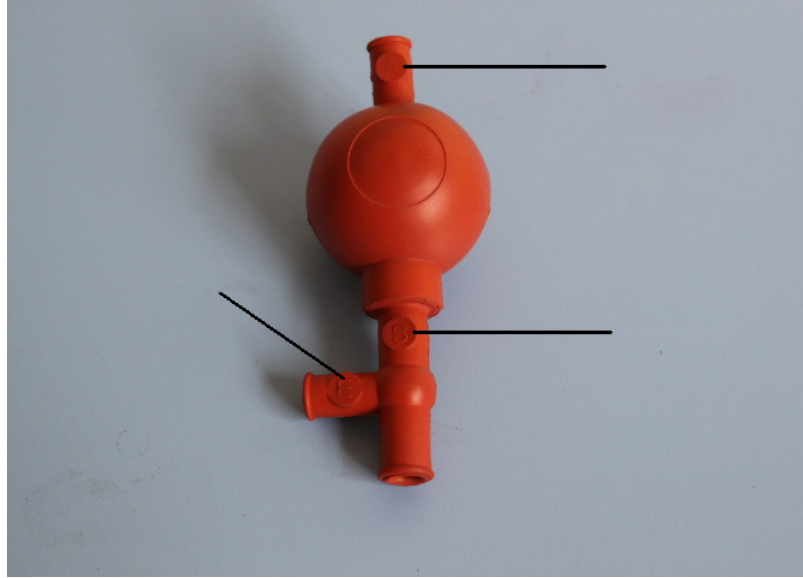


Malzemeleri temizleyiniz.

- Temizlik kurallarına uyunuz.

1.3. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Görsele göre puarın üzerindeki işlev noktalarının adını yazınız.



KONTROL LİSTESİ

Bu deney kapsamında yaptığınız çalışma öğretmeniniz tarafından aşağıdaki kontrol listesine göre değerlendirilecektir.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Ölçülecek sıvı hacmine uygun pipet seçip puarı taktı mı?		
2. Pipetle istenilen hacimde sıvı çekip diğer kaba aktardı mı?		
3. Kullanılan cam malzemeleri temizledi mi?		
4. Puarın üzerindeki işlev noktalarını söyledi mi?		





SONUÇ

(Deney sonucunu aşığıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH .../.../20...	
ADI-SOYADI	DEĞERLENDİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	TEMİZLİK DÜZENİ	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
NUMARASI	ALANLARA VERİLEN PUAN	30	50	10	10	100	
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI	TAKDİR EDİLEN PUAN						





UYGULAMA YAPRAĞI 3

SIVILARDA MEZÜRLE HACİM ÖLÇÜMÜ

AMAÇ:

Mezür kullanarak hacim ölçümü yapmak.

1.1. Kullanılacak Araç, Gereç ve Kimyasallar

- Mezür
- Huni
- Beher
- Saf su

1.2. İşlem Basamakları



Laboratuvar önlüğünü giyiniz.

- Önlüğünüzü laboratuvar dışında giyip çıkarınız.



Alınacak sıvının hacmine uygun bir mezür seçiniz.

- Mezürü düz bir zemine koymaya dikkat ediniz.



Sıvıyı istenilen hacme kadar mezüre doldurunuz.

- Ölçülecek sıvıyı azar azar mezüre aktarınız.
- Menisküs çizgisine dikkat ediniz.



Mezürde hacmi ölçülen sıvıyı istenilen yere aktarınız.

- Bir süre eğimli tutarak mezürdeki tüm sıvının akmasını sağlayınız.
- Aktarılacak sıvıyı etrafa sıçratmadan aktarmaya özen gösteriniz.



Mezürü temizleyiniz.

- Uygun yıkama çözeltileri ile temizleyiniz.





1.3. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Görseldeki mezürde kaç ml sıvı vardır?



KONTROL LİSTESİ

Bu deney kapsamında yaptığınız çalışma öğretmeniniz tarafından aşağıdaki kontrol listesine göre değerlendirilecektir.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Uygun mezür seçip düz zemine koydu mu?		
2. İstenilen hacim kadar sıvıyı mezüre doldurup aktarılacak kaba boşalttı mı?		
3. Kullandığı araç gereçleri temizledi mi?		

SONUÇ

(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH .../.../20...	
ADI-SOYADI	DEĞERLENDİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	TEMİZLİK DÜZENİ	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
NUMARASI	ALANLARA VERİLEN PUAN	30	50	10	10	100	
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI	TAKDİR EDİLEN PUAN						





UYGULAMA YAPRAĞI 4

SIVILARDA BÜRETLE HACİM ÖLÇÜMÜ

AMAÇ:

Büret kullanarak hacim ölçümü yapmak.

1.1. Kullanılacak Araç, Gereç ve Kimyasallar

- Büret
- Huni
- Beher
- Kelebek
- Destek çubuğu
- Saf su

1.2. İşlem Basamakları



Laboratuvar önlüğünü giyiniz.

- Önlüğünüzü laboratuvar dışında giyip çıkarınız.



Ölçülecek hacme uygun büret seçiniz.

- Büretin temizliğini kontrol ediniz.
- İçine konulan bir miktar sıvı ile yıkayıp büretin musluğunu kontrol ediniz.



Büreti destek çubuğuna tutturulmuş kelebeğe takınız.

- Kelebeğe tutturulmuş büretin aşağı yukarı hareketinde ölçü çizgilerinin zarar görmemesine dikkat ediniz.
- Hacim çizgilerini rahat görebilecek şekilde büreti kelebeğe sabitleyiniz.



Sıvıyı sıfır hizasının biraz üstünde doldurunuz.

- Sıvıyı doldururken huni kullanınız.



Musluğun altındaki havayı boşaltıp büreti sıfırlayınız.

- Büretin musluğunun altına boş bir beher ya da erlen koyunuz.
- Boşaltım sırasında menisküs çizgisine dikkat ediniz.
- Büretin ucundaki son damlayı alınız.

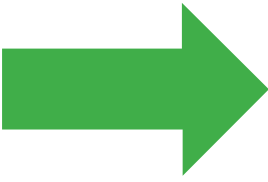




- Büretin musluğunu başparmak ve işaret parmağı ile kavrayınız.
- Sol elin işaret parmağı arkada, başparmağı önde olacak şekilde büretin musluğunu tutunuz.



- Musluğu hafifçe açarak sıvıyı aktarınız.
- İstenilen hacme yaklaşıldığında musluktan sıvının damla damla akışını sağlayınız.
 - Kabın ağzını, büretin ucuna değdirerek buradaki damlayı alınız.



- Kullandığınız malzemeleri temizleyiniz.
- Uygun çözeltiler kullanarak temizleyiniz.

1.3. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Büretle hacim ölçtükten sonra yapılan işlemleri kısaca yazınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu deney kapsamında yaptığınız çalışma öğretmeniniz tarafından aşağıdaki kontrol listesine göre değerlendirilecektir.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Seçtiği büreti destek çubuğuna tutturulmuş kelebeğe taktı mı?		
2. Sıvıyı sıfır hizasının biraz üstünde doldurdu mu?		
3. Musluğun altındaki havayı boşaltıp büreti sıfırladı mı?		
4. Büretin musluğunu başparmak ve işaret parmağı ile kavrayıp hafifçe açarak sıvıyı aktardı mı?		
5. Kullanılan malzemeleri temizledi mi?		



SONUÇ

(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH .../.../20...	
ADI-SOYADI	DEĞERLENDİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	TEMİZLİK DÜZENİ	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
NUMARASI	ALANLARA VERİLEN PUAN	30	50	10	10	100	
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI	TAKDİR EDİLEN PUAN						





UYGULAMA YAPRAĞI 5

SIVILARDA DİSPENSERLE HACİM ÖLÇÜMÜ

AMAÇ:

Dispenser kullanarak hacim ölçümü yapmak.

1.1. Kullanılacak Araç, Gereç ve Kimyasallar

- Dispenser
- Beher
- Saf su

1.2. İşlem Basamakları



Laboratuvar önlüğünü giyiniz.

- Önlüğünüzü laboratuvar dışında giyip çıkarınız.



Dispenser şişesine hacmi ölçülecek sıvı aktarınız.

- Aktarma işlemini huni kullanarak yapınız.
- Buharı tehlikeli olan sıvılar ile çalışırken mutlaka çeker ocak kullanınız.



Dispenseri şişeye takınız.

- Ölçümlerinizi hassas yapınız.
- Kumpasla da ölçüm yapabilirsiniz.



Ölçülecek hacmi ayarlayınız, dispenserini doldurunuz.

- Hacim çizgisini istenilen hacimde dikkatli bir şekilde ayarlayınız.



Dispensere sıvıyı çekiniz.

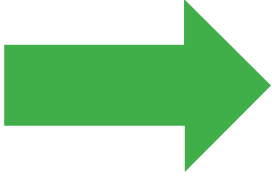
- Tamamen dolmasını bekleyiniz.





Dispenserdeki sıvıyı kaba aktarınız.

- Sıvının miktarına uygun cam malzeme seçmeye özen gösteriniz.
- Sıvı tamamen boşalınca kadar bekleyiniz.



Kullandığınız malzemeleri temizleyip deney raporu yazınız.

1.3. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Dispenserle hacim ölçümünün avantajlarını ve dezavantajlarını arkadaşlarınızla tartışınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu deney kapsamında yaptığınız çalışma öğretmeniniz tarafından aşağıdaki kontrol listesine göre değerlendirilecektir.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Dispenser şişesine hacmi ölçülecek sıvıyı doldurup dispenser taktı mı?		
2. Hacim çizgisini istenilen miktara ayarladı mı?		
3. Dispensere sıvıyı çekip aktarılacak kaba koydu mu?		
4. Kullanılan malzemeleri temizledi mi?		





SONUÇ

(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH .../.../20...	
	DEĞERLENDİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	TEMİZLİK DÜZENİ	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
ADI-SOYADI	ALANLARA VERİLEN PUAN	30	50	10	10	100	
NUMARASI	TAKDİR EDİLEN PUAN						
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI							



**AMAÇ**

Tekniğine ve kullanılacak ölçüm aracına uygun yoğunluk ölçümü yapmak.

GİRİŞ

Yoğunluk ölçümü yapabilmek için öncelikle laboratuvarlarda kullanılan yoğunluk ölçüm araçlarının neler olduğu ve katı ile sıvılarda yoğunluğun nasıl ölçüldüğü hakkında bilgi edinilmesi gerekir.

**HAZIRLIK ÇALIŞMALARI**

1. Sütün yağı neden üste çıkar? Araştırınız.
2. Yoğunluk birimlerini araştırınız.

1.3. YOĞUNLUK ÖLÇÜMÜ

Bir maddenin belirli sıcaklık ve basınç altındaki birim hacminin kütlesine **yoğunluk (özkütle)** denir. Yoğunluk maddenin ayırt edici özelliğidir, fakat tek başına maddeyi tanımlamada yeterli değildir. Maddenin birden fazla ayırt edici özelliğinin birlikte değerlendirilmesi gerekir. Sabit basınç ve sıcaklık altında; hacimleri aynı olan iki maddenin kütleleri farklı ise yoğunlukları da farklıdır. Bir maddenin yoğunluğu (özkütle) aşağıdaki formülle hesaplanır.

$d = \frac{m}{V}$	<p>d: Yoğunluk (Özkütle) m: Maddenin kütlesi V: Maddenin hacmi</p>
-------------------	--

Katı ve sıvıların sıcaklıkları arttıkça hacimleri de artacağı için özkütlesi azalır. İstisna olarak sularda 0 °C'den +4 °C'ye kadar sıcaklık arttıkça hacim azalır ve özkütle artar, +4 °C'den sonra ise kurala uygun olarak özkütle azalır. Tablo 1.5'te bazı maddelerin özkütlesi verilmiştir.

Tablo 1.5: Bazı Maddelerin Özkütleri	
Madde	Özkütle (g/cm ³)
Altın	19,28
Alüminyum	2,70
Bakır	8,90
Benzin	0,70
Gümüş	10,50
Hava	1,29.10 ⁻³
Su	1,00
Tuz	1,20
Yağlar	0,90-0,95





1.3.1. Yoğunluk Birimleri ve Dönüştürülmesi

Özkütle, saf maddelerin üç hâli (katı-sıvı-gaz) için de ayırt edici özelliktir. Uluslararası Birim Sisteminde (SI) yoğunluk birimi kg/m^3 'tür. Laboratuvarda katılar için özkütle birimi g/cm^3 , sıvılar için özkütle birimi g/ml ve gazlar için ise özkütle birimi g/l olarak kullanılmaktadır.

Bazı yoğunluk birimlerinin çevrimi Tablo 1.6'da verilmiştir.

	Kg/m^3	g/m^3	g/cm^3
Kg/m^3	1 Kg/m^3	$1\ 000 = 10^3 \text{ g/m}^3$	$0,001 = 10^{-3} \text{ g/cm}^3$
g/cm^3	$0,001 = 10^{-3} \text{ Kg/m}^3$	$1\ 000\ 000 = 10^6 \text{ g/m}^3$	1 g/cm^3
g/l	$0,000\ 001 = 10^{-6} \text{ Kg/m}^3$	$1\ 000 = 10^3 \text{ g/m}^3$	$0,001 = 10^{-3} \text{ g/cm}^3$

	Kg/l	g/l	mg/l	g/ml
Kg/m^3	$0,001 = 10^{-3} \text{ kg/l}$	1 g/l	$1\ 000 = 10^3 \text{ mg/l}$	$0,001 = 10^{-3} \text{ g/ml}$
g/cm^3	1 Kg/l	$1\ 000 = 10^3 \text{ g/l}$	$1\ 000\ 000 = 10^6 \text{ mg/l}$	1 g/ml
g/l	$0,001 = 10^{-3} \text{ kg/l}$	1 g/l	$1\ 000 = 10^3 \text{ mg/l}$	$0,001 = 10^{-3} \text{ g/ml}$

Eşit kütleli yoğunlukları farklı sıvıların karışımlarının özkütlesi	$d_k = \frac{2 \times d_1 \times d_2}{d_1 + d_2}$	formülüyle hesaplanır.
Eşit hacimlerde yoğunlukları farklı sıvıların karışımlarının özkütlesi	$d_k = \frac{d_1 + d_2}{2}$	formülüyle hesaplanır.

1.3.2. Katılarda Yoğunluk Ölçümü

Katıların yoğunluğunun ölçülmesi için kütle ve hacmin bilinmesi gerekir. Geometrik şekli düzgün olan ve kütlesi ölçülen katıların, hacmi hesaplanarak yoğunluğu bulunur. Geometrik şekli düzgün olmayan ve kütlesi ölçülebilen katıların ise mezür ve su kullanılarak hacmi hesaplanır ve yoğunluğu bulunur.

1.3.2.1. Boyutları Ölçülebilen Katıların Yoğunluğunu Bulma

Boyutları ölçülebilen katı maddelerin yoğunluğunu hesaplamak için hacim ve kütle ölçümü yapılır. Geometrik biçimli katıların hacimleri, boyutlarından yararlanılarak bulunur. Bazı geometrik şekillerin hacim formülleri 'Hacim Ölçümü' bilgi yaprağında verilmiştir.

Belirli geometrik şekle sahip olan ve boyutları ölçülebilen katıların özkütlesi aşağıdaki işlem basamakları takip edilerek bulunur:

- Tartılarak kütlesi bulunur.
- Boyutları ölçülerek hacmi hesaplanır.
- Kütlesi ve hacmi bulunan katının yoğunluk formülünden ($d = \frac{m}{V}$) yararlanılarak özkütlesi bulunur.

Örnek: Ölçüleri FİFA tarafından belirlenmiş bir futbol topunun kütlesi 440 g, yarıçapı 11 cm olduğuna göre futbol topunun özkütlesi kaç g/cm³tür?

$$\begin{aligned}
 m &= 440 \text{ g} & V &= \frac{4}{3} \times \pi \times r^3 \\
 r &= 11 \text{ cm} & V &= \frac{4}{3} \times 3,14 \times 11^3 = 5\,572,45 \text{ cm}^3 \\
 \pi &= 3,14 & d &= \frac{m}{V} = \frac{440}{5\,572,45} = 0,0789 \text{ g/cm}^3 \\
 V &= ? & & \\
 d &= ? & d &= 0,0789 \text{ g/cm}^3 \text{ tür}
 \end{aligned}$$

1.3.2.2. Boyutları Ölçülemeyen Katıların Yoğunluğunu Bulma

Belirli geometrik şekle sahip olmayan, boyutları ölçülemeyen katıların özkütlesi aşağıdaki işlem basamakları takip edilerek bulunur:

- Tartılarak kütlesi (m) bulunur.
- Mezüre katı cisim örtecek kadar su konur ve hacmi (V₁) okunur.
- Katı cisim yavaşça mezüre bırakılır.
- Katı cisim ile suyun kapladığı hacim (V₂) okunur.
- Katı maddenin hacmi $V_{\text{katı}} = V_2 - V_1$ formülü ile hesaplanır.
- Kütlesi ve hacmi bulunan cismin yoğunluğu $d = m/V$ formülü ile bulunur.

Örnek: Ölçüleri FİFA tarafından belirlenmiş futbol topunun kütlesi 440 g, yarıçapı 11 cm olduğuna göre futbol topunun özkütlesini bulunuz.

$$\begin{aligned}
 m &= 24 \text{ g} & d &= \frac{m}{V} \\
 V &= 5 \text{ cm}^3 & & \\
 d &= ? & d &= \frac{24}{5} = 4,8 \text{ g/cm}^3 \\
 & & d &= 4,8 \text{ g/cm}^3
 \end{aligned}$$

1.3.3. Sıvılarda Yoğunluk Ölçümü

Sıvıların yoğunluğunun ölçümü için çeşitli araçlar geliştirilmiştir. Bu araçlar; Mohr terazileri, areometreler ve piknometrelerdir. Laboratuvar çalışmalarında daha çok piknometreler ve areometreler kullanılır.

• Areometreler ile Yoğunluk Ölçümü

Sıvıların yoğunluk ölçümünde kullanılan dalıcı ve yüzücü aletlere **areometre** denir. Çalışma ilkesi, sıvının kaldırma kuvvetinin sıvı yoğunluğu ile doğru orantılı olmasıdır. Sıvıya daldırılarak kullanılır.

Laboratuvarda kullanılan **bomemetre**, **dansimetre**, **laktodansimetre** ve **alkolimetreler** sabit ağırlıklı areometrelerdir.

Areometreler camdan yapılmış bir hazne ile silindirik bir borudan oluşmuştur. Hazne kısmına ağırlık merkezinin aşağıda olması için civa veya kurşun gibi maddeler konur. Silindirik borunun üzerindeki bölümlü cetvel doğrudan yoğunluğu gösterir. Bazı areometrelerde sıcaklık göstergesi de bulunur. Areometre sıvıda ne kadar derine inerse sıvının yoğunluğu da o kadar küçük olur.





Areometrelerin yapımında yoğunluğu bilinen su kullanılır. Suya göre yoğunluk belirlendikten sonra diğer sıvıların yoğunlukları belirlenir.

Yoğunluk tayinleri genellikle 20 °C veya 15,6 °C'de yapılmalıdır; çünkü sıvıların hacimleri sıcaklık değişikliklerinden etkilenir.

• Dansimetre ile Ölçüm

Yoğunluk ölçümleri için uygulamada yaygın olarak kullanılan üzeri derecelendirilmiş olan sabit ağırlıklı areometrelere **dansimetre** denir (Görsel 1.26).



Görsel 1.26: Çeşitli dansimetreler

Dansimetreler, saf suyun yoğunluğunu 1 g/ml ölçecek şekilde ayarlanır. Yoğunlukları 0,70 ile 1,00 arasında olan sıvılar ile yoğunlukları 1,00'den büyük olan sıvılar için derecelendirilmiş çeşitli dansimetreler vardır.

Dansimetre ile yoğunluk ölçümü yapılırken numune, belirli sıcaklık aralığında olmalıdır. Dansimetre bu aralıktaki sıcaklığa göre ayarlandığında aralığın içinde olmak kaydı ile tespit edilen sıcaklığın dışında yapılan ölçümlerde düzeltme faktörü uygulanır. Sıcaklık düzeltme faktörü her 1 derece için 0,2'dir. Numunenin sıcaklığı, dansimetrenin ayarlı olduğu sıcaklıktan yüksek ise sıcaklık düzeltmesi okunan değerine üstüne eklenir, düşük ise okunan değerden çıkarılır. Sonraki aşamada okuma değerine 1 000 eklenip 1 000'e bölünerek yoğunluk hesaplanır.

Örnek: 15 °C'ye ayarlı bir dansimetre ile 18 °C'deki sıvının ölçümünde dansimetre değeri 30 bulunmuştur. Gerekli düzeltmeyi yaparak bu maddenin yoğunluğunu hesaplayınız.

$$18 - 15 = 3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$3 \times 0,2 = 0,6$$

$$\text{Dansimetre değeri} = 30 + 0,6 = 30,6 \text{ olarak bulunur.}$$

$$\text{Özgül ağırlık} = (\text{Dansimetre değeri} + 1\ 000) / 1\ 000$$

$$\text{Özgül ağırlık} = 30,6 + 1\ 000 / 1\ 000$$

$$\text{Özgül ağırlık} = 1,0306 \text{ g/ml}$$

Yukarıdaki örnekte dansimetre skalasında okunan değer 30, sıcaklık düzeltme faktörü 0,6 bulunmuştur. Numunenin sıcaklığı 15 °C'den yüksek olduğu için skalada okunan değerine düzeltme faktörü eklenip dansimetre değeri 30,6 hesaplanmıştır. Son olarak yoğunluk, düzeltilmiş dansimetre değerine 1 000 ekleyip 1 000'e bölünerek bulunmuştur.

En doğru dansimetre okuması aşağıdaki şekilde yapılır:

- Dansimetrenin ölçeği kontrol edilip taksimatların neye denk geldiği belirlenir.
- Ölçüm için kullanılacak mezürün boyutu dansimetrenin boyutuna uygun olmalıdır. Mezürün çapı dansimetrenin çapından en az 1,5-2,0 cm büyük, yüksekliği ise daha uzun olmalıdır. Ölçüm sırasında dansimetre mezürün çeperine ve tabanına dokunmamalıdır.

- Çalışmaya başlamadan önce dansimetre ve mezür temizlenmeli ve kurulanmalıdır.
- Numunede herhangi bir yabancı madde varsa süzülmalıdır.
- Numune mezürün 2/3'ünden fazla doldurulmamalıdır ve sıcaklığı ölçülmelidir.
- Dansimetre boyun kısmından ıslatılmadan tutularak numune içine yavaşça daldırılmalıdır. Dansimetrenin boyun kısmına tutunan damlalar sonucu etkiler.
- Dansimetrenin dikey salınımı durduktan sonra okuma yapılmalı ve dansimetrenin boynuna tırmanan sıvı dikkate alınmadan göz tam sıvı hizasına getirilerek okuma yapılmalıdır.

• Bomemetre ile Ölçüm

Bomemetreler, çeşitli çözeltilerin ağırlıkça yüzde derişimini belirlemek üzere ayarlanmış areometrelerdir (Görsel 1.27). Laboratuvarlarda genel olarak şekerli sıvıların, muhtelif tuz ve ağır kimyevi madde çözeltilerinin yoğunluğunu ölçmede kullanılır.

Bomemetrelerde yoğunluk %10'luk tuzlu suya göre ayarlanmıştır (Bome areometrelerinin 15 °C'deki suda battığı yere 0, % 10'luk tuz çözeltisinde battığı yere 10 koyularak kalibrasyonu yapılmıştır. Skala 0-10 arasında eşit olarak bölünmüş ve her bir çizgi % 1 tuza denk gelecek şekilde ayarlanmıştır.). Bu nedenle bomemetrenin gösterdiği rakam sudaki ağırlıkça % tuz miktarını ifade eder (g/100 g). Bomemetreler peynir salamurasının hazırlanması, şıra ve şarapçılıkta kullanılır. Bomemetre ile yoğunluk ölçmek için çeşitli cetveller hazırlanmış olup cetvel olmadığı zaman şırada bome derecesi 1,9 ile çarpılarak % kuru madde miktarı ve 1,8 ile çarpılarak da % şeker miktarı bulunur.



Görsel 1.27: Bomemetre

• Alkolimetre ile Ölçüm

Alkol su karışımının hacimce % alkol miktarını gösteren 15,56 °C'ye ayarlanmış olan areometreye **alkolimetre** denir (Görsel 1.28). Sıcaklık düzeltme faktörü her 1 °C için 0,18'dir. Hesaplamalarda kolaylık için 0,2 alınır. Sıcaklık düzeltmesi 15,5 °C'ye yakın yapılmalıdır.

Alkolimetrenin taksimatlarındaki rakamlar diğer areometrelerin aksine aşağıdan yukarıya doğru yükselir. Sıcaklık düzeltmesi yaparken okunan değerden yüksek derecelerde 15,5 °C çıkartılır; düşük derecelerde 15,5 °C eklenir.



Görsel 1.28: Alkolimetre

Alkolimetre ile % alkol miktarı tayininde aşağıdaki işlem basamakları uygulanır:

- Mezür ve alkolimetre tekniğine uygun temizlenerek kurutulur.
- Numune mezüre doldurulur ve sıcaklığı ölçülür.
- Alkolimetre numuneye yavaşça daldırılır, dikey salınım durunca okuma yapılır.
- Sıcaklık düzeltmesi yapılarak numunedeki % alkol hesaplanır.





Örnek: 15,5 °C'ye kalibre edilmiş alkolimetrede okunan değer 68'dir. Numunenin sıcaklığı 17,5 °C olduğuna göre % alkol miktarını hesaplayınız.

$$17,5 - 15,5 = 2$$

$$2 \times 0,2 = 0,4$$

15,5 °C'den büyük olduğundan okunan değerden çıkarılır.

$$\text{Alkol miktarı} = 68 - 0,4 = \% 67,6 \text{ dir.}$$

Örnek: 15,5 °C'ye kalibre edilmiş alkolimetrede okunan değer 70'tir. Numunenin sıcaklığı 12,0 °C olduğuna göre % alkol miktarını hesaplayınız.

$$15,5 - 12,0 = 3,5$$

$$3,5 \times 0,2 = 0,7$$

15,5 °C'den küçük olduğundan okunan değerle toplanır.

$$\text{Alkol miktarı} = 70 + 0,7 = \% 70,7 \text{ dir.}$$

• Piknometre ile Yoğunluk Ölçümü

Piknometreler sıvı yoğunluğunun ölçülmesinde kullanılan küçük, hafif, sabit hacimde ve camdan yapılmış 10 ml -100 ml'lik hacimlerdeki kapaklı şişelerdir.

Piknometre ile yoğunluk ölçümünde aşağıdaki işlem basamakları uygulanır:

- %4'lük potasyum ya da sodyum bikromat içeren sülfürik asit çözeltisi hazırlanır.
- Bu çözelti ile piknometre yıkanır, çeşme suyu ile durulandıktan sonra saf su ile son kez durulanır.
- Alkol veya eter ile çalkalanarak kurutulur. Kurutmanın hızlı olması için kılcal boru ile hava verilir.
- Piknometre kapağı ile birlikte tartılarak darası bulunur (**D**).
- Piknometre 20 °C'deki saf su ile tamamen doldurulur ve kapağı kapatılır.
- 20 °C'deki su banyosuna konur ve 30 dakika bekletilir.
- Piknometre su banyosundan çıkartılır, kurutma kâğıdı ile iyice silinerek kurutulur ve tartılır (**Ps**).
- Piknometredeki saf su boşaltılır. Yoğunluğu bulunacak sıvı numune ile birkaç defa çalkalanıp doldurulur.
- 20 °C'deki su banyosuna konulur ve numunenin 20 °C'ye ulaşması için 30 dakika bekletilir.
- Piknometre içindeki numune su banyosundan çıkartılır, kurutma kâğıdı ile iyice silinerek kurutulur ve tartılır (**Pö**).

Elde edilen tartım değeri, $d \text{ (g/ml)} = \frac{Pö - D}{Ps - D}$ formülü kullanılarak yoğunluk hesaplanır.

Örnek: Sabit tartıma getirilmiş piknometrenin darası 21,285 g, saf su ile dolu piknometrenin kütlesi 34,698 g'dır. Piknometre zeytinyağı ile doldurulduğunda kütlesi 33,499 g tartılmıştır. Zeytinyağının yoğunluğu kaç g/ml'dir?

$$D = 21,285 \text{ g} \quad d \text{ (g/ml)} = \frac{Pö - D}{Ps - D}$$

$$Ps = 34,698 \text{ g} \quad d \text{ (g/ml)} = \frac{33,499 - 21,285}{34,698 - 21,285}$$

$$Pö = 33,499 \text{ g} \quad d \text{ (g/ml)} = 0,91 \text{ g/ml}$$





UYGULAMA YAPRAĞI 1

KATI MADDELERDE YOĞUNLUK ÖLÇÜMÜ

AMAÇ:

Boyutları ölçülemeyen katı maddelerin yoğunluğunu bulmak.

1.1. Kullanılacak Araç, Gereç ve Kimyasallar

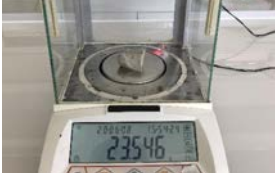
- Hassas terazi
- Mezür
- Hesap makinesi
- Taş

1.2. İşlem Basamakları



Laboratuvar önlüğünü giyiniz.

- Önlüğünüzü laboratuvar dışında giyip çıkarınız.



Katı maddeyi tartınız.

- Hassas terazi ile çalışma kurallarına uyunuz.
- Kütleyi kaydediniz.



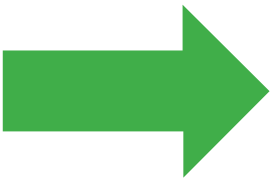
Mezüre katı cisim öreceğe kadar su koyup hacmi okuyunuz.

- Katı cismin çapından büyük mezür seçiniz.
- Katı cisim öreceğe kadar su doldurunuz.



Katı cisim yavaşça mezüre bırakıp hacmi kaydediniz.

- Katı cisim dikkatlice mezüre koyunuz.



Katı maddenin hacmini bulup yoğunluğunu hesaplayınız.

- Yoğunluğu g/cm^3 cinsinden hesaplayınız.





1.3. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Hassas terazi ile yapılan tartımda boyutları ölçülemeyen cismin kütlesi 32 g, mezürdeki suyun ilk hacmi 150 ml, katı cisim mezüre atıldıktan sonra hacmi 172 ml'dir. Cismin yoğunluğunu g/cm^3 olarak bulunuz.

KONTROL LİSTESİ

Bu deney kapsamında yaptığınız çalışma öğretmeniniz tarafından aşağıdaki kontrol listesine göre değerlendirilecektir.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Boyutları ölçülemeyen katı cismi tarttı mı?		
2. Mezüre cismi örtecek kadar su koyup hacmi okudu mu?		
3. Katı cismi yavaşça mezüre bırakıp hacmini kaydedip yoğunluğu hesapladı mı?		
4. Kullandığı cam malzemeleri temizledi mi?		

SONUÇ

(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH .../.../20...	
ADI-SOYADI	DEĞERLENDİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	TEMİZLİK DÜZENİ	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
NUMARASI	ALANLARA VERİLEN PUAN	30	50	10	10	100	
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI	TAKDİR EDİLEN PUAN						





UYGULAMA YAPRAĞI 2

DANSİMETRE İLE YOĞUNLUK ÖLÇÜMÜ

AMAÇ:

Dansimetre kullanarak sıvıların yoğunluk ölçümünü yapmak.

1.1. Kullanılacak Araç, Gereç ve Kimyasallar

- Dansimetre
- Mezür
- Termometre
- Hesap makinesi

1.2. İşlem Basamakları



Laboratuvar önlüğünü giyiniz.

- Önlüğünüzü laboratuvar dışında giyip çıkarınız.



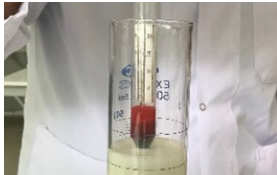
Ölçüm için uygun dansimetre ve mezür seçiniz.

- Mezür çapının dansimetre çapından en az 1,5-2,0 cm daha büyük ve yüksekliğinin daha uzun olmasına dikkat ediniz.



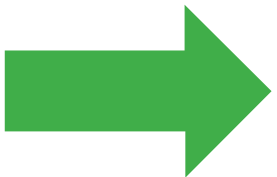
Numuneyi mezüre doldurunuz. Mezür 2/3'ünden fazla doldurulmamalıdır.

- Termometreyi numuneden çıkarmadan sıcaklığı okuyunuz.
- Sıcaklığı kaydediniz.



Dansimetreyi yavaşça numuneye daldırınız.

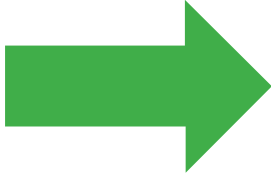
- Dansimetreyi boyun kısmında tutunuz.
- Dansimetrenin boyun kısmını ıslatmamaya dikkat ediniz.



Dansimetrede yoğunluğu okuyunuz.

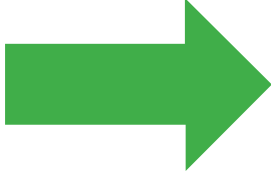
- Dikey salınım durduktan sonra okuma yapınız.
- Dansimetrenin boynuna tırmanan sıvıyı dikkate almadan okuma yapınız.
- Gözünüzü tam sıvı hizasına getirerek okuma yapınız.





Sıcaklık düzeltmelerini yaparak yoğunluğu hesaplayınız.

- Sıcaklığın 15 °C'den yüksek veya düşük olmasına göre düzeltme faktörü uygulamaya dikkat ediniz.



Deney raporu yazınız.

1.3. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Areometrelerde sıcaklık düzeltme faktörü ve taksimatlandırma farklarını tartışınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu deney kapsamında yaptığınız çalışma öğretmeniniz tarafından aşağıdaki kontrol listesine göre değerlendirilecektir.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Yoğunluk ölçümü için uygun dansimetre ve mezür seçti mi?		
2. Numuneyi mezüre doldurup sıcaklığı ölçtü mü?		
3. Dansimetreyi boyun kısmından tutup numuneye yavaşça daldırdı mı?		
4. Dikey salınım durduktan sonra okuma yaptı mı?		
5. Sıcaklık düzeltmelerini yaparak yoğunluğu hesapladı mı?		
6. Kullandığı malzemeleri temizledi mi?		

SONUÇ

(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)



SONUÇ

(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH .../.../20...	
ADI-SOYADI	DEĞERLENDİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	TEMİZLİK DÜZENİ	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
NUMARASI	ALANLARA VERİLEN PUAN	30	50	10	10	100	
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI	TAKDİR EDİLEN PUAN						





UYGULAMA YAPRAĞI 3

PİKNOMETRE İLE YOĞUNLUK ÖLÇÜMÜ

AMAÇ:

Dansimetre kullanarak sıvıların yoğunluk ölçümünü yapmak.

1.1. Kullanılacak Araç, Gereç ve Kimyasallar

- Piknometre
- Su banyosu
- Analitik terazi
- Kurutma kâğıdı
- Huni
- Kılcal boru
- Hesap makinesi
- Numune

1.2. İşlem Basamakları



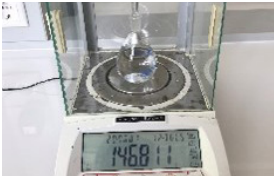
Laboratuvar önlüğünü giyiniz.

- Önlüğünüzü laboratuvar dışında giyip çıkarınız.



Piknometreyi temizleyerek analize hazır hâle getiriniz.

- Piknometreyi temizleme kurallarına uygun olarak temizleyiniz.
- Alkol veya eterle çalkalayınız.
- Kurutmanın hızlı olması için kılcal boru ile hava veriniz.



Piknometrenin darasını alınız.

- Piknometreyi kapağı ile birlikte tartınız.
- Piknometrenin kütlesini kaydediniz.



Piknometreye saf su doldurunuz.

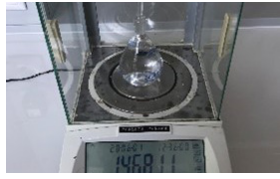
- Saf suyun sıcaklığının 20 °C'ye yakın olmasına dikkat ediniz.
- Hava kabarcığı kalmamasına dikkat ediniz.



Piknometreyi 20 °C'deki su banyosunda 30 dakika bekletiniz.



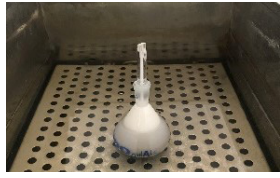
Piknometreyi silerek kurutunuz.
• Kurutma kâğıdı kullanınız.



Piknometreyi tartınız.
• Tartım değerini kaydediniz.



Piknometredeki saf suyu boşaltıp yoğunluğu bulunacak numuneyi doldurunuz.
• Piknometreyi numune ile birkaç defa çalkalayınız.
• Piknometreye numuneyi doldurup kapağını kapatınız.



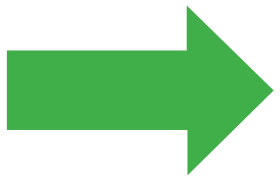
Numuneyi 20 °C'deki su banyosunda 30 dakika bekletiniz.
• Su banyosunun sıcaklığının 20 °C olmasına dikkat ediniz.



Piknometreyi su banyosundan çıkarıp kurutunuz.
• Kurutma kâğıdı ile silerek kurutunuz.

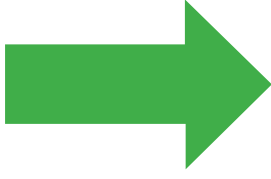


Piknometreyi tartınız.
• Tartım sırasında terazi kullanım kurallarına uyunuz.
• Tartım sonucunu kaydediniz.



Numunenin yoğunluğunu hesaplayınız.
• Kaydettiğiniz değerleri yoğunluk formülünde yerine koyarak hesaplayınız.





Kullandığınız malzemeleri temizleyiniz.

- Temizleme kurallarına uyunuz.
- Cam malzemelerin kırılabilir olduğunu unutmayınız.

1.3. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Sabit tartıma getirilmiş piknometrenin darası 22,764 g, saf su ile dolu piknometrenin kütlesi 35,875 g'dır. Piknometre süt ile doldurulduğunda kütlesi 36,295 g tartılmıştır. Sütün yoğunluğu kaç g/ml'dir?

KONTROL LİSTESİ

Bu deney kapsamında yaptığınız çalışma öğretmeniniz tarafından aşağıdaki kontrol listesine göre değerlendirilecektir.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Piknometrenin darasını alıp saf su ile doldurdu mu?		
2. Piknometreyi 20 °C'deki su banyosunda 30 dakika bekletti mi?		
3. Piknometreyi kurutarak tarttı mı?		
4. Numuneyi piknometreye doldurup saf suda yapılan işlemleri tekrarladı mı?		
5. Piknometreyi tartıp yoğunluğu hesapladı mı?		
6. Kullandığı malzemeleri temizledi mi?		

SONUÇ

(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH .../.../20...	
ADI-SOYADI	DEĞERLENDİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	TEMİZLİK DÜZENİ	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
NUMARASI	ALANLARA VERİLEN PUAN	30	50	10	10	100	
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI	TAKDİR EDİLEN PUAN						



ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME ÇALIŞMALARI

A. AŞAĞIDA VERİLEN CÜMLELERDEN DOĞRU OLANLARIN YANINA "D", YANLIŞ OLANLARIN YANINA "Y" KOYUNUZ.

- 1 kilogram, 1 atmosfer basınçta +4 °C'de 1 dm³ (1 litre) saf suyun kütlesidir.
- Kütle cisimdeki madde miktarı, ağırlık ise cismin üzerine etki eden yer çekimi kuvvetidir.
- Terazi çalıştırılır ve hemen tartıma geçilir.
- SI (Uluslararası Birim Sistemi) birim sisteminde hacim ölçü birimi dm³tür.
- Silindirik cam kaplarda renksiz sıvıların yüzeyleri içbükey görünür, buna menisküs denir.
- Puarın A noktasına basılarak havası boşaltılır, E noktasına basılarak sıvı çekilir, S noktasına basılarak sıvı boşaltılır.
- Sabit basınç ve sıcaklık altında; hacimleri aynı olan iki maddenin kütleleri farklı ise yoğunlukları da farklıdır.
- Laboratuvarda sıvılar için özkütle birimi g/cm³tür.
- Areometrelerde yoğunluk tayini genellikle 20 °C veya 15,6 °C'de yapılır.

B. AŞAĞIDA VERİLEN CÜMLELERDE GEÇEN BOŞLUKLARI UYGUN KELİME YA DA KELİME GRUPLARI İLE DOLDURUNUZ.

- 0,001 g ve 0,0 001 g duyarlılığında tartım yapabilen elektronik terazilere denir.
- Terazinin konulduğu ortamda ve maddeler bulunmamalıdır.
- laboratuvarlarda çok yüksek olmayan hassasiyetteki tartımlar için kullanılır.
- Hacmi 1 dm³ olan sıvının hacmi olarak ifade edilir.
- Renkli sıvılarla hacim ölçümü yapılırken kabın çeperlerinde gözükten noktanın gösterdiği değer okunarak hacim belirlenir.
- Mezürle hacim ölçümü yaparken mezür bir zemine konulur.
-, eşit miktardaki sıvıları arka arkaya tüplere veya şişelere aktarmaya yarayan hacim ölçüm aracıdır.
- Bir maddenin belirli sıcaklık ve basınç altındaki birim hacminin kütlesine denir.
- Yoğunluk ölçümleri için uygulamada yaygın olarak kullanılan, üzeri derecelendirilmiş olan sabit ağırlıklı areometrelere denir.
- Piknometre ile sıvı yoğunluğunun ölçülmesinde numunenin sıcaklığı °C'ye getirilir.

C. AŞAĞIDAKİ ÇOKTAN SEÇMELİ SORULARDA DOĞRU SEÇENEĞİ İŞARETLEYİNİZ.

- Aşağıdakilerden hangisinin birimi kilogramdır?
 - Hacim
 - Yoğunluk
 - Alan
 - Kütle
 - Uzunluk





ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME ÇALIŞMALARI

2. Aşağıdakilerden hangisi teraziye tartıma hazırlamak için yapılan işlemlerden **değildir**?
- A) Terazî düz bir zemine dengeli bir şekilde yerleştirilir.
B) Terazinin ayaklarında boşluk kalmamasına dikkat edilir.
C) Tartı kabı terazinin kefesine konulur ve kabın darası alınır.
D) Terazide bulunan su terazisine bakılarak terazinin dengesi kontrol edilir.
E) Terazî çalıştırılıp sıfırlandıktan sonra tartım işlemine geçilir.
3. Aşağıdaki kütle dönüşümlerinden hangisi **yanlıştır**?
- A) 1 kg = 1 000 g
B) 1 t = 1 000 kg
C) 5 mg = 5 000 µg
D) 1 µg = 0,01mg
E) 200 g = 0,2 kg
4. Aşağıdakilerden hangisi hacim ölçme aracı olarak **kullanılmaz**?
- A) Terazî
B) Pipet
C) Büret
D) Mezür
E) Dispenser
5. Yüksekliği 15 cm, çapı 10 cm olan silindirik bir cam kap kaç dm³ su alır? ($\pi = 3,14$)
- A) 11,175
B) 10,7
C) 21,1775
D) 117,5
E) 1,1775
6. Aşağıdakilerden hangisi büret musluğunun rahat açılıp kapanabilmesi ve damlamaması için sürülen maddedir?
- A) Sabun
B) Vazelin
C) Sodyum hidroksit
D) Tentürdiyot
E) Yağ
7. Kütleli 15 g olan bir taş, içinde 100 ml su olan bir mezüre atılıyor. Mezürdeki su 111 ml yükseldiğine göre taşın yoğunluğu kaç g/cm³tür?
- A) 13,63
B) 136,3
C) 1,3636
D) 3,6363
E) 3,3636



ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME ÇALIŞMALARI

8. % Şeker miktarını ölçmek için kullanılan areometre aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Bomemetre
- B) Alkolometre
- C) Dansimetre
- D) Piknometre
- E) Laktodansimetre

9. Yoğunlukla ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi **yanlıştır**?

- A) Bir maddenin birim hacminin kütlesine yoğunluk (özkütle) denir.
- B) Hacimleri aynı olan iki maddenin kütleleri farklı ise yoğunlukları da farklıdır.
- C) Laboratuvarda katılar için özkütle birimi g/cm^3 'tür.
- D) Yoğunluk maddenin ayırt edici özelliğidir.
- E) Sularda $0\text{ }^{\circ}C$ 'den $+4\text{ }^{\circ}C$ 'ye kadar sıcaklık arttıkça hacim azaldığından özkütlesi azalır.

10. $15,5\text{ }^{\circ}C$ 'ye kalibre edilmiş alkolimetrede okunan değer 80 'dir. Numunenin sıcaklığı $11,0\text{ }^{\circ}C$ olduğuna göre % alkol miktarı aşağıdaki hangi seçenekte verilmiştir?

- A) 79,1
- B) 80,9
- C) 71,0
- D) 79,2
- E) 89,0

D. AŞAĞIDAKİ AÇIK UÇLU SORULARI CEVAPLAYINIZ.

1. Hassas terazilerde maddeden belirli bir miktarının tartımı nasıl yapılır? Yazınız.

2. Mezürle hacim ölçümünün işlem basamaklarını yazınız.

3. Kaç çeşit pipet vardır? Özelliklerini açıklayınız.





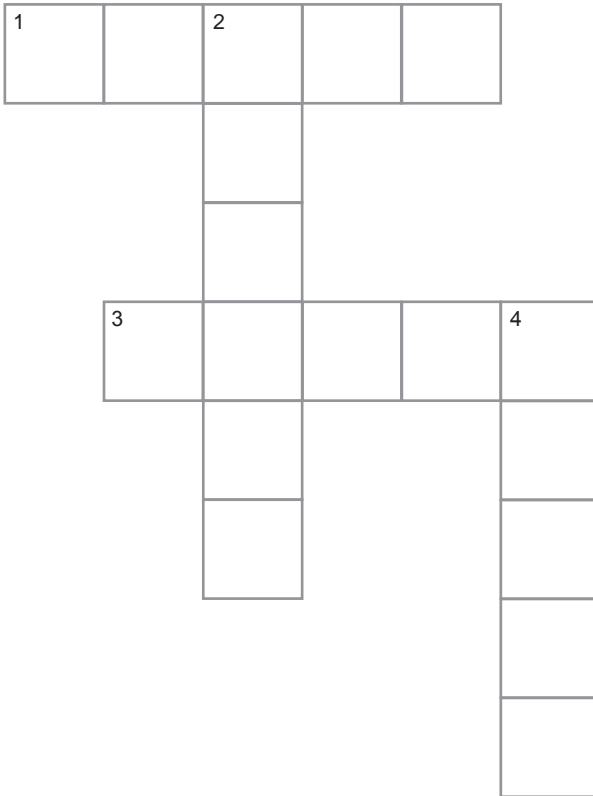
ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME ÇALIŞMALARI

4. Belirli geometrik şekle sahip olmayan boyutları ölçülemeyen katıların özkütlesi nasıl bulunur? Yazınız.

5. Areometreler ile yoğunluk ölçümü nasıl yapılır? Açıklayınız.



ÇENGEL BULMACA



1. Bir cismin değişmeyen madde miktarı.
2. Cismin kütlesini ölçen alet.
3. Maddenin veya cismin uzayda kapladığı yer.
4. Belirli hacimdeki sıvıyı ya da çözeltiyi başka bir yere aktarmak amacıyla kullanılan dereceli cam veya plastik ölçü kabı.



2. ÖĞRENME BİRİMİ



KARIŞIMLARI AYIRMA

NELER ÖĞRENECEĞİZ?

- 2.1. Süzme ile Ayırma
- 2.2. Damıtma ile Ayırma
- 2.3. Ayırma Hunisi ile Ayırma
- 2.4. Ekstraksiyon (Çekme) ile Ayırma
- 2.5. Kristallendirme ile Ayırma
- 2.6. Santrifüj ile Ayırma





AMAÇ

Tekniğine uygun olarak karışımları süzme ile ayırmak.

GİRİŞ

Süzme ile ayırma yapabilmek için öncelikle hangi tür karışımların süzme ile ayrılacağı, basit süzme ve vakumlu süzme düzeneğinin nasıl kurulacağı hakkında bilgi edinilmesi gerekir.



HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Çevrenizde ve günlük yaşamınızda kullandığınız karışım hâlindeki maddeler nelerdir?
2. Çevrenizde bulunan homojen karışım ve heterojen karışım örneklerini araştırınız.
3. Ayırmada karışımların özelliğine uygun olarak hangi yöntemler kullanılır? Araştırınız.

2.1. SÜZME İLE AYIRMA

2.1.1. Karışımlar

Boşlukta yer kaplayan, hacmi, kütlesi ve eylemsizliği olan, duyuyla algılanabilen her şeye **madde** denir. Maddeler, kimyasal özelliklerine göre saf maddeler ve karışımlar olarak iki grupta incelenir.

Kendine özgü fiziksel ve kimyasal özellikleri olan, fiziksel yollarla kendisinden başka maddelere ayrılmayan, ayırt edici özellikleri bulunan ve bu ayırt edici özellikleri sabit olan maddelere **saf madde** denir. İki ya da daha fazla saf maddenin, kendi kimyasal özelliklerini kaybetmeden, her oranda bir araya gelerek oluşturdukları maddeler topluluğuna **karışım** denir. Karışımı oluşturan saf maddelere **bileşen** denir. Bileşen maddeler, element veya bileşik olabilir. Elementler ve bileşikler saf maddedir. Karışımlar ise saf madde değildir.

Maddeler doğada genellikle karışımlar (saf olmayan maddeler) hâlinde bulunur. Toprak, hava, şurup, kolonya, tuzlu su, alaşımlar, seramik, cam, bazı plastikler, petrol, gazoz karışımlara örnek verilebilir.

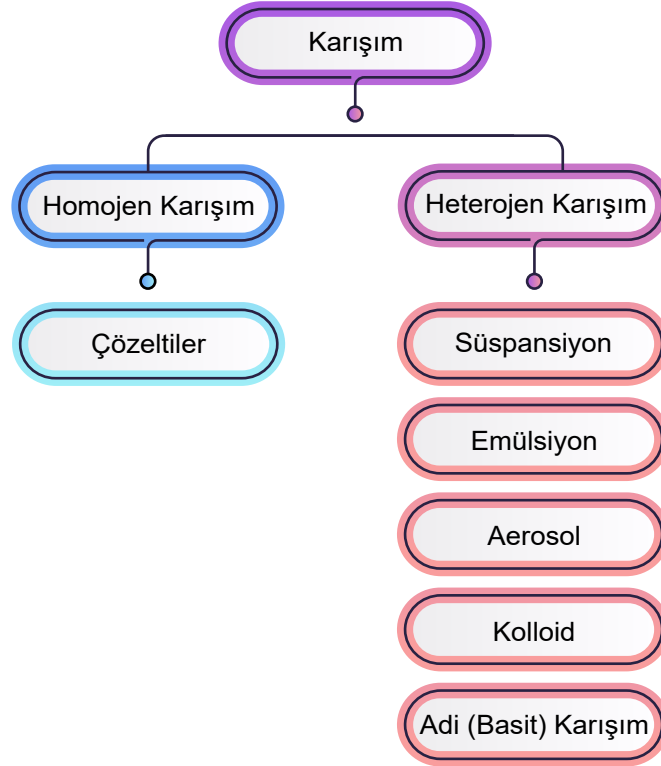
Karışımların genel özellikleri şunlardır:

- Karışımlar maddenin katı, sıvı ve gaz hâlinde bulunur.
- Saf değildir.
- Belirli formülleri yoktur.
- En az iki farklı maddeden oluşur.
- Karışımı oluşturan maddelerin karışma oranları değişebilir.
- Belirli ayırt edici özellikleri yoktur.
- Karışımın kütlesi, bileşenlerinin kütleleri toplamına eşittir ancak karışımın hacmi, bileşenlerinin hacimleri toplamına eşit olmayabilir.
- Karışımlar fiziksel yollarla oluşur ve bileşenlerine fiziksel yollarla ayrılır.

2.1.2. Karışımların Sınıflandırılması

Karışımlar görünüşlerine göre homojen karışım ve heterojen karışım olarak iki grupta incelenir (Şema 2.1).





Şema 2.1: Karışımların Sınıflandırılması

2.1.2.1.Homojen Karışımlar (Çözeltiler)

Bileşimi ve özelliği her yerinde aynı olan karışımlara **homojen karışımlar (çözeltiler)** denir.

- Homojen karışımı oluşturan maddeler, karışımda eşit dağıldığı için tek fazlıdır yani tek bir madde gibi görünür.
- Katı, sıvı ya da gaz hâlde olabilir.
- Bileşenleri çıplak gözle görülmez.
- Bekletildiğinde çökme olmaz.
- Çözücü ve çözünen olmak üzere iki ana bileşenden oluşur.
- Homojen karışım (çözelti) içinde genellikle miktarı fazla olana **çözücü**, miktarı az olana **çözünen** denir.
- Tuzlu su, süzölmüş çay, şerbet, kolonya ve hava örnek olarak verilebilir.

2.1.2.2.Heterojen Karışımlar

Bileşimi ve özelliği her yerinde aynı olmayan karışımlara **heterojen karışım** denir.

- Heterojen karışımı oluşturan maddeler, karışımda eşit dağılmadığı için karışım birden fazla faza sahiptir. Çoğunlukla birden fazla madde olduğu görülür ve kolayca ayırt edilebilir.
- Katı, sıvı ya da gaz hâlde olabilir.
- Bekletildiğinde çökme olabilir.
- Filtre kâğıdından geçemeyebilir.
- Genellikle bulanık görüntüye sahiptir.
- Benzin–su, Türk kahvesi, ayran ve meyve salatası örnek olarak verilebilir.

Heterojen karışımda, karışımı oluşturan maddelerden biri diğerinin içinde dağılıyorsa bu maddeye **dağılan faz (dağılan madde)**, diğer maddeye ise **dağıtıcı faz (dağıtıcı madde)** denir. Heterojen karışımlar dağılan maddenin ve dağılma ortamının fiziksel hâline göre; süspansiyon, emülsiyon, aerosol, kolloid ve adi (basit) karışım olarak sınıflandırılabilir.

• Süspansiyon

Birbiri içinde çözünmeyen katı-sıvı karışımlara **süspansiyon** denir. Süspansiyonlarda dağılan faz katı, dağıtan faz sıvıdır. Süspansiyon karışımlar saydam değildir, bir süre bekletilirse katı ve sıvı kısımlar ayrılır. Çamurlu su, Türk kahvesi, naftalin-su, ayran ve çorba örnek olarak verilebilir (Görsel 2.1 ve Görsel 2.2).



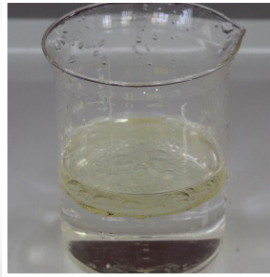
Görsel 2.1: Türk kahvesi



Görsel 2.2: Ayran

• Emülsiyon

Birbiri içinde çözünmeyen sıvı-sıvı karışımlara **emülsiyon** denir. Emülsiyonda hem dağılan faz hem dağıtan faz sıvıdır. Oluşan karışımlar bulanıktır, bir süre bekletilirse bileşenler yoğunluklarına göre ayrışır. Zeytinyağı-su, benzin-su, mayonez, cıva-su ve yağ-sirke örnek olarak verilebilir (Görsel 2.3 ve Görsel 2.4).



Görsel 2.3: Zeytinyağı-su karışımı



Görsel 2.4: Mayonez

• Aerosol

Katı veya sıvının gaz ortamda dağılmasıyla oluşan heterojen karışımlara **aerosol** denir. Sis, duman, bulut, köpük, tozlu hava ve deodorant örnek verilebilir (Görsel 2.5 ve Görsel 2.6).



Görsel 2.5: Sis



Görsel 2.6: Bulut





• Kolloid

Dağılan maddenin, dağıtan madde içinde gözle görülemeyecek kadar küçük tanecikler hâlinde, heterojen olarak dağılması ile oluşan karışımlara **kolloid** denir. Homojen gibi görünürler fakat heterojendirler. Kolloidlerde, dağılan madde çıplak gözle görülmez ancak mikroskop ile görülebilir. *Her kolloid aynı zamanda süspansiyon, emülsiyon ya da aerosoldür.* Kan, süt, krema, köpük ve jöle örnek verilebilir (Görsel 2.7 ve Görsel 2.8).



Görsel 2.7: Kan



Görsel 2.8: Süt

• Adi (Basit) Karışım

Genellikle katıların oluşturduğu karışımlara adi (basit) karışım denir. Tuz–karabiber, kum–çakıl, meyve salatası ve demir tozu–kükürt örnek olarak verilebilir (Görsel 2.9 ve Görsel 2.10).



Görsel 2.9: Meyve salatası



Görsel 2.10: Kurutulmuş sebze karışımı

2.1.3. Karışımların Ayrılması

Doğada maddeler çoğunlukla karışım hâlinde bulunur. Günlük hayatta kullanılan birçok madde, karışımlardan oluşmaktadır. Yine birçok madde, karışımların birbirinden ayrılması ile elde edilir. Acaba karışımlar birbirinden nasıl ayrılır?

Saf olmayan bir bileşiğin saflaştırılması veya bir karışımın bileşenlerine ayrılabilmesi işlemlerinin tümüne ayırma ve saflaştırma işlemleri denir. Ayırma ve saflaştırma işlemlerindeki temel amaç, maddelerin fiziksel özelliklerindeki farklılıklardan yararlanarak bileşenlerine ayrılmasıdır.

Karışımlar özelliğine uygun olarak;

- Süzme ile ayırma,
- Damıtma ile ayırma,
- Ayırma hunisi ile ayırma,
- Ekstraksiyon ile ayırma,
- Kristallendirme ile ayırma,



- Santrifüj ile ayırma,
- Mıknatıs ile ayırma,
- Elektriklenme ile ayırma gibi farklı yöntemler kullanılır.

2.1.4. Süzme ile Ayırma Yöntemi

Süzme, karışımdaki maddelerden birinin geçişine izin veren, diğerinin geçişini engelleyen süzgeç ya da filtreler vasıtasıyla yapılan ayırma işlemidir.

Katı-sıvı veya katı-gaz, heterojen karışımların birbirinden ayrılmasında kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem için gözenekleri birbirinden farklı büyüklükte olan süzgeçler kullanılır. Örneğin; çayı posasından süzmek için çay süzgeçleri, haşlanmış makarnayı süzmek için kevgir gibi araçlar kullanılabilir. Laboratuvarda ise filtre kâğıtları, büchner hunisi, gooch krozesi, hirsch hunisi, sinterize cam dipli kroze kullanılır.

• Filtre Kâğıtları

Heterojen katı-sıvı karışımlarını ayırmak için filtre kâğıtları kullanılır. Örneğin; çamurlu suyu ayırmak için filtre kâğıdından süzülürken toprak filtre kâğıdının üzerinde kalırken su süzüntüye geçer. Laboratuvarda çökme tepkimeleri sonucunda oluşan katı maddeleri sıvılarından ayırmak için de filtre kâğıdı kullanılır.

Filtre kâğıtlarına **süzgeç kâğıdı** da denir. Filtre kâğıtları krozelere göre hem daha ucuz hem de daha kolay temin edilebilir.

Filtre kâğıtları piyasada tabakalar hâlinde veya değişik çaplarda yuvarlak kesilmiş olarak bulunur (Görsel 2.11). Tabaka hâlinde satılan filtre kâğıtları çok büyük tanecikli karışımların ayrılması amacıyla kullanılır. Yuvarlak kesilmiş filtre kâğıtları ise değişik büyüklükte gözeneklere sahiptir ve hassasiyeti yüksek olan çalışmalarda tercih edilir.



Görsel 2.11: Tabaka hâlinde ve yuvarlak kesilmiş filtre kâğıdı

• Süzme Krozeleri

Süzme krozeleri filtre kâğıtlarına göre daha pahalı ve zor bulunan malzemeler olmasına rağmen filtre kâğıtlarına göre üstün özelliklerinden dolayı daha sık tercih edilmektedir. Süzme krozelerinin üstün özellikleri şunlardır:

- Filtre kâğıtları derişik alkali ve asitlerden etkilendiği hâlde süzme krozeleri etkilenmez.
- Sabit tartıma getirmek için filtre kâğıtlarını yakmak gerektiği hâlde krozeleri yakmaya gerek yoktur.
- Filtre kâğıtları vakum altında kolayca yırtılabilir ancak süzme krozeleri vakum altında zarar görmez.
- Çok miktarda madde süzülürken, filtre kâğıtları dağılıp taneciklerin birbirine karışmasına neden olabilir ancak süzme krozelerine böyle bir durumda herhangi bir şey olmaz.





• Büchner Hunisi

Dibi geniş ve delikli, porselenden yapılmış süzgeçtir (Görsel 2.12). Gerektiğinde huni dibine filtre kâğıdı yerleştirilerek iri taneli ve hacimli çökeleklerin süzülmesinde kullanılabilir.

• Gooch Krozesi

Asitlere dayanıklı sinterlenmiş cam disk ile donatılmış olarak borosilikat camdan üretilirler. Herhangi bir filtre kâğıdına gerek duyulmaksızın hızlı süzme işlemi yapılmasını sağlar. Tabanında ince çökelekleri süzmek için gözenekli camdan bir disk bulunur (Görsel 2.13).



Görsel 2.12: : Büchner hunisi



Görsel 2.13: Gooch krozesi

• Hirsch Hunisi

Dibe doğru daralan, dibi gözenekli cam veya porselen hunidir (Görsel 2.14). Genellikle çökelek miktarı az olduğunda kullanılır.

• Sinterize Cam Dipli Kroze

Sinterize gözenekli camdan bir tabana sahiptir. İri, orta ve küçük tanecikli çökelekler için farklı gözenek boyutlarına sahip türleri vardır.

Süzme işlemi **basit süzme** ve **vakumlu süzme** olmak üzere iki farklı şekilde gerçekleştirilebilir.



Görsel 2.14: : Hirsch hunisi

2.1.4.1. Basit Süzme

Basit bir süzme işleminde spor, saplı halka veya kısıkaç, huni, filtre kâğıdı, baget, toplama kabı (beher, erlen vb.) ve bağlama parçaları kullanılır. Spor veya statife saplı halka bağlanıp üzerine huni yerleştirilir. Huninin altına toplama kabı konulur. Filtre kâğıdı dörde katlanıp açık ucun biri bir yanda, diğer üç kat bir yanda olacak şekilde koni gibi açılır. Her iki elin başparmaklarıyla iç kısımdan itilerek huni içine yerleştirilip süzme düzeneği hazırlanmış olur. Huni ile süzgeç kâğıdının arasında hava boşluğu kalmaması için pisetle su püskürtülerek filtre kâğıdı ıslatılır. Ardından parmak uçları ile hafifçe bastırılarak kâğıdın huniye yapışması sağlanır. Süzme işleminin hızlı olabilmesi için uzun boyunlu bir huni kullanılmalı ve huni boynunun toplama kabının kenarına temas etmesi sağlanmalıdır.

Görsel 2.15'te görülen süzme düzeneği hazırlanır. Süzülecek karışımın durulmuş olması gereklidir. Bulanık bir karışımda süzgeç göze-



Görsel 2.15: Basit süzme düzeneği

nekleri hemen tıkanacağı için süzme hızı çok düşük olur. Bu yüzden süzülecek karışımın bulanmamasına özen gösterilerek bir cam baget yardımıyla süzme başlatılır (Görsel 2.16). Süzmenin sürekliliği için huni boynunun sürekli sıvı ile dolu olmasına dikkat edilir. Aksi hâlde huninin boynunda bulunan sıvı sütunu aşağı iner ve süzme güçleşir. Duru sıvının, süzme işlemi bittikten sonra sıvı kabında kalabilecek kalıntılar piset yardımı ile yıkanarak huniye aktarılır. Süzme işlemi sonunda filtre kâğıdının üstünde kalan kısma **çökelek veya süzme artığı**, altına geçen kısma ise **filtrat** denir. Karışımın tam olarak ayrılabilmesi için tüm bu işlemlerin büyük bir dikkat ve özenle yapılması gerekmektedir.



Görsel 2.16: Süzme işlemi ve çökeleğin filtre kâğıdına aktarılması

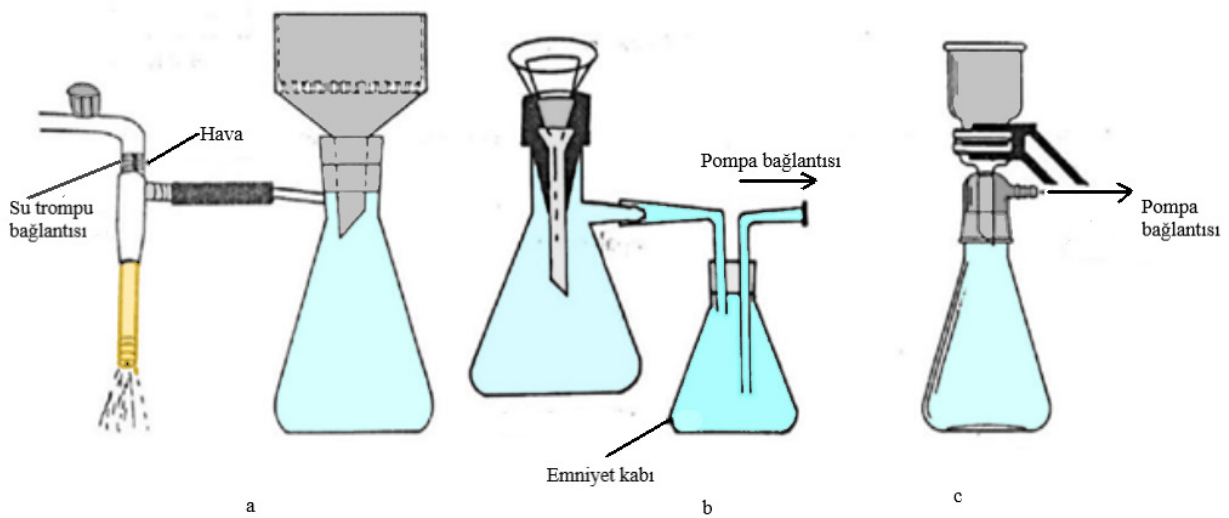
2.1.4.2. Vakumlu Süzme

Süzülmesi zor olan karışımlar için genellikle bu yöntem tercih edilir (Görsel 2.17). Vakumlama işlemi sayesinde hem süzme hızlanır hem de kristallerin ana çözeltilerden tamamen ayrılması sağlanır. Vakum oluşturmak için su trompu veya vakum pompası kullanılır.

Vakumlu süzme düzeneği kurarken bir nuçe erlenine; büchner hunisi, gooch krozesi veya gözenekli (poröz) süzgeç yerleştirilir. Nuçe erleni araya emniyet şişesi konulmak suretiyle vakum sistemine bağlanır (Şekil 2.1).



Görsel 2.17: Vakumlu süzme düzeneği



Şekil 2.1: Vakumlu süzme düzenekleri





UYGULAMA YAPRAĞI 1

BASİT SÜZME İLE AYIRMA

AMAÇ:

Toprak-su karışımını basit süzme ile ayırmak.

1.1. Kullanılacak Araç, Gereç ve Kimyasallar

- Spor
- Saplı halka
- Bağlama parçası
- Huni
- Filtre kâğıdı
- Toprak-su karışımı
- Baget
- Beher

1.2. İşlem Basamakları



Laboratuvar önlüğünü giyiniz.

- Önlüğünüzü laboratuvar dışında giyip çıkarınız.



Temiz cam huni alınız.

- Uzun boyunlu huni kullanınız.



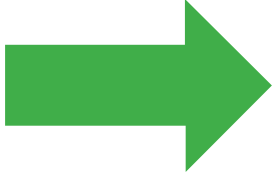
Filtre kâğıdını koni şeklinde katlayınız.

- Filtre kâğıdı katlama kuralına uyunuz.



Filtre kâğıdını huniye yerleştiriniz.

- Filtre kâğıdını parmağınızla bastırarak oturmasını sağlayınız.



Saplı halkayı spora bağlayınız.

- Halkanın sağlam bağlandığından emin olunuz.



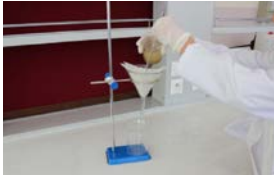
Filtre kâğıdı yerleştirilmiş huniyi halkaya oturtunuz.

- Filtre kâğıdıyla huni arasında hava boşluğu kalmadığından emin olunuz.



Hununin alt kısmına temiz beher koyunuz.

- Huni boynunun beherin kenarına değdiğiinden emin olunuz.



İçinde toprak-su bulunan karışımı baget yardımıyla karıştırıp huniye aktararak süzünüz.

- Her süzmede süspansiyonu bagetle karıştırmayı unutmayınız.
- Kabı saf su ile yıkayarak kalıntı kalmamasına dikkat ediniz.



Malzemeleri temizleyiniz.

- Temizleme kurallarına uyunuz.
- Cam malzemelerin kırılabilir olduğunu unutmayınız.

1.3. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Deney sonunda su molekülleri süzgeç kâğıdından geçerken toprak parçaları neden süzgeç kâğıdında kalmıştır? Tartışınız.





KONTROL LİSTESİ

Bu deney kapsamında yaptığınız çalışma öğretmeniniz tarafından aşağıdaki kontrol listesine göre değerlendirilecektir.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Filtre kâğıdı katlama kuralına uydu mu?		
2. Halkayı statife sağlam bir şekilde sabitledi mi?		
3. Filtre kâğıdı ile huni arasında hava boşluğu kalmadığından emin oldu mu?		
4. Her süzme işleminde, karışımı bagetle karıştırdı mı?		
5. Kabı saf su ile yıkayarak kalıntı kalmamasına dikkat etti mi?		

SONUÇ

(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH .../.../20...	
ADI-SOYADI	DEĞERLENDİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	TEMİZLİK DÜZENİ	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
NUMARASI	ALANLARA VERİLEN PUAN	30	50	10	10	100	
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI	TAKDİR EDİLEN PUAN						



UYGULAMA YAPRAĞI 2

VAKUMLU SÜZME İLE AYIRMA

AMAÇ:

Nikel nitratin, dimetilglioksimle karışımını süzme yöntemi ile ayırmak.

1.1. Kullanılacak Araç, Gereç ve Kimyasallar

- Beher
- Su trompu veya vakum pompası
- Nuçe erleni
- Buchner hunisi
- Filtre kâğıdı
- Nikel nitrat çözeltisi
- Dimetilglioksim çözeltisi
- Baget

1.2. İşlem Basamakları



Laboratuvar önlüğünü giyiniz.

- Önlüğünüzü laboratuvar dışında giyip çıkarınız.



Nuçe erlenini kıskaçla spora tutturunuz.

- Hortum bağlantı kısmının dışa gelmesine dikkat ediniz.



Su trompunun hortumlarının birini nuçe erlenine, diğerini musluğa takınız, çıkış hortumunu lavaboya bırakınız.

- Hortumların tam takıldığından emin olunuz.



Nuçe erleninin üzerine buchner hunisi yerleştiriniz. Filtre kâğıdı olarak huniye yerleştiriniz.

- Filtre kâğıdını huniye yerleştirme kuralına uyunuz.





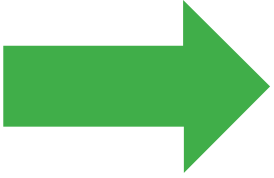
Nikel nitrat-dimetilglioksim karışımı hazırlayınız.

- Nikel nitrat içeren behere, dimetilglioksim çözeltisi ilave ediniz.
- Beherde çökelmenin tam olduğundan emin olmak için çökme kontrolü yapınız (Bunun için karışıma 1 damla dimetilglioksim damlatınız, bulanma yoksa çökme bitmiştir.).



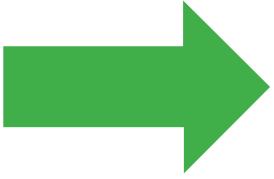
Oluşan karışımı buchner hunisine aktarınız.

- Buchner hunisine karışımı taşırmadan aktarmaya özen gösteriniz.



Musluğu açarak süzme işlemini yapınız.

- Vakum oluştuğundan emin olunuz.



Süzme işlemi tamamlandıktan sonra hortumu nuçe erleninden çıkarınız.

- Bağlantı parçalarını zarar vermeden ve kırmadan çıkarmaya dikkat ediniz.



Malzemeleri temizleyiniz.

- Temizleme kurallarına uyunuz.
- Cam malzemelerin kırılabilir olduğunu unutmayınız.

1.3. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Vakumlu süzme yerine basit süzme yapılabilir mi? Neden?



KONTROL LİSTESİ

Bu deney kapsamında yaptığınız çalışma öğretmeniniz tarafından aşağıdaki kontrol listesine göre değerlendirilecektir.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Hortum bağlantı kısmının dışa gelmesine dikkat etti mi?		
2. Hortumların tam takıldığından emin oldu mu?		
3. Nikel nitrat içeren behere dimetilglioksim çözeltisini ilave etti mi?		
4. Beherde çökelpmenin tam olduğundan emin olmak için çökme kontrolü yaptı mı?		
5. Buchner hunisine karışımı taşırmadan aktardı mı?		

SONUÇ

(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH .../.../20...	
	DEĞERLEN- DİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	TEMİZLİK DÜZENİ	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
ADI-SOYADI	ALANLARA VERİLEN PUAN	30	50	10	10	100	
NUMARASI	TAKDİR EDİLEN PUAN						
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI							





AMAÇ

Tekniğine ve iş güvenliği kurallarına uygun olarak karışımları damıtma ile ayırmak.

GİRİŞ

Damıtma ile ayırma yapabilmek için hangi tür karışımların hangi tür damıtma çeşidi ile ayrılabilceği hakkında bilgi edinilmesi gerekir.



HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Ham petrolden petrol ürünleri nasıl elde edilir? Araştırarak sınıfta arkadaşlarınıza anlatınız.
2. Yağmurun oluşumu ile damıtma işlemi arasındaki ilişkiyi araştırınız.

2.2. DAMITMA İLE AYIRMA

2.2.1. Yöntemin Prensibi

Bir sıvının önce ısıtılarak buhar hâline, ardından buharın soğutulup yoğunlaştırıldıktan sonra tekrar sıvı hâline dönüştürülmesine **damıtma** denir. Damıtma işleminin esası, karışımdaki maddelerden birinin önce buharlaştırılıp sonra yoğunlaştırılarak saflaştırılmasıdır. Damıtma yönteminin uygulanabilmesi için karışımdaki maddelerin kaynama noktaları birbirinden farklı olmalıdır. Karışımda kaynama noktası düşük olan bileşen önce buharlaşarak karışımdan ayrılır. Diğer bileşen damıtma balonunda kalır.

Damıtma işlemi sonunda geriye kalan kısma **artık**, buharlaştıktan sonra soğutucuda sıvılaştırılarak toplama kabında toplanan kısma **damıtık sıvı** veya **destilat** denir.

2.2.2. Damıtma Şekilleri

Damıtma işlemleri üç farklı şekilde gerçekleştirilebilir:

- Basit damıtma
- Ayrımsal damıtma
- Su buharı damıtması

2.2.2.1. Basit Damıtma

İçinde çözülmüş katı madde içeren çözeltilerin ayrıştırılmasında ve saf sıvıların kaynama noktalarının belirlenmesinde kullanılan yöntem **basit damıtma** denir.

Basit damıtma işleminde kullanılan araç gereçler şunlardır:

- Geri soğutucu
- Damıtma balonu
- Termometre
- Kaynama taşı
- Erlen
- Lastik hortumlar
- Lastik tıpa



- Üç ayak
- Amyant tel
- Bek
- Spor
- Kıskaç

Basit damıtma katı-sıvı homojen karışımların ayrıştırılmasında kullanılırken kaynama noktası birbirine yakın homojen karışımların ayrıştırılmasında kullanılamaz. Çünkü kaynama noktası yakın olan sıvıların buharları, ayırım sırasında birbirine karışır. Bu nedenle ayırma tam olarak gerçekleşmez.

Basit damıtma düzeneği Görsel 2.18'deki gibi kurulur. Damıtma balonuna karışım konularak ısıtma işlemine başlanır ve oluşan destilat toplama kabında biriktirilir.



Görsel 2.18: Basit damıtma düzeneği

2.2.2.2. Ayrımsal Damıtma

Bir karışım içindeki maddelerin kaynama noktaları arasındaki fark ne kadar küçükse bu maddeleri birbirinden ayırmak o kadar zordur. Örneğin, alkol-su karışımında olduğu gibi sıvı-sıvı homojen karışımları, basit damıtma ile bileşenlerine ayrılmaya çalışıldığında destilat içinde diğer maddeden de bulunur. Böyle karışımları saflaştırırken **ayrımsal damıtma (fraksiyonlu damıtma)** yöntemi kullanılır.

Ayrımsal damıtma yönteminin kullanılabilmesi için karışımı oluşturan maddelerin kaynama noktaları arasındaki fark 20 °C'den az olmalıdır. Ayrımsal damıtma işlemi, basit damıtma düzeneğine bir fraksiyon kolonu takılarak yapılır (Görsel 2.19). Fraksiyon kolonu, soğutma yüzeyini genişleterek karışımındaki maddelerin kaynama noktaları farklarına göre birbirinden ayrılmasını kolaylaştırır. Kaynama noktası yüksek olan yani uçuculuğu düşük olan madde, fraksiyon kolonu içinde yoğunlaşıp damıtma balonuna geri dönerken kaynama noktası düşük olan yani uçuculuğu fazla olan madde kolonun üst kısmına ulaşır.

Ayrımsal damıtmanın amacına ulaşabilmesi için kolonlardaki ısı kaybının önlenmesi esastır. Bu sebeple kolonlar bir bez ya da cam pamuğu ile izole edilmelidir. Oluşan damıtılmış sıvı, işlem boyunca geri soğutucunun altındaki toplama kabında biriktirilir.



Görsel 2.19: Ayrımsal damıtma düzeneği

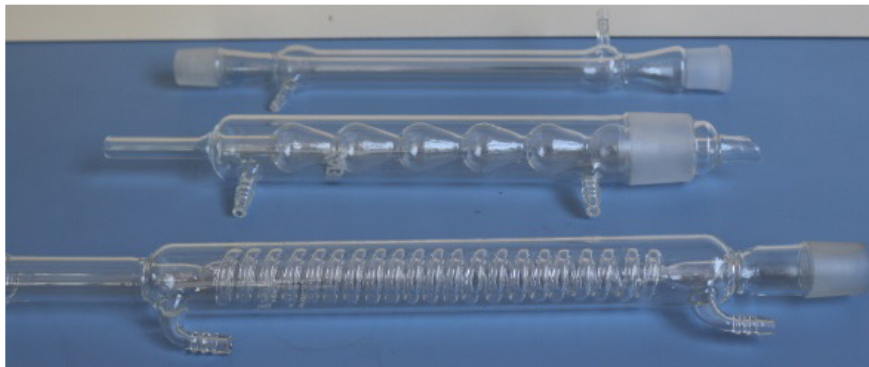




Ayrımsal damıtma düzeneğinde kullanılan araç gereçler şunlardır:

- Geri soğutucu
- Kaynama taşı
- Lastik tıpa
- Bek
- Ayırma (fraksiyon) kolonu
- Damıtma balonu
- Erlen
- Üçayak
- Spor
- Termometre
- Lastik hortumlar
- Amyant tel
- Kıskaç

Ayırma kolonları değişik tasarımlarda üretilebilirken (Görsel 2.20) aynı zamanda basit bir cam borunun porselen kırıklarıyla doldurulması ile de oluşturulabilir. Tasarımı ne şekilde olursa olsun ayırma kolonunun görevi, yaptığı yoğunlaşma–buharlaştırma döngüsü sayesinde soğutucuya geçen buharın tamamen saf olmasını sağlamaktır.



Görsel 2.20: Başlıca ayrımsal damıtma kolonları

2.2.3. Su Buharı Damıtması

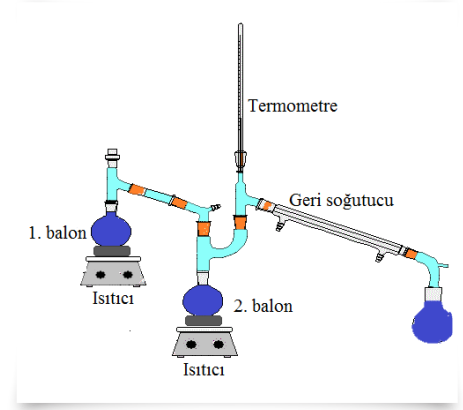
Su buharı damıtması yöntemi, su ile heterojen karışım oluşturan ancak kaynama noktası sudan yüksek (100 °C'den yüksek) olan ve kendi kaynama noktasında bozulan uçucu sıvıların saflaştırılmasında kullanılır. Bitkilerden yağ ve esans eldesi bu yöntemle yapılmaktadır. Örneğin gül çiçeğinden yapılan gül esansı bu şekilde yapılır. Su buharı damıtmasında, damıtılan sıvının kaynama noktası ne kadar yüksek olursa olsun damıtma işlemi mutlaka 100 °C'nin altında gerçekleşir.

Su buharı damıtması işleminin temel prensibi; saflaştırılan sıvı ile suyun, heterojen bir karışım oluşturmaları nedeniyle birbirlerinden bağımsız olarak kendi buhar basınçlarına sahip olmalarıdır. Bu durumda, $P_T = P_{su}^{o} + P_{sıvı}$ olacağından, heterojen karışımın toplam basıncına hem saflaştırılan (damıtılan) sıvının hem de su buharının katkısı vardır. Buna bağlı olarak "100 °C'de $P_{su}^{o} = 760$ mm Hg olduğundan; P_T daima 100 °C'nin biraz altında 760 mm Hg'ya ulaşabilmektedir." diye yorum yapılabilir.

Örneğin, bromobenzenin su buharı ile damıtma işleminde sıcaklık 96 °C'ye ulaştığında damıtma olayı başlar. 96 °C sıcaklıkta, bromobenzenin buhar basıncı, $P_{bromobenzen} = 119$ mm Hg ve yine bu sıcaklıkta, su-

yun buhar basıncı, $P_{\text{su buharı}} = 641 \text{ mm Hg}$ 'dir. $P_{\text{su buharı}} + P_{\text{bromobenzen}} = 641 + 119 = 760 \text{ mm Hg}$ ve bromobenzen-su karışımı toplam buhar basıncı dış atmosfer basıncına ulaştığı için karışım $96 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de kaynamaya başlayacak, dolayısıyla damıtma olayı da başlayacaktır. Aslında bromobenzenin kaynama noktası, $155 \text{ }^\circ\text{C}$ ve suyunki $100 \text{ }^\circ\text{C}$ 'dir. Bu şekilde bromobenzeni bozmadan kaynama noktasının çok altında, $96 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de elde etmek mümkündür.

Damıtma düzeneği Şekil 2.2'deki gibi kurulur. Birinci balona su buharı elde etmek için su konulur ve ısıtılır. Safılaştırmak istenilen karışım ikinci balona konulur. Yavaş ve düzenli olarak ısıtma işlemi yapılır. Damıtma işlemi, karışımı oluşturan maddelerden biri bitene kadar devam eder. Damıtık sıvıda hem damıtılan madde hem de su bulunur. Bu iki madde heterojen karışım olduğundan ayırma hunisi ile ayrılır.



Şekil 2.2: Su buharı damıtması düzeneği

Su buharı ile damıtmada kullanılan araç gereçler şunlardır:

- Geri soğutucu
- Üçayak
- Damıtma balonu
- Amyant tel
- Termometre
- Bek
- Kaynama taşı
- Spor
- Erlen
- Kıskaç
- Lastik hortumlar
- Buhar oluşturucu bir sistem
- Lastik tıpa

2.2.3. Saf Su Eldesi

Su, bütün canlıların en önemli yaşam kaynağıdır. Canlıda meydana gelen biyolojik, kimyasal ve fiziksel olayların temelinde su bulunur. Doğada su, içinde birçok bileşenle beraber bulunur yani saf olarak bulunmaz. Yağmur suyu, saf suya en yakın özellik gösteren su olmasına rağmen içinde bazı mineraller bulunduğu için saf değildir. Laboratuvarlarda yapılan deneylerde kullanılan su saf olmalıdır. Saf su üretmek için birçok yöntem vardır. Laboratuvarlarda bu iş için saf su üretim cihazları kullanılır.

Saf suyun, pH'ı 7'dir ve nötr özellik gösterir. Özkütlesi $+4 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de 1 g/cm^3 'tür. Kaynama noktası 1 atmosfer basınçta $100 \text{ }^\circ\text{C}$ 'dir. Şeffaf, kokusuz, tatsız ve renksiz bir sıvıdır. İçinde hidrojen ve oksijen atomları dışında başka hiçbir atom, iyon ya da molekül bulunmaz.

Saf su iyi bir çözücüdür. İçinde herhangi bir yabancı madde barındırmadığından laboratuvarlarda kullanımının yanı sıra bazı sektörlerde de kullanılır. Örnek olarak meşrubat sanayi, döküm sanayi, tekstil sanayi, kimya sanayi ve ilaç sanayi verilebilir.

Saf su elde etme yöntemleri şunlardır:

1. Damıtma (Buharlaştırma Yoğunlaştırma) Yöntemi: Bu yöntemde su ısıtıcılarda kaynatılarak buharlaştırılır. Daha sonra buhar, soğutucu su yardımıyla yoğunlaştırılarak saf su elde edilir. Teknolojinin gelişmesi ile günümüzde damıtma yöntemi kullanılarak idrardan saf su elde edilmiştir.
2. Ters Osmoz Yöntemi: Bu yöntem sudaki yabancı maddelerin belirli bir basınç altında membrandan geçirilerek filtre edilmesi işlemidir. Saf su üretiminde en yaygın kullanılan yöntemdir.
3. İyon Değiştiriciler ile Demineralizasyon Yöntemi: İyonların birbiri ile yer değiştirmesine dayanır. Bu işlem için en çok reçineler kullanılır. Reçineler, anyon ve katyon değiştirici reçine veya bu ikisinin birleşimi olabilir.





UYGULAMA YAPRAĞI 1

BASİT DAMITMA

AMAÇ:

KMnO₄ çözeltisinden basit damıtma yöntemi ile suyu ayırmak.

1.1. Kullanılacak Araç, Gereç ve Kimyasallar

- Bek
- Sacayağı
- Amyant tel
- Statif
- Kıskaç
- Damıtma balonu
- Huni
- Soğutucu
- Toplama kabı
- Hortum
- KMnO₄ çözeltisi

1.2. İşlem Basamakları



Laboratuvar önlüğünü giyiniz.

- Önlüğünüzü laboratuvar dışında giyip çıkarınız.



Damıtma balonuna KMnO₄ çözeltisi koyunuz.

Balonun ağzını tıpa ile kapatınız.

- Damıtma balonuna kaynama taşı koymayı unutmayınız.
- Çözeltiyi damıtma balonuna aktarırken huni kullanınız.



Balonu sacayağı üzerine koyarak statif ile sabitleyiniz.

- Sacayağı üzerine amyant tel koymayı unutmayınız.
- Balonu sabitlediğinizden emin olunuz.



Soğutucuya su giriş ve çıkış hortumlarını bağlayınız.

- Hortumların yerlerine sıkıca bağlanmasına ve uygun yerlere bağlı olmasına özen gösteriniz.



Soğutucunun bir ucunu destilasyon balonunun çıkış borusuna bağlayınız.

- Soğutucunun damıtma balonuna sızdırmaz bir şekilde bağlanmasına dikkat ediniz.



Soğutucunun diğer ucuna toplama kabı koyunuz.

- Uygun hacimde bir toplama kabı kullanınız.



Beki yakınız ve çözeltiyi kaynatınız.

- Beki yakma ve ısıtma kurallarına uyunuz.



Toplama kabında suyun toplanmasını gözleyiniz.

- Toplama kabında toplanan suyun rengine dikkat ediniz.



Malzemeleri temizleyiniz.

- Kullandığınız malzemeleri özenle temizleyiniz.

1.3. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Deney sonucunda KMnO_4 -su karışımının saflaştırılması gerçekleştirilmiş midir? Elde ettiğiniz verileri yorumlayınız.





KONTROL LİSTESİ

Bu deney kapsamında yaptığınız çalışma öğretmeniniz tarafından aşağıdaki kontrol listesine göre değerlendirilecektir.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Damıtma balonuna kaynama taşı koydu mu?		
2. Balonu statife sabitlediğinden emin oldu mu?		
3. Hortumların yerlerine sıkıca bağlanmasına ve uygun yerlere bağlı olmasına dikkat etti mi?		
4. Toplama kabında toplanan suyun rengine dikkat etti mi?		

SONUÇ

(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH .../.../20...	
ADI-SOYADI	DEĞERLENDİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	TEMİZLİK DÜZENİ	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
NUMARASI	ALANLARA VERİLEN PUAN	30	50	10	10	100	
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI	TAKDİR EDİLEN PUAN						





AMAÇ

Tekniğine ve iş güvenliği kurallarına uygun olarak karışımları ayırma hunisi ile ayırmak.

GİRİŞ

Hangi tür karışımların ayırma hunisi ile ayrılacağı konusunda bilgi edinilmesi gerekir.

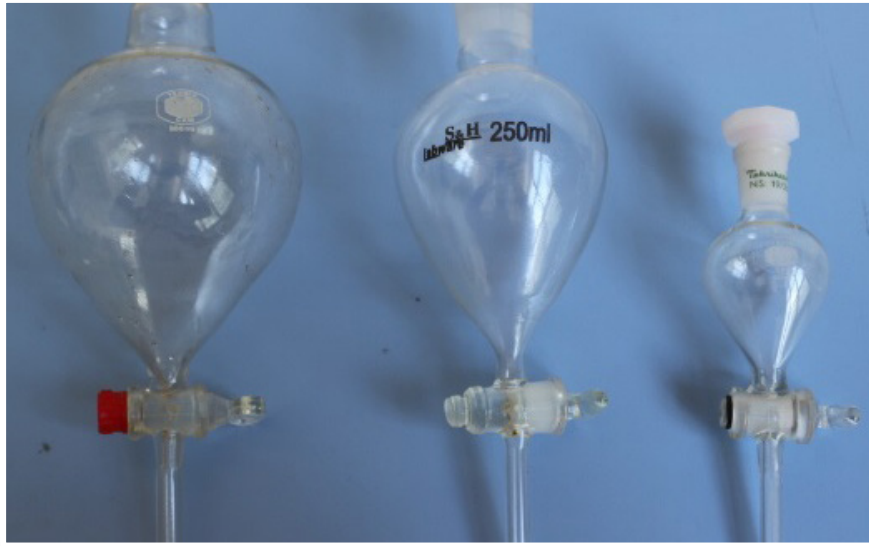


HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Tereyağı üretilirken süt kreması kullanılır. Sütten kremanın ayrılması nasıl yapılır? Ayırma hunisi ile bu işlem arasındaki ilişkiyi araştırınız.

2.3. AYIRMA HUNİSİ İLE AYIRMA

Yoğunlukları birbirinden farklı ve birbiri içinde çözünmeyen sıvıların oluşturduğu karışımların ayrılmasında ayırma hunisi kullanılabilir. Ayırma hunisi üstünde bir kapak, altında ise musluk bulunan camdan yapılmış bir araçtır. Ayırma hunileri, piyasada çeşitli boyutlarda bulunup ayrılacak karışımın miktarına göre seçilir (Görsel 2.21).



Görsel 2.21: Çeşitli boyutlardaki ayırma hunileri

2.3.1. Yöntemin Prensibi

Ayırma hunisi ile ayırma yöntemi, karışımı oluşturan maddelerin birbiri içinde çözünmemesi sebebiyle heterojen bir sistem oluşturmaları prensibine dayanır. Bu sistemde yoğunluğu büyük olan sıvı, karışımın alt kısmında bulunurken; yoğunluğu küçük olan sıvı, karışımın üst kısmında bulunur. Bu şekilde ayırma hunisinin içinde karışımı oluşturan sıvılar yoğunluğu büyük olandan küçük olana doğru aşağıdan yukarıya sıralanırlar. Ayırma hunisinin altındaki musluk yardımıyla bu sıvılar kolayca birbirinden ayrılır. Örneğin; yağ-su, benzin-su, karbontetraklorür-su gibi karışımlar ayırma hunisi yardımıyla kolayca birbirinden ayrılabilir.





2.3.2. Yapılışı

Ayırma hunisi ile ayırma işleminde kullanılan araç gereçler şunlardır:

- Ayırma hunisi
- Statif
- Saplı halka
- Erlen
- Beher
- Bağlantı parçaları

Ayırma hunisi ile ayırma işlemi, sırasıyla aşağıdaki şekilde gerçekleşir:

- Ayırma hunisi, statife bağlı saplı halkaya yerleştirilir.
- Ayırma hunisinin musluğunun kapalı olmasına dikkat edilir ve üst kapağı açılarak üzerine huni yerleştirilir.
- Hazırlanan karışım ayırma hunisine aktarılır.
- Karışımı oluşturan sıvıların arasındaki faz çizgilerinin belirmesi için bir süre beklenir (Görsel 2.22).
- Ayırma hunisinin altında yer alan musluk açılır ve karışımı oluşturan her bir sıvı faz çizgisine kadar farklı bir kaba boşaltılır.



Görsel 2.22: Ayırma hunisi ile ayırma düzeneği



UYGULAMA YAPRAĞI 1

AYIRMA HUNİSİ İLE AYIRMA

AMAÇ:

Kurallarına uygun olarak zeytinyağı-su karışımını ayırma hunisi ile ayırmak.

1.1. Kullanılacak Araç, Gereç ve Kimyasallar

- Ayırma hunisi
- Statif
- Halka
- Huni
- Beher
- Kıskaç
- Baget
- Zeytinyağı- su karışımı

1.2. İşlem Basamakları



Laboratuvar önlüğünü giyiniz.

- Önlüğünüzü laboratuvar dışında giyip çıkarınız.



Ayırma hunisi alınız.

Statife metal halka bağlayınız ve ayırma hunisini halkaya yerleştiriniz.

- Metal halkanın destek çubuğuna sıkı bağlandığından emin olunuz.
- Ayırma hunisinin temiz olmasına dikkat ediniz.



Ayırma hunisinin musluğunu kapatınız ve üzerine huni yerleştiriniz.

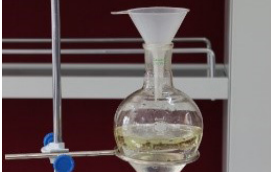
- Musluğun kapalı olup olmadığını kontrol ediniz.



Zeytinyağı ve su karışımını ayırma hunisine aktarınız.

- Karışımı taşırmadan aktarmaya özen gösteriniz.





Sıvılar birbirinden ayrılıp faz oluşuncaya kadar yeterli süre bekleyiniz.

- Fazların tam ayrıldığından emin olunuz.



Musluğu açarak altta biriken suyu bir kaba aktarınız.

- Üst faz musluk hizasına inince musluğu kapatınız.



Kabı değiştirip zeytinyağını ayrı bir kaba aktarınız.

- Kabı değiştirdikten sonra musluğu açınız.



Malzemeleri temizleyiniz.

- Temizleme kurallarına uyunuz.
- Cam malzemelerin kırılabilir olduğunu unutmayınız.

1.3. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Bu deneyde zeytinyağı yerine başka hangi madde kullanılabilir?

KONTROL LİSTESİ

Bu deney kapsamında yaptığınız çalışma öğretmeniniz tarafından aşağıdaki kontrol listesine göre değerlendirilecektir.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Ayırma hunisinin musluğunun kapalı olup olmadığını kontrol etti mi?		
2. Karışımı taşırmadan aktardı mı?		
3. Fazların tam olarak ayrıldığından emin oldu mu?		
4. Üst faz musluk hizasına inince musluğu kapattı mı?		

SONUÇ

(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH .../.../20...	
	DEĞERLEN- DİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	TEMİZLİK DÜZENİ	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
ADI-SOYADI	ALANLARA VERİLEN PUAN	30	50	10	10	100	
NUMARASI	TAKDİR EDİLEN PUAN						





AMAÇ

Tekniğine ve iş güvenliği kurallarına uygun olarak karışımları ekstraksiyonla ayırmak.

GİRİŞ

Ekstraksiyon (çekme) laboratuvarlarda ve endüstride çok sık kullanılan bir yöntemdir. Bu sebeple hangi tür karışımların ayrılmasında ekstraksiyon (çekme) yönteminin kullanıldığı hakkında bilgi edinilmesi gerekir.



HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Şeker pancarından şekerin nasıl elde edildiğini araştırınız.
2. Yağlı tohumlardan yağ eldesi ve ekstraksiyon arasındaki bağlantıyı araştırınız.

2.4. EKSTRAKSİYON (ÇEKME) İLE AYIRMA

Ekstraksiyon (çekme), bir çözelti ya da süspansiyon içindeki bir maddeyi, karışımdan ayırmak için kullanılan bir yöntemdir. Kullanım alanı oldukça geniş olan ekstraksiyon, özellikle laboratuvar çalışmalarında, ilaç, gıda, kozmetik ve petrol sanayisinde kullanılır. Ayrılacak maddenin fiziksel hâline göre sıvı-sıvı ekstraksiyon veya katı-sıvı ekstraksiyon yöntemlerinden biri tercih edilerek ayırma işlemi gerçekleştirilir.

2.4.1. Yöntemin Prensipleri

Ekstraksiyon işlemi; bir çözelti ya da süspansiyon içinde bulunan maddelerden bir tanesinin, uygun olan bir çözücü içinde çözdürülerek karışımdan ayrılması esasına dayanır. Ekstraksiyon bir saflaştırma yöntemi değil, ayırma yöntemidir.

2.4.2. Sıvı Ekstraksiyonu

Sıvı- sıvı ekstraksiyonu, sıvı çözelti içinde çözülmüş maddelerden birinin bir çözücü yardımıyla ayrılması işlemidir. Tarihte ilk defa Romalılar tarafından, sıvı hâldeki bakırdan çözücü olarak kurşun kullanılıp altın ve gümüşün ayrılması şeklinde yapılmıştır.

Çözeltideki bir maddeyi, çözelti ile homojen karışım oluşturmayan ancak istenilen maddeyi çözen bir organik çözücü ile ayırma esasına dayanır. Bu işlem "**hem organik fazda hem de su fazında çözünebilir bileşiklerin, sulu fazdan organik faza aktarılması**" şeklinde yapılır. Yapısı birbirine benzeyen maddeler, birbiri içinde iyi çözünür. Bu sebeple organik maddeler, organik çözücüler içinde suda çözüldüğünden daha çok çözünür. Bu özelliğinden yararlanılarak suda çözülmüş organik maddeler, su için çözücü olmayan ancak organik madde için çözücü olan bir organik çözücü yardımıyla çekilir. Bu işlemden sonra ayırma hunisi kullanılarak organik çözücü ortamdan ayrılır (Görsel 2.23).

Sıvı ekstraksiyonunda kullanılacak olan çözücünün özellikleri şunlardır:

- Karışımdan kolayca ayrılabilmesi
- Arkasında zararlı atık bırakmamalı
- Su ile karışım oluşturmamalı
- Sadece istenen madde için çözücü olmalı
- Ucuz ve kolay bulunabilir olmalıdır.



Sıvı ekstraksiyonunda kullanılan bazı çözücüler; dietil eter, kloroform, benzen, petrol eteri, karbon tetraklorür, amonyak ve toluendir. Bunlar içinde en çok kullanılan ise çok iyi bir çözücü olması ve kaynama noktasının düşük olması nedeniyle **dietil eterdir**.



Görsel 2.23: Ayırma hunisini, ekstraksiyon sırasında uygun tutma metodu

Örneğin; **benzoik asit-su** çözeltisinden **benzoik asiti** şu şekilde ayrılır:

- Benzoik asit-su karışımı bir ayırma hunisinin içine alınır.
- Ayırma hunisine benzoik asit için çözücü olan ancak su için çözücü olmayan **benzen** eklenir.
- Çalkalama işlemine başlamadan önce ortamda oluşabilecek gazın çıkması için ayırma hunisinin kapağı kapatılmadan huni yavaşça çevrilerek ön karışma sağlanır.
- Ayırma hunisinin kapağı dikkatlice kapatılarak kuvvetlice çalkalanır.
- Çalkalama işlemi yapılırken içeride oluşan gazın çıkması için ayırma hunisinin musluğu arada açılır.
- Statife bağlı metal halkaya ayırma hunisi geçirilerek sıvılar arasındaki faz ayrımının gerçekleşmesi beklenir. Sulu çözeltiliye eklenen benzen, sudan hafif olduğu için ayırma hunisinde üstte kalırken su altta kalır.
- Ayırma hunisinin musluğu açılarak sıvılar ayrı kaplara alınır.

Bazı deneylerde, kullanılan maddelerin yapısından dolayı faz ayrımı sonrası su ya da organik fazın hangisi olduğuna karar verilemeyebilir. Böyle bir durumda, bir pipet yardımıyla birkaç damla su ayırma hunisine eklenir ve hangi fazla gittiği gözlemlenerek fazlar belirlenir.

2.4.3. Katı Ekstraksiyonu

Katı madde içinde bulunan bileşenlerden birinin veya bir kısmının uygun bir çözücü yardımıyla ortamdaki ayrılması işlemidir. Çözücü ve ayrılan maddeden oluşan sıvı karışım, katı maddeden ayrıldıktan sonra çözücünün belirli yöntemlerle ortamdaki uzaklaştırılması ile geride sadece ayrılan madde kalır. Katı-sıvı ekstraksiyonuna şeker pancarından şekerin ayrılması, çay yapraklarından su kullanılarak çayın ayrılması, balıktan balık yağı eldesi, fındıktan fındık yağı eldesi örnek verilebilir.

Katı faza **ekstrakte edilen**, çözücüye **ekstrakte eden**, elde edilen sıvı karışıma ise **ekstrakt** adı verilir. Örneğin; fındıktan fındık yağı eldesinde, fındık ekstrakte edilen, eter ekstrakte eden, eter-yağ ise ekstraktır.

Katı ekstraksiyonunda kullanılacak olan örnek, çözücü ile temasını arttırmak için önce blenderden geçirilip toz hâline getirildikten sonra ekstrakte edilir. Her ekstraksiyon işleminden sonra çözücüyü ortamdaki





uzaklaştırmak için damıtma işlemi uygulanır. Bu sayede karışımdan ayrılan madde çözücünden de ayrılarak saflaştırılmış olur.

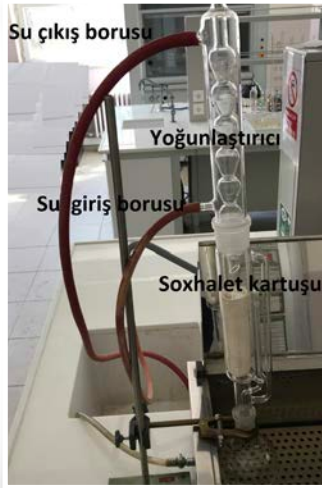
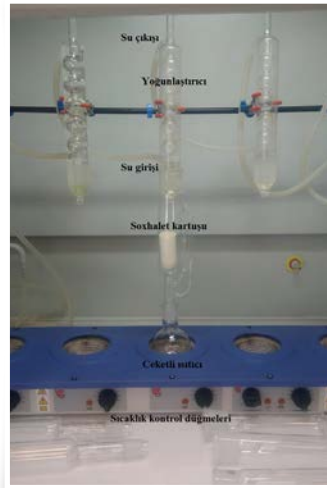
Katı ekstraksiyonuna etki eden faktörler üç ana başlıkta toplanabilir:

Çözücü ile madde teması: Karışımdan ayırmak istenilen madde, katının yüzeyinde ise ekstrakte edilmesi kolaydır. Eğer katının içinde ise (fındık içindeki yağ gibi), katının boyutu çeşitli yöntemlerle küçültülüp çözücü ile temas yüzeyi artırılarak ekstraksiyon verimi yükseltilir.

Kullanılacak çözücünün seçimi: Seçilen çözücü, katıdan ayırmak istenilen maddeyi çözebilen, çözdüğü maddeden ve ekstrakte edilen katıdan kolayca ayrılabilen özellikte olmalıdır. Ayrıca çözücünün kaynama noktasının düşük olması da bir tercih sebebidir.

Sıcaklık: Ekstraksiyon işlemi yüksek sıcaklıkta yapmak, çözünen maddenin çözücüye geçişini hızlandırır. Bu durum bazı katılarda ekstraksiyon verimini artırırken katı içindeki bileşenlerin bir kısmının yapısını bozabilir ayrıca istenmeyen bileşenleri de çözebilir.

Katı ekstraksiyonunda soxhâlet düzeneği kullanılır (Şekil 2.24). Soxhâlet düzeneği; ısıtıcı, cam balon, ekstraktör, kartuş ve geri soğutucudan oluşur. En alt kısımda ısıtıcı olarak su banyosu veya elektrikli ısıtıcılar kullanılır. Isıtıcının üzerinde dibi yuvarlak balon vardır. Balonun üzerinde küvet ve en üstte geri soğutucu bulunur. Kullanılan bütün malzemelerin ağız kısımları hava sızdırmamaları için şiliflidir. Malzemeler bir destek çubuğuna bağlanarak düzenek kurulur. Analiz numunesi kartuş içine konularak ekstraksiyon bölmesine yerleştirilir.



Görsel 2.24: Soxhâlet cihazı, soxhâlet düzeneği ve döner buharlaştırıcı



UYGULAMA YAPRAĞI 1

SIVI-SIVI EKSTRAKSİYON İLE AYIRMA

AMAÇ:

Sıvı-sıvı ekstraksiyon düzeneğine ait işlem basamaklarını deney düzeneği üzerinde uygulamak.

1.1. Kullanılacak Araç, Gereç ve Kimyasallar

- Ayırma hunisi
- Erlen
- Beher
- Üçayak
- Spor
- Kıskaç
- Bağlantı parçaları
- İyot çözeltisi
- CCl_4 çözeltisi

1.2. İşlem Basamakları



Laboratuvar önlüğünü giyiniz.

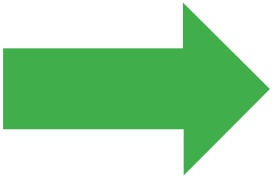
- Önlüğünüzü laboratuvar dışında giyip çıkarınız.



Ayırma hunisi alınız.

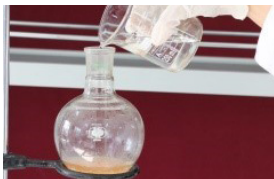
Statife metal halka bağlayınız ve ayırma hunisini halkaya yerleştiriniz.

- Metal halkanın destek çubuğuna sıkı bağlandığından emin olunuz.
- Ayırma hunisinin temiz olmasına dikkat ediniz.



Ayırma hunisine 15 ml iyot çözeltisi koyunuz.

- Ayırma hunisi musluğunun kapalı ve sızdırmaz olduğundan emin olunuz.



Üzerine 15 ml CCl_4 ekleyiniz.

- CCl_4 eklerken çeker ocak kullanınız.





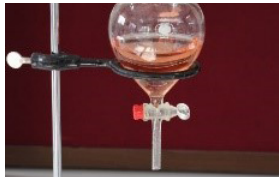
Tıpasını kapatıp ayırma hunisini çalkalayınız.

- Çalkalama esnasında arada bir musluğu açarak oluşan gazın çıkmasını sağlayınız.



Ayrırma hunisini metal halkaya yerleştiriniz.

- Kışkacın tam tuttuğundan emin olunuz.



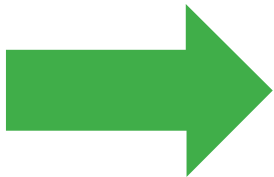
Ayrılan iki fazı gözlemleyiniz.

- Faz sınır çizgisini görmeye çalışınız.



Alt fazdaki sıvıyı musluğu açarak başka erlene aktarınız.

- Rahat akış için ayırma hunisinin kapağını açmayı unutmayınız.



CCl_4 ekleyip işlemleri birkaç kez tekrarlayınız.

- Tekrarlamayı yaparken yapılan önerileri göz önünde bulundurunuz.



Malzemeleri temizleyiniz.

- Temizleme kurallarına uyunuz.
- Cam malzemelerin kırılabilir olduğunu unutmayınız.

1.3. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Bu deneyde iyot ile suyu ayırmak için neden çözücü eklenir?



KONTROL LİSTESİ

Bu deney kapsamında yaptığınız çalışma öğretmeniniz tarafından aşağıdaki kontrol listesine göre değerlendirilecektir.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. CCl ₄ eklerken çeker ocakta çalıştı mı?		
2. Ayırma hunisini çalkalama sırasında musluğu açarak oluşan gazın çıkışını sağladı mı?		
3. Analiz sonunda faz sınır çizgisini gördü mü?		

SONUÇ

(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH .../.../20...	
	DEĞERLENDİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	TEMİZLİK DÜZENİ	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
ADI-SOYADI							
NUMARASI	ALANLARA VERİLEN PUAN	30	50	10	10	100	
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI	TAKDİR EDİLEN PUAN						





UYGULAMA YAPRAĞI 2

KATI-SIVI EKSTRAKSİYON İLE AYIRMA

AMAÇ:

Katı-sıvı ekstraksiyon düzeneğine ait işlem basamaklarını deney düzeneği üzerinde uygulamak.

1.1. Kullanılacak Araç, Gereç ve Kimyasallar

- Soxhâlet cihazı
- Kartuş
- Pamuk
- Öğütülmüş fındık
- Eter

1.2. İşlem Basamakları



Laboratuvar önlüğünü giyiniz.

- Önlüğünüzü laboratuvar dışında giyip çıkarınız.



Soxhâlet düzeneğini kurunuz.

- Bağlantıların düzgün yapıldığından emin olunuz.



Kartuşa öğütülmüş fındık koyunuz.

- Fındığın yeterince küçük öğütülmüş olmasına dikkat ediniz.



Kartuşun üzerini pamukla kapatınız.

- Yağsız pamuk kullanınız.



Ekstraksiyon tüpü ve soğutucuyu ayırınız.

Kartuşu ekstraksiyon tüpüne yerleştiriniz.

- Kartuşu, ağız kısmı üste gelecek şekilde yerleştiriniz.



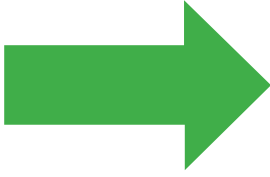
Ekstraksiyon tüpüne eter koyunuz.

- Eterle çalışırken ortamda ateş bulunmamasını sağlayınız.
- Bir kez sifon yapacak, ikinci kez ise tüpün yarısına kadar dolacak miktarda eter koyunuz.



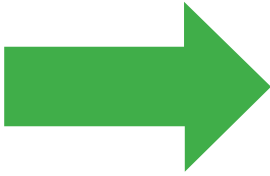
Ekstraksiyon tüpü ve soğutucuyu tekrar bağlayınız. Musluğu açarak soğutucuya su girişini sağlayınız.

- Suyun tazyikini ayarlayınız.



Isıtıcıyı çalıştırarak ekstraksiyon işlemini başlatınız.

- Sıcaklık derecesini ayarlamayı unutmayınız.



8–10 defa sifon yaptıktan sonra ısıtıcıyı kapatarak ekstraksiyonu sonlandırınız.

- Son kez sifon yaptıktan sonra ısıtıcıyı kapatınız.



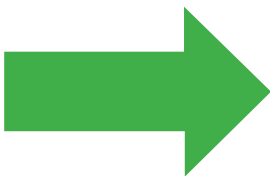
Balon üzerindeki ekstraksiyon tüpü ve soğutucuyu ayırıp balona dirsek takınız.

- Balondaki eterin soğuması için yeterli süre bekleyiniz.
- Eter çok uçucu bir madde olduğundan ortama yayılmaması için hızlı çalışınız.



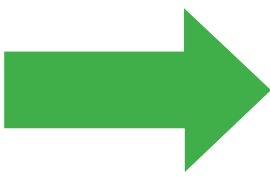
Dirseğe soğutucu bağlayınız.

- Soğutucunun su giriş ve çıkışının doğru bağlandığından ve iyi çalıştığından emin olunuz.



Karışımı ısıtarak balon içindeki çözücüyu buharlaştırarak ayırınız. Balonda çok az miktarda çözücü kalınca ısıtıcıyı kapatıp işlemi sonlandırınız.

- Çözücünün tamamının uçup ekstraktın yanmamasına dikkat ediniz.



Dirsek ve soğutucuyu çözücüye balonu ısıtıcudan alınız. Balonu sallayınız. Kalmış olan az miktardaki çözücünün de buharlaşarak uzaklaşmasını sağlayınız.

- Balonun sıcak olduğunu unutmayınız, ağız kısmından tutunuz.





Malzemeleri temizleyiniz.

- Temizleme kurallarına uyunuz.
- Cam malzemelerin kırılabilir olduğunu unutmayınız.

1.3. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Çözücü seçimlerinde nelere dikkat edilmelidir? Açıklayınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu deney kapsamında yaptığınız çalışma öğretmeniniz tarafından aşağıdaki kontrol listesine göre değerlendirilecektir.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Fındıkları yeterince öğüttü mü?		
2. Kartuşu ağız kısmı üste gelecek şekilde yerleştirmeye dikkat etti mi?		
3. Eterle çalışırken güvenlik kurallarına (çeker ocakta çalışmak, ateşten uzak tutmak gibi) uydu mu?		
4. Isıtıcının sıcaklığını doğru ayarladı mı?		
5. Soğutucunun bağlantılarını doğru yaptı mı?		
6. Çözücünün tamamının uçup aynı zamanda yanmamasına dikkat etti mi?		

SONUÇ

(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH .../.../20...	
	DEĞERLENDİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	TEMİZLİK DÜZENİ	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
ADI-SOYADI							
NUMARASI	ALANLARA VERİLEN PUAN	30	50	10	10	100	
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI	TAKDİR EDİLEN PUAN						





AMAÇ

Tekniğine uygun olarak karışımları kristallendirme ile ayırmak.

GİRİŞ

"Bir karışımı oluşturan bileşenlerin her ikisi de suda çözünebiliyorsa bu karışım hangi yöntemle ayrılabilir?" sorusunu cevaplayabilmek için kristallendirme ile ayırma hakkında bilgi edinilmesi gerekir.



HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Bir süre bekleyen baklavanın şekerlenme sebebi nedir? Araştırınız.
2. Sofralarda kullanılan tuzun nasıl elde edildiğini araştırınız.

2.5. KRİSTALLENDİRME İLE AYIRMA

Bir karışımı bileşenlerine ayırmak için karışımı oluşturan bileşenlerin herhangi bir çözücü içindeki çözünürlüklerinin farklı olması kullanılabilir. **Katı-sıvı** çözeltilsinin içindeki katının çözünürlüğünün, sıcaklıkla değişmesinden yararlanarak katının kristaller hâlinde çöktürülmesine **kristallendirme** denir. Aynı çözücü içindeki çözünürlükleri birbirinden farklı olan katı karışımları ayırma işlemine de **ayırmsal kristallendirme** denir.

2.5.1. Yöntemin Prensipleri

Kristallendirme yönteminin temel prensibi, saf olmayan ve oda sıcaklığında katı olan bir bileşiğin belirli çözücülerde ısıtıldığında daha çok çözünmesine karşın soğutulduğunda daha az çözünürlük göstermesidir. İdeal bir kristallendirme işleminde çözücü soğutulduğunda istenmeyen katı maddeler sıvıda kalırken ayırmak istenilen katı madde kristaller hâlinde çöker.

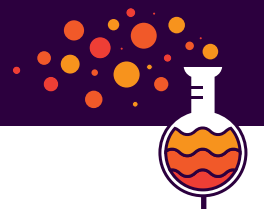
2.5.2. Yapılışı

Kristallendirme işleminde saf ve temiz bir kristal elde edilmesi için en önemli kriter, çöktürülecek olan katı için uygun çözücünün bulunmasıdır. Uygun çözücü çoğu zaman deneme yanılma ile bulunur. En sık kullanılan çözücüler; saf su, dietil eter, aseton, kloroform, metil alkol, etil alkol, petrol eteri, karbon tetraklorürdür.

Kristallendirme işleminde kullanılacak çözücünün özellikleri şunlardır:

- Saffaştırılacak maddeyi yüksek sıcaklıkta çok, düşük sıcaklıkta az çözmelidir.
- Saffaştırılacak maddenin iyi oluşan kristallerini vermelidir.
- Saffaştırılacak madde kristallerinden kolayca ayrılabilmesi ve saffaştırılacak maddenin kaynama noktası düşük olmalıdır.
- Saffaştırılacak madde ile reaksiyon vermemelidir.
- Uçucu, yanıcı ve toksik olmamalı, kolay bulunabilmelidir.





Kristallendirme işleminin basamakları şunlardır:

- Saf olmayan madde uygun çözücüde kaynama noktası veya kaynama noktasına yakın bir sıcaklıkta çözülür.
- Sıcak çözelti çözünmemiş madde veya tozlardan süzgeç kâğıdı yardımıyla süzülerek ayrılır.
- Sıcak çözeltinin üzeri saat camı ile kapatılarak soğumaya bırakılır ve çözünmüş maddenin kristallenmesi sağlanır (Kristal boyutunun küçük olması isteniyorsa süzüntü hızlı bir şekilde, kristal boyutunun büyük olması isteniyorsa süzüntü yavaş bir şekilde soğutulmalıdır.).
- Kristaller çözücü fazından süzülerek alınır ve kurutulur.



Görsel 2.25: Kristallenmiş katı parçacıkları

Ortamda kristallenme başlamıyorsa bir miktar çözücü buharlaştırılarak ortamdaki uzaklaştırılır. Bu sayede kristallenme işlemi başlar (Görsel 2.25).



UYGULAMA YAPRAĞI 1

KRİSTALLENDİRME İLE AYIRMA

AMAÇ:

Kurallarına uygun olarak potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) çözeltisini kristallendirme ile ayırmak.

1.1. Kullanılacak Araç, Gereç ve Kimyasallar

- Beher
- Erlen
- Isıtıcı
- Buz banyosu
- Süzgeç kâğıdı
- Saat camı
- Spatül
- Potasyum dikromat

1.2. İşlem Basamakları



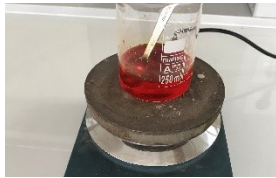
Laboratuvar önlüğünü giyiniz.

- Önlüğünüzü laboratuvar dışında giyip çıkarınız.



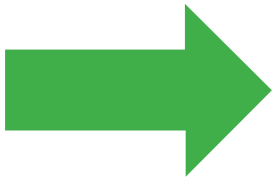
250 ml'lik bir behere, 20 g potasyum dikromat tartınız, üzerine 30 ml sıcak saf su koyunuz. Beher içindeki çözelti spatül ile karıştırarak potasyum dikromatın çözünmesini sağlayınız.

- Sıcak çözücü, sıçratmadan dökmeye özen gösteriniz.



Çözünmeyi kolaylaştırmak için karışımı ısıtınız.

- Isıtma kurallarına uyunuz.



Potasyum dikromat çözünmezse biraz daha sıcak saf su ekleyip karıştırınız.

- Mümkünse sıcak çözücü ekleyiniz.





Karışımı soğuması için buz banyosuna koyunuz ve kristallenmenin hızlı bir şekilde gerçekleşmesi için bageti, beherin iç çeperine yukarıdan aşağıya doğru sürtünüz.

- Kabin içine önce beheri koyunuz daha sonra buzlu suyu çevresine yayınız.
- Kristallenmenin tamamlanması için yeterli süre bekleyiniz.



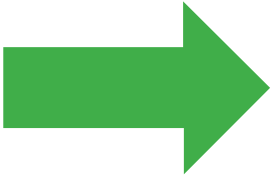
Potasyum dikromat kristallerini ayırmak için basit süzme işlemi uygulayınız.

- Uygun süzgeç kâğıdı seçiniz ve süzme kurallarına uyunuz.



Filtre kâğıdı üzerindeki potasyum dikromat kristallerini saat camı üzerine kazıyınız.

- Süzgeç kâğıdının yırtılmamasına dikkat ediniz.
- Kristallerin tamamını almaya ve etrafa sıçratmamaya özen gösteriniz.



Potasyum dikromat kristallerini saat camı üzerinde kurumaya bırakınız.

- Kurutma işlemini uygun sıcaklıkta ve sürede yapmaya özen gösteriniz.



Malzemeleri temizleyiniz.

- Temizlik kurallarına uyunuz.

1.3. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Çözücülerin seçiminde nelere dikkat edilmelidir? Açıklayınız.



KONTROL LİSTESİ

Bu deney kapsamında yaptığınız çalışma öğretmeniniz tarafından aşağıdaki kontrol listesine göre değerlendirilecektir.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Eklediği çözücünün sıcak olmasına dikkat etti mi?		
2. Kristalleşmenin tamamlanması için erleni buz banyosuna yerleştirdi mi?		
3. Kristalleri ayırmak için uygun süzgeç kâğıdı seçti mi?		
4. Kristallerin tamamını etrafa sıçratmadan almaya dikkat etti mi?		

SONUÇ

(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH .../.../20...	
	DEĞERLENDİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	TEMİZLİK DÜZENİ	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
ADI-SOYADI	ALANLARA VERİLEN PUAN	30	50	10	10	100	
NUMARASI	TAKDİR EDİLEN PUAN						
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI							





AMAÇ

Tekniğine uygun olarak karışımları santrifüj ile ayırmak.

GİRİŞ

Karışımındaki katı parçacıkların çok küçük olduğu durumlarda filtre kâğıdı ile ayırma yapılamıyorsa santrifüj ile ayırma hakkında bilgi edinilmesi gerekir.



HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Santrifüj cihazının günlük hayatta hangi alanlarda kullanıldığını araştırınız.
2. Kan içindeki serum / plazma nasıl ayrılır? Araştırınız.

2.6. SANTRİFÜJ İLE AYIRMA

Katı-sıvı heterojen bir karışım içindeki katı taneciklerin çok küçük ve hafif olması veya çökelek miktarının çok az olması durumunda karışımın süzme ile tam ayrılması sağlanmayabilir. Böyle durumlarda **santrifüj cihazı** kullanılır (Görsel 2.26). Merkezkaç kuvveti yardımıyla süzgeçten geçebilecek büyüklükteki katı taneciklerin karışımdan ayrılması işlemine **santrifüjleme** denir.

2.6.1. Yöntemin Prensibi

Santrifüj işleminde temel prensip; yer çekimi kuvvetinden daha büyük bir merkezkaç kuvveti uygulanarak sıvı içindeki çok küçük taneciklerin santrifüj tüpünün dibine çökmesini sağlamaktır. (Görsel 2.27). Santrifüj cihazında ayırma, karışımın bulunduğu santrifüj tüplerinin yüksek hızda dairesel dönmesi ile gerçekleşir. Bu hız sayesinde yer çekimi kuvveti yenilerek katıların tüpün dibinde toplanması sağlanır. Böylece üstteki sıvı kısım kolayca ayrılır. Cihazın devir sayısı ve dönme süresi, karışımın özelliğine göre ayarlanabilir. Santrifüj cihazında kullanılan tüpler, değişik çap ve ebatlarda bulunur. Cihazın tüp yuvası ile santrifüj tüpünün boyutları birbirine uygun olmalıdır.



Görsel 2.26: Santrifüj cihazı



Görsel 2.27: Santrifüj tüpü

2.6.2. Yapılışı

Karışımlar santrifüj tüplerine konularak cihaza yerleştirilir. Cihaz çalıştırıldığında tüpler yatay konuma gelir. Merkezkaç kuvvetinin etkisiyle ayrılmak istenilen katı madde tüpün dibinde toplanır. Cihaz durdurulup tüpler dikkatli bir şekilde yuvalarından çıkartılarak aktarma işlemi ile ayırma işlemi sonlandırılır. Çökelti tüpün dibine yapışık değilse sıvının alınması için damlalık kullanılır. Damlalık tüpün içine daldırılmadan önce sıkılarak havası boşaltılır ve bırakmadan uç kısmı çözeltiye daldırılır. Damlalık gevşetilerek sıvının alınması sağlanır. Alınan sıvı başka bir tüpe aktarılır.

Santrifüj cihazının sarsıntısız çalışması için şu hususlara dikkat edilmelidir:

- Santrifüj cihazı düz bir zemine oturtulmuş olmalıdır.
- Tüpler çift sayıda olmalı ve simetrik yerleştirilmelidir. Eğer çalışılacak tüp miktarı tek sayı ise dengenin sağlanması için diğer tüplerin içeriği kadar su konmuş bir tüp simetride bulunan tüp yuvasına konulmalıdır. Tüplerin aynı miktarda numune içermesi için tartım işleminde santrifüj terazisi kullanılır.



BİLGİ KUTUSU



Çevre Koruma ve Ambalaj Atıklarının Değerlendirme Vakfı (ÇEVKO)'nın yaptığı açıklamaya göre 'Geri dönüşüm çalışmalarımızın Türk ekonomisine katkısı yaklaşık 35 milyar lira düzeyindedir, 2018 yılında geri dönüştürdüğümüz ambalaj atığı miktarı ise 650750 tona ulaşmıştır ve çalışmalarımız ülke ekonomisine 3,6 milyar lira değerinde katkı yapmıştır' şeklindedir.

Karışımların ayrılması ve geri dönüşümü ile bu ürünlerin sıfırdan üretilmesi için harcanacak olan enerjiden ve hammaddelerden tasarruf edilir. Geri dönüşümden elde edilen 1 ton kâğıt ile 17 ağacın kesilmesi, 1 ton cam atık ile 100 litre petrol tasarrufu, 1 metal içecek kutusunun geri dönüşümünden elde edilen enerji ile 100 wattlık bir ampulün 20 saat çalıştırılması gibi çeşitli konularda hem ekonomik katkı sağlanır hem de enerji tasarrufu sağlanmış olur.

1. Yukarıdaki gazete haberi ve okuma parçasına göre, karışımların ayrılması geri dönüşümün hangi aşamalarında kullanılır? Araştırınız.

2. Bir insanın ülkesine karşı en büyük sorumluluklarından bir tanesi de ülkesini ekonomik olarak kalkındırmaktır. Atıkların geri dönüştürülerek ülke ekonomisine katma değer sağlaması için ne gibi projeler üretebilirsiniz? Tartışınız.

(<https://ekonomi.haber7.com/ekonomi/haber/2869941-copten-ekonomiye-35-milyarlik-katki>)





UYGULAMA YAPRAĞI 1

SANTRİFÜJ İLE AYIRMA

AMAÇ:

Kurallarına uygun olarak toprak-su karışımını santrifüj ile ayırmak.

1.1. Kullanılacak Araç, Gereç ve Kimyasallar

- Santrifüj tüpü
- Toprak- su karışımı
- Santrifüj cihazı
- Saf su

1.2. İşlem Basamakları



Laboratuvar önlüğünü giyiniz.

- Önlüğünüzü laboratuvar dışında giyip çıkarınız.



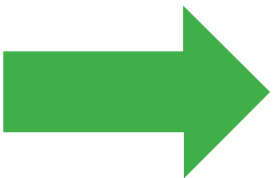
Santrifüj tüpü alarak içine toprak su karışımı koyunuz.

- Karışımın santrifüj tüpünün $\frac{3}{4}$ 'ünü geçmemesine dikkat ediniz.



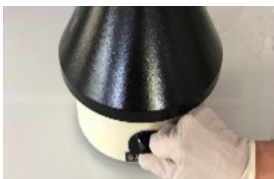
Santrifüj cihazının kapağını açarak tüpleri karşılıklı olarak santrifüje yerleştiriniz.

- Santrifüj cihazının düz bir zeminde olduğundan ve zemine tam oturduğundan emin olunuz.
- Karşılıklı konulan tüplerdeki sıvı miktarlarının eşit olmasına özen gösteriniz.



Cihazın kapağını kapatınız.

- Kapağın tam kapalı olduğundan emin olunuz.



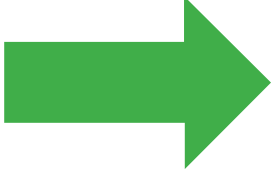
Devir ve süre ayarını yapıp cihazı çalıştırınız.

- Çöktüreceğiniz maddeye uygun devir ve süreyi seçiniz.



Cihaz durduktan sonra tüpleri çıkartıp çökelti oluşumunu gözlemleyiniz.

- Cihaz tamamen durmadan kapağını açmayınız.



Üstte bulunan berrak kısmı erlene aktarınız.

- Sıvı miktarı az ise damlalık kullanınız.



Malzemeleri temizleyiniz.

- Temizlik kurallarına uyunuz.

1.3. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Santrifüj cihazı günlük hayatta başka nerelerde kullanılır? Tartışınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu deney kapsamında yaptığınız çalışma öğretmeniniz tarafından aşağıdaki kontrol listesine göre değerlendirilecektir.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Karışımın santrifüj tüpünün $\frac{3}{4}$ 'ünü geçmemesine dikkat etti mi?		
2. Santrifüj cihazının sarsıntısız çalışmasına özen gösterdi mi?		
3. Karşılıklı konulan tüplerdeki sıvı miktarının eşit olmasına özen gösterdi mi?		
4. Santrifüj cihazının devir ve süresini çöktüreceği karışıma uygun seçti mi?		
5. Sıvı miktarı az ise damlalık kullandı mı?		





SONUÇ

(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH .../.../20...	
ADI-SOYADI	DEĞERLENDİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	TEMİZLİK DÜZENİ	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
NUMARASI	ALANLARA VERİLEN PUAN	30	50	10	10	100	
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI	TAKDİR EDİLEN PUAN						



ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME ÇALIŞMALARI

A. AŞAĞIDA VERİLEN CÜMLELERDEN DOĞRU OLANLARIN YANINA "D", YANLIŞ OLANLARIN YANINA "Y" KOYUNUZ.

- Karışımı oluşturan maddeler kendi özelliklerini kaybeder.
- Süzme işlemi sonunda filtre kâğıdının üstünde kalan kısma çökelek veya süzme artığı denir.
- Kaynama noktaları arasındaki fark $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'den fazla olan sıvı karışımların ayrılmasında ayrımsal damıtma kullanılır.
- Ayırma ve saflaştırma işlemlerinde esas olarak maddelerin kimyasal özellikleri dikkate alınır.
- Süzülmesi zor olan karışımların ayrılmasında vakumlu süzme yöntemi kullanılır.
- Kristallendirme işleminde kullanılacak çözücü, saflaştırılacak madde ile reaksiyona girmelidir.
- Santrifüj cihazında her zaman çift sayıda tüp kullanılmalıdır.
- Kristallendirme işleminde kristal boyutunun küçük olması isteniyorsa süzüntü hızlı bir şekilde, kristal boyutunun büyük olması isteniyorsa süzüntü yavaş bir şekilde soğutulmalıdır.

B. AŞAĞIDA VERİLEN CÜMLELERDE GEÇEN BOŞLUKLARI UYGUN KELİME YA DA KELİME GRUPLARI İLE DOLDURUNUZ.

- Çay, gazoz ve şekerli su karışıma örnektir.
- Kumlu su karışımı yöntemi ile bileşenlerine ayrılabilir.
- Buharlaştıktan sonra soğutucuda sıvılaştırılarak toplama kabında toplanan maddeye veya denir.
- Saf suyun pH'ı , özkütlesi $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de g/cm^3 , kaynama noktası 1 atmosfer basınçta $^{\circ}\text{C}$ 'dir.
- Kendi kaynama sıcaklığında bozulan sıvılar yöntemi ile ayrılır.
- Özkütleleri farklı sıvı-sıvı heterojen karışımları ayırmak için kullanılır.
- Katı ekstraksiyonunda katı faza , çözücüye , elde edilen sıvı karışıma ise denir.
- Şeker pancarından şeker elde edilirken yöntemi kullanılır.
- Santrifüj aleti dönünce tüpler konuma gelir.
- Ayrımsal damıtma düzeneğinin, basit damıtma düzeneğinden farkı aleti kullanılmasıdır.

C. AŞAĞIDAKİ ÇOKTAN SEÇMELİ SORULARDA DOĞRU SEÇENEĞİ İŞARETLEYİNİZ.

- Aşağıda verilen örneklerden hangisinin bileşimi ve özelliği karışımın her yerinde aynıdır?
 - Tebeşir- su karışımı
 - N_2 ve O_2 gazları karışımı
 - Türk kahvesi
 - Zeytinyağı- su karışımı
 - Kan
- Yoğurt ile su karıştırıldığında elde edilen ayran aşağıdakilerden hangisine örnektir?
 - Süspansiyon
 - Kolloid
 - Emülsiyon
 - Aerosol
 - Adi karışım





ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME ÇALIŞMALARI

3. Aşağıdakilerden hangisi basit süzme düzeneğinde **bulunmaz**?
- A) Spor
B) Filtre kâğıdı
C) Saplı halka
D) Huni
E) Büret
4. Aşağıdakilerden hangisi sadece damıtmada kullanılır?
- A) Spor
B) Lastik hortum
C) Damıtma balonu
D) Geri soğutucu
E) Termometre
5. Aşağıdaki karışımlardan hangisi damıtma yöntemi ile **ayrılmaz**?
- A) Şekerli su karışımı
B) Alkol- su karışımı
C) Ham petrol
D) Tuz- karabiber karışımı
E) Tuzlu su karışımı
6. X sıvısı Y sıvısında çözünmezken Z sıvısında çözünür. Z sıvısı Y sıvısında ise çözünmez. Sıvıların yoğunlukları $d_x > d_z > d_y$ olduğuna göre X, Y, Z sıvıları bir ayırma hunisine konulduğunda nasıl görünür?
- A) Y üstte, X-Z homojen karışımı altta bulunur.
B) X üstte, Y ortada, Z altta bulunur.
C) X altta, Y ortada, Z üstte bulunur.
D) X-Y homojen karışımı altta, Z üstte bulunur.
E) Y üstte, X ortada, Z altta bulunur.
7. Bir çözücü ile karışımdaki bileşenlerden birinin çözülerek ayrılması işlemine ne ad verilir?
- A) Kristallendirme
B) Ekstraksiyon
C) Süzme
D) Damıtma
E) Santrifüjleme
8. Sıvı ekstraksiyonunda karışımdan çekilecek maddenin türüne göre uygun çözücünün kullanılması önemlidir. Aşağıdakilerden hangisi bu çözücünün bulundurması gereken özelliklerden **değildir**?
- A) Karışımdan kolay ayrılabilmesi
B) Zehirli atık bırakmamalı
C) Ucuz olmalı
D) İstenen madde dışındaki maddeleri çözmemeli
E) Su ile karışabilmesi
9. Aşağıdaki karışımlardan hangileri santrifüj ile ayrılır?
- A) Kükürt tozu - demir tozu karışımı
B) Tuzlu su karışımı
C) Toprak-su karışımı
D) Zeytinyağı- su karışımı
E) Hava
10. A, B, C, D ve E maddeleri ile hazırlanan karışımlar;
- I. A ve B sıvıları karışımı ayırma hunisi ile,
II. C ve A sıvıları karışımı ayrimsal damıtma ile,
III. A, D karışımı süzme ile,
IV. A, E karışımı basit damıtma ile bileşenlerine ayrılabilir.
- Buna göre hangi karışım ya da karışımlar heterojendir?
- A) Yalnız II B) II ve IV C) I ve III
D) I, II ve IV E) I, III ve IV



ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME ÇALIŞMALARI

D. AŞAĞIDAKİ AÇIK UÇLU SORULARI CEVAPLAYINIZ.

1. Karışımların özelliklerinden 5 tanesini yazınız.

2. Karışımların ayrılmasında hangi yöntemler kullanılır?

3. Damıtma şekilleri nelerdir? Yazınız.

4. Petrolden petrol ürünleri eldesi hangi yöntemle yapılır?

5. Aspirin nasıl üretilir? Araştırınız.





BULMACA



ÖĞRENME BİRİMİNDE GEÇEN SÖZCÜKLERİ BULUNUZ.

B	T	U	E	U	N	A	T
D	R	U	K	U	C	E	K
C	V	U	S	U	N	B	L
U	U	D	T	U	U	U	U
U	K	A	R	I	Ş	I	M
U	U	M	A	U	U	U	U
K	U	I	K	U	U	U	U
S	U	T	S	Ü	Z	M	E
A	U	M	İ	U	U	U	U
C	U	A	Y	U	N	K	Y
T	U	U	O	U	L	O	B
Y	H	U	N	U	M	H	E





3. ÖĞRENME BİRİMİ



VOLÜMETRİK ANALİZ İŞLEMLERİ

NELER ÖĞRENECEĞİZ?

- 3.1. Titrasyon Öncesi Hazırlıklar
- 3.2. Titrasyon
- 3.3. Titrasyon Sonrası İşlemler





AMAÇ

Tekniğine uygun titrasyon öncesi hazırlıkları yapmak.

GİRİŞ

Titrasyon öncesi hazırlıkları yapabilmek için öncelikle volümetrik analiz, titrasyon ve titrasyonda kullanılan araç gereçler hakkında bilgi edinilmesi gerekir.



HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Volümetrik analizin amaçlarını ve çeşitlerini araştırıp sınıf arkadaşlarınızı bilgilendiriniz.
2. Titrasyonda kullanılan araç gereçler hakkında bilgi toplayarak sınıfta paylaşınız.

3.1. TİTRASYON ÖNCESİ HAZIRLIKLAR

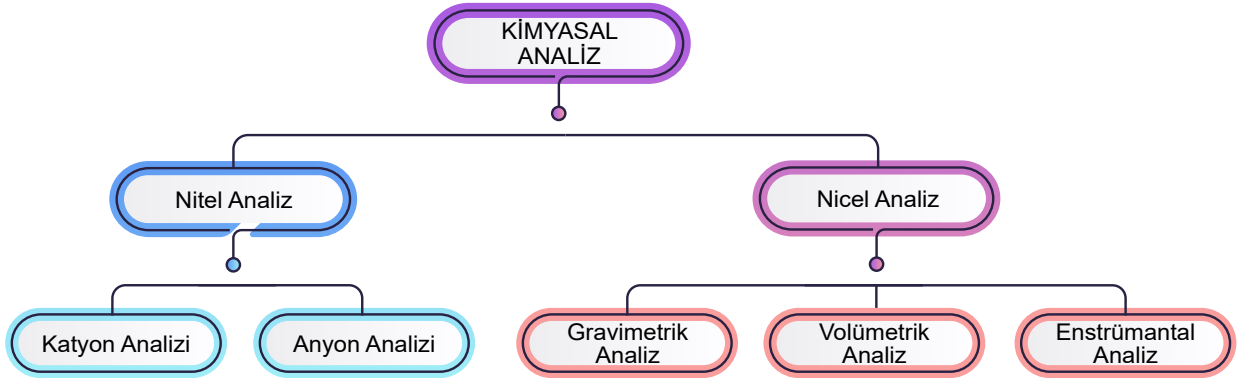
3.1.1. Analitik Kimya

Kimya, doğada bulunan bütün maddelerin yapısını, bileşimini, özelliğini, etkileşimini, tepkimeleri araştıran ve inceleyen, yeni kanun ve kurallar bulmaya çalışan bilim dalıdır. Bir maddenin kimyasal bileşenlerine ayrılması ya da bileşenlerinden bir bölümünün niteliğini ve niceliğini inceleyen (kimyasal analiz) bilim dalına **Analitik Kimya** denir.

Analitik kimyada kimyasal analiz, nicel ve nitel analiz olmak üzere iki şekilde uygulanır (Şema 3.1).

- **Nitel Analiz (Kalitatif):** Bir maddenin hangi bileşenlerden (element veya bileşik) oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan kimyasal analizdir. Örneğin şekerli çay.
- **Nicel Analiz (Kantitatif):** Bir maddedeki bileşenlerin her birinin miktarını sayısal olarak belirlemek için yapılan kimyasal analizdir. Örneğin çaya iki adet küp şeker atılması.

Kimyasal analizlerde maddenin nicel analizinden önce nitel analizi yapılır. Çünkü hangi bileşenlerden oluştuğunun belirlenmesi gerekir.



Şema 3.1: Kimyasal analizlerin sınıflandırılması





Şemada da görüldüğü gibi nitel analiz, katyon ve anyon analizi olmak üzere ikiye ayrılır.

Bir maddede hangi katyonların olduğunu bulmak için **katyon analizi**; hangi anyonların olduğunu bulmak için **anyon analizi** yapılır.

Nicel analiz; gravimetrik, volümetrik ve enstrümantal analiz olmak üzere üçe ayrılır.

- **Gravimetrik Analiz:** Aranılan maddenin, çözeltide güç çözünen saf maddeye dönüştürülüp ayrıldıktan sonra tartılarak miktarının belirlenmesi esasına dayanan nicel analiz yöntemidir.
- **Volümetrik Analiz:** Derişimi tam olarak bilinen bir çözeltinin, analizi yapılan madde ile reaksiyona giren miktarının ölçülmesi esasına dayanan nicel analiz yöntemidir. Derişimi bilinen standart çözelti (asit veya baz) bürete doldurulur, derişimi bilinmeyen asit veya baz çözeltisine yavaş yavaş eklenerek nötrale edilir. Bu işleme **titrasyon** denir.
- **Enstrümantal Analiz:** Analitik cihazların tek veya birkaçının bir arada kullanıldığı analiz yöntemlerinin genel adıdır. Gelişmişlik düzeyine bağlı olarak veriler bilgisayar tarafından işlenir. Genellikle elektrik elektronik ve / veya ışık etkileşimli cihazlardır. Örneğin; potansiyometre, kondüktivimetre, spektrofotometre ve alev fotometresi.

3.1.2. Volümetrik Analiz

Volümetrik analizlerde miktarı bulunacak madde ile derişimi kesin olarak bilinen standart çözeltinin titrasyon işlemi yapılarak hacminin belirlenmesi esasına dayanan yöntemdir. Tepkimede harcanan standart çözelti miktarından aranılan madde miktarı tespit edilir.

Standart çözelti bürete doldurulup miktarı belirlenecek maddenin bulunduğu çözeltiye ilave edilerek harcanan miktar hacim olarak ölçülür. Ölçülen hacim, formülde yerine konularak aranılan madde miktarı belirlenir.

Bürete doldurulan standart çözeltiye **titrasyon çözeltisi (ayarlı çözelti)** de denir. Titrasyon çözeltisindeki çözünmüş madde ile numune çözeltisindeki aranılan madde arasında gözle görünen ani ve belirli bir reaksiyon oluşur. Bu reaksiyondan yararlanarak aranılan madde miktarı şu şekilde tayin edilir: Standart çözeltiden, numune çözelti içindeki maddenin tamamı reaksiyona girecek kadar ilave edilir. Genellikle indikatör kullanılarak titrasyonun sonu belirlenir. Tepkimenin sona erdiği bu noktaya **eş değerlik noktası** denir. Eş değerlik noktasında, harcanan titrasyon çözeltisindeki madde miktarı, tayin edilecek madde miktarına eş değer olur. Bu nokta, kimyasal olarak tayin edilemeyen teorik bir noktadır. Bunun yerine fiziksel değişimin gözlemlendiği **dönüm noktası** belirlenir. Standart çözeltinin konsantrasyonu kesin olarak bilindiğine göre buradan aranılan madde miktarı bulunur ve bu işlemler titrasyon olarak nitelendirilir.

Bir tepkimenin volümetrik analizde kullanılabilmesi için aşağıdaki koşulları taşıması gerekir:

- Tayini yapılacak madde ile standart madde arasındaki reaksiyon hızlı olmalıdır. Tepkimenin yavaş olması durumunda ortamda diğer maddeler ile istenmeyen bazı reaksiyonlar gerçekleşebilir.
- Tepkime belirli olmalı, yani aynı şartlar altında aynı sonucu vermelidir. Tek ve basit bir denklemle gösterilir.
- Çözeltide bulunan diğer maddelerin tepkimenin gidişini ve analiz sonucunu bozucu etkileri olmamalıdır.
- Tepkime (titrasyon) sonu kesin olarak belirlenmeli, eğer eş değerlik noktası belirlenemiyorsa indikatör kullanılmalıdır.

Volümetrik analiz yöntemleri dörde ayrılır ve dört temel titrasyon çeşidi vardır:

- **Asit-baz titrasyonları:** Ayarlı bir asit çözeltisi kullanarak bir bazın konsantrasyonunun belirlenmesi için titre edilmesine **alkalimetri** denir. Ayarlı bir baz çözeltisi kullanarak bir asidin konsantrasyonunun belirlenmesi için titre edilmesine **asidimetri** denir. Yapılan bu titrasyonlara **asit-baz titrasyonları** denir. Örnek olarak ayarlı bir NaOH çözeltisi ile H₂SO₄ konsantrasyonu tayinine **asidimetri**, ayarlı bir HCl çözeltisi ile NaOH konsantrasyonu tayinine **alkalimetri** denir.



- **Yükseltgenme-indirgenme (redoks) titrasyonları:** Derişimi tam olarak bilinen çözelti ile derişimi tayin edilecek çözelti arasında gerçekleşen yükseltgenme-indirgenme reaksiyonlarına dayanan titrasyona **yükseltgenme-indirgenme titrasyonu** denir. Yükseltgenme bir maddenin elektron kaybetmesi, indirgenme ise elektron kazanmasıdır. Bir tepkimede yükseltgenme varsa onun yanında mutlaka indirgenme de vardır. Çözeltide elektronlar serbest kalmaz, ancak bir maddeden diğerine geçer.
- **Çöktürme titrasyonları:** Derişimi tayin edilecek çözelti ile derişimi tam olarak bilinen çözeltinin titrasyonunda az çözünür tuz oluşumuna **çöktürme titrasyonları** denir. Tepkimeye giren ve çıkan madde miktarları aynı olmalı (Stokiyometrik tepkime) ve standart çözelti ilavesinde tepkime hızla dengeye gelmelidir.
- **Kompleksometrik titrasyonlar:** Kompleks (birden fazla bileşikten oluşan) oluşturmak amacıyla yapılan titrasyonlara **kompleksometri titrasyonları** denir.

3.1.3. Volümetrik Analizde Kullanılan Kavramlar

Ayarlı çözelti, titrasyon, geri titrasyon, eş değerlik noktası ve dönüm noktası volümetrik analizde sıklıkla karşılaşılan terimlerdir.

3.1.3.1. Ayarlı Çözelti

Volümetrik analizlerde derişimi tam olarak bilinen çözeltiye **ayarlı çözelti** denir. Çözeltinin derişiminin tam olarak belirlenmesi için yapılan işleme ise **o çözeltinin ayarlanması** denilmektedir.

Volümetrik analizlerde, çözeltiyi ayarlayabilmek için kullanılan saf maddeye **birincil (primer) standart madde** denir. Örneğin; 0,1 N NaOH çözeltisinin faktörü, birincil standart madde olan oksalik asit ($H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$) veya potasyum asit ftalat ($KHC_8H_4O_4$) ile ayarlanır.

$$T = \frac{F \times S \times N \times E}{1000} \text{ eşitliğinden; } F = \frac{T \times 1000}{S \times N \times E}$$

F: Volümetrik faktör

T: Aranılan madde miktarı

S: Titrasyon için harcanan ayarlı çözelti sarfiyatı (ml)

N: Ayarlı çözeltinin yaklaşık normalitesi (NaOH için 0,1 Normal)

E: Örneğin eş değer ağırlığı (Oksalik asit için eş değer ağırlık = $M_a/T_d = 126/2 = 53$ g Potasyum asit ftalat için eş değer ağırlık: 204,2373g)

Örnek: Derişimi yaklaşık 0,1 N olan NaOH çözeltisinin faktörünü ayarlamak için 0,1715 g (etüvde 100–110 °C'de kurutulmuş olan) oksalik asit dihidrattan ($H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$) tartılıyor. Yaklaşık 100 ml saf suda çözündürerek çözelti hâline getirilip 1-2 damla metil oranj indikatörü ilave ediliyor. Ayarlanacak NaOH çözeltisi ile çözelti rengi kırmızı oluncaya kadar titre ediliyor. Titrasyonda 26,8 ml NaOH çözeltisi harcandığına göre faktör nedir? $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O = 126$ g/mol; $T_d=2$

Çözüm:

$$F = \frac{T \times 1000}{S \times N \times E} = \frac{0,1715 \times 1000}{26,8 \times 0,1 \times 126/2} = 1,2074 \rightarrow F = 1,2074$$





Çözelti ayarlamada saf madde yerine ayarı belli başka bir çözelti kullanılmış ise bu çözeltiliye **ikincil (sekonder) standart çözelti** denir. Ayarlı bir asit çözeltisi (HCl) ile bir baz çözeltisinin (0,1 N NaOH) normalitesinin bulunması örnek olarak verilir. Yapılan titrasyon sonunda aşağıdaki formülde yaklaşık 0,1 N NaOH'in gerçek normalitesi bulunur.

$$N_{\text{NaOH}} = \frac{N_{\text{HCl}} \times V_{\text{HCl}}}{V_{\text{NaOH}}}$$

N_{NaOH}	: NaOH'in kesin normalitesi
V_{NaOH}	: Titrasyonda harcanan NaOH'in hacmi
V_{HCl}	: Titrasyonda harcanan HCl'in hacmi
N_{HCl}	: Normalitesi kesin bilinen HCl

3.1.3.2. Titrasyon ve Geri Titrasyon

Derişimi bilinen bir çözeltinin, belirli hacimdeki derişimi tayin edilecek çözelti ile eş değerlik noktasına kadar tepkimeye sokulmasına **titrasyon**, yapılan işleme **titre etmek** denir.

Titrasyon işleminde derişimi bilinen ve bilinmeyen çözeltilerin belirli hacimleri tepkimeye sokulur. Derişimi bilinmeyen çözelti erlene konulup birkaç damla indikatör damlatılır, derişimi bilinen çözelti ise bürete doldurularak analizi yapılacak çözeltiye damla damla ilave edilir. Analiz çözeltisinin bulunduğu erlen çalkalanır ve renk değişimi gözlemlendiği anda titrasyon sonlandırılır (Görsel 3.1).

Numune çözeltisi ile ayarlı çözelti arasındaki tepkime çok yavaş gerçekleşiyorsa numune çözeltisine ayarlı çözeltilerden bir miktar daha eklenir. Ayarlı çözeltinin bir kısmı numune çözeltisi ile tepkimeye girer, tepkimeye girmeyen kısmı ise başka bir ayarlı çözelti ile titre edilir. Sonrasında numune çözeltisi ile tepkimeye giren standart çözelti miktarı bulunur. Bu işleme **geri titrasyon** adı verilir.



Görsel 3.1: Titrasyon işlemi

3.1.3.3. Eş Değerlik ve Dönüm Noktası

Titrasyonda derişimi bilinen ayarlı çözeltinin, derişimi tayin edilecek çözeltiyi tam olarak tükettiği noktaya **eş değerlik noktası** denir. Eş değerlik noktasını belirlemek için kullanılan indikatörün renginin değiştiği andaki noktaya **dönüm noktası** denir.

Bir titrasyonda eş değerlik noktası ile dönüm noktası aynı olabileceği gibi farklı da olabilir. Örneğin fenolftaleyn indikatöründe pembe renk görüldüğü noktada pH yaklaşık 8,2 iken eş değerlik noktasında pH 7,0'dır. Eş değerlik noktası ile dönüm noktası arasında oluşan hacimsel farka **titrasyon hatası** denir. Bu hacimsel farkın mümkün olduğunca az olması gerekir.

3.1.4. İndikatör

Titrasyonda eş değerlik noktasını veya eş değerlik noktasına en yakın noktayı belirlemek için kullanılan, çözeltinin rengini değiştiren maddelere **indikatör** denir. İndikatör titrasyona şu şekilde etki eder; çözeltinin rengini değiştirir, çözeltiyi çöktürür, renkli çökelek oluşturur, çökeleğin rengini başka bir renge dönüştürür. Genellikle analiz çözeltisi içine dönüm noktasını görebilmek için 1-2 damla indikatör eklenir. Ayarlı çözelti



olarak kullanılan potasyum permanganatın ($KMnO_4$) kendisi renklidir ve titrasyonda ayrıca bir indikatör kullanmaya gerek yoktur.

İndikatörlerin özellikleri ve kullanım alanlarına göre en çok üç tipi vardır. Bunlar:

- Asit-baz titrasyonlarında kullanılan indikatörler
- Çöktürme ve kompleksleştirme titrasyonlarında kullanılan indikatörler
- Yükseltgenme-indirgenme titrasyonlarında kullanılan indikatörler

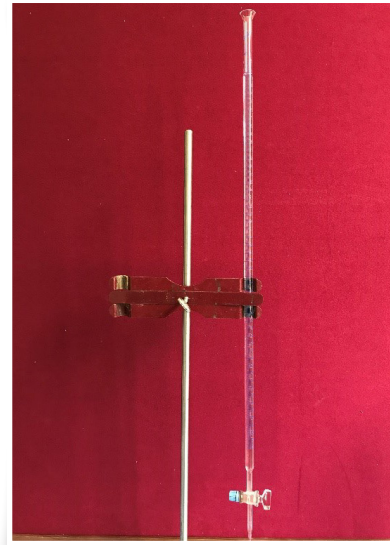
Bazı indikatörlerin hazırlanışları aşağıda verilmiştir:

- **% 1'lik Fenolftalein:** 1,0 g fenolftalein, % 95'lik etil alkolde çözündürülür ve % 95'lik etil alkolle hacmi 100 ml'ye tamamlanır. Başlangıçta renksizken 8,3-10,0 pH arasında renk pembeye dönüşür.
- **% 0,04'lük Metil oranj:** 0,04 g metil oranj 20 ml % 95'lik etil alkolde çözündürülür, 100 ml'lik balon jofeye aktararak saf su ile hacmi tamamlanır. 2,9-4,6 pH arasında renk kırmızıdan sarıya dönüşür.
- **% 0,01'lik Metil Kırmızısı:** 0,01 g metil kırmızısı, 38 ml 0,05 N NaOH ve 2 ml % 95'lik etil alkolde ısıtılarak çözündürülür. Çözünme tamamlandıktan sonra üzerine 50 ml % 95'lik etil alkol katılır. 100 ml'lik balon jofeye aktararak saf su ile hacmi tamamlanır. 4,2-6,3 pH arasında renk kırmızıdan sarıya dönüşür.

3.1.5. Volümetrik Analizde Kullanılan Araç Gereçler

Volümetrik analizlerde balon jofe, büret, pipet ve mezür kullanılmaktadır.

- **Balon jofeler:** Ayarlı çözeltilerin ya da belli derişimdeki çözeltilerin hazırlanmasında kullanılan altı düz ve boyunlu cam malzemelerdir. 25, 50, 100, 250, 500 ve 1 000 ml'lik hacimlerde balon jofeler vardır. Balon jofeler kapaklıdır ve ince boyun kısımlarında kabın ölçü çizgisi net olarak belirtilmiştir. Balon jofenin içine konulan sıvının sıcaklığı balon jofe üzerinde belirtilen sıcaklıkta olmalıdır. Bu sıcaklık genellikle 20 °C'dir.
- **Büretler:** Bir ucunda musluk bulunan diğer ucu açık olan dereceli bir cam borudur. Cam ve otomatik olmak üzere iki farklı tipi olup 25, 50 ve 100 ml'lik hacimlerde çözelti alabilen çeşitleri vardır (Görsel 3.2). Cam büretlerin musluğuna düzenli olarak vazelin sürülmelidir. Bu işlem sırasında musluk deliğinin tıkanmamasına dikkat edilmelidir. Çözelti bürete huni yardımıyla doldurulur. İçine konulacak çözelti ile büret birkaç defa çalkalanır. Büretin temizlenmesinde gerekli ise temizlik çözeltileri kullanılır.



Görsel 3.2: Dijital büret, düz büret





3.1.6. Titrasyon Öncesi Yapılan İşlemler

Titrasyona başlanmadan önce numune, kullanılacak çözelti, indikatör ve diğer malzemeler hazırlanmalıdır.

Bütün analizlerde olduğu gibi volümetrik analizlerde de numunenin hazırlanması çok önemlidir. Analiz edilecek maddenin özelliğine göre numune hazırlanır. Örneğin süt, meyve, meyve suyu, sirke, bitkisel ve hayvansal yağlar vb. yöntemine uygun olarak hazırlandıktan sonra analize geçilir.

Analizde kullanılacak standart çözelti, ayarlı çözelti ve indikatör analiz yöntemine göre hazırlanmalı ve uygun kaplara konulmalıdır. Ayarlı çözeltilerin derişimi, analize başlamadan önce kontrol edilmelidir. Analiz yöntemine uygun indikatör seçilmelidir. Analizde kullanılacak büret, pipet, mezür, balon jöje gibi ölçü kapları doğru seçilmeli ve temizlik kontrolleri yapılmalıdır.

Analiz çözeltisi, ayarlı çözelti ve indikatör hazırlandıktan sonra titrasyon düzeneği kurulur. Bürete bir miktar ayarlı çözelti konulup çalkalandıktan sonra boşaltılır ve huni kullanılarak sıfır çizgisinin biraz üstüne kadar ayarlı çözelti ile doldurulur (Görsel 3.3). Daha sonra büretin musluğu yavaşça açılarak sıfır çizgisine (menisküs çizgisine dikkat ederek) gelinceye kadar damla damla behere boşaltılır. Büretin ucundaki damla behere dokundurularak alınır. Büretin ucunda hava kalmamasına dikkat edilmelidir.



Görsel 3.3: Büretin sıfır çizgisi kontrolü

Numuneden gerekli miktarda erlene konulur ve üzerine birkaç damla indikatör eklendikten sonra titrasyona başlanır.



UYGULAMA YAPRAĞI 1

TİTRASYON ÖNCESİ HAZIRLIKLAR

AMAÇ:

Titrasyon işleminde kullanılan araç gereç ve kimyasalları hazırlamak.

1.1. Kullanılacak Araç, Gereç ve Kimyasallar

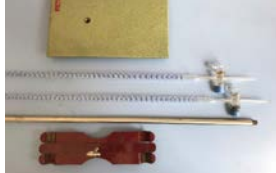
- Büret tablası
- Statif
- Kıskaç
- Büret
- Balon joje
- Analitik terazi
- Erlen
- Pipet
- Piset
- Tartı kabı, tartım fırçası
- Pastör pipeti
- NaOH
- Fenolftalein
- Metil oranj
- Okzalik asit
- Saf su

1.2. İşlem Basamakları



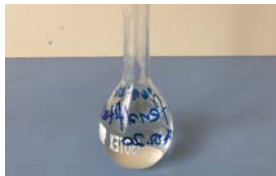
Laboratuvar önlüğünü giyiniz.

- Önlüğünüzü laboratuvar dışında giyip çıkarınız.



Uygun büret seçip bağlantı parçalarını hazırlayınız.

- Büret tablası, statif ve kıskaçı tezgâhın üzerinde bulundurunuz.



% 1'lik fenolftalein hazırlayınız.

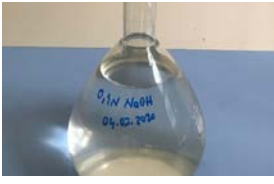
- Yeteri kadar fenolftalein tartıp % 95'lik etil alkolde çözüp hacmini tamamlayınız.



% 0,04'lük metil oranj indikatörü hazırlayınız.

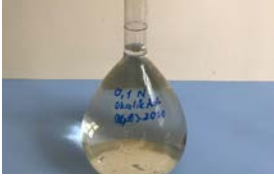
- Tartım kurallarına uyarak yeterli miktarda metil oranj tartınız.
- Metil oranji balon jojeye aktarıp saf su ile hacmini tamamlayınız.





Standart çözelti olarak 0,1 N oksalik asit hazırlayınız.

- Tartım kurallarına uyarak yeterli miktarda oksalik asit tartınız.
- Oksalik asiti balon jöjeye aktarıp saf su ile hacmini tamamlayınız.



Ayarlı çözelti olarak 0,1 N NaOH hazırlayınız.

- $N = \frac{m \times Td}{M_A \times V}$ formülünü kullanarak NaOH miktarını belirleyiniz.
- NaOH'i balon jöjeye aktarıp saf su ile hacmini tamamlayınız.



Standart çözelti ile ayarlı çözeltiyi titre ediniz.

- 1-2 damla metil oranj damlatınız.
- Harcanan ayarlı çözelti miktarını formülde yerine koyarak ayarlı çözeltinin faktörünü hesaplayınız.

1.3. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Derişimi 0,5 N olan NaOH çözeltisi nasıl hazırlanır?

KONTROL LİSTESİ

Bu deney kapsamında yaptığınız çalışma öğretmeniniz tarafından aşağıdaki kontrol listesine göre değerlendirilecektir.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Büreti, büret bağlantı parçalarını, balon jöjeleri ve erleni hazırladı mı?		
2. Kullanılacak kimyasalları tartıp çözeltileri hazırladı mı?		
3. Standart çözelti ile ayarlı çözeltiyi titre etti mi?		
4. Formül kullanarak ayarlı çözeltinin faktörünü hesapladı mı?		
5. Çözeltileri uygun dolaplara yerleştirdi mi?		



SONUÇ

(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH .../.../20...	
	DEĞERLEN- DİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	TEMİZLİK DÜZENİ	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
ADI-SOYADI							
NUMARASI	ALANLARA VERİLEN PUAN	30	50	10	10	100	
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI	TAKDİR EDİLEN PUAN						





UYGULAMA YAPRAĞI 2

BÜRETİ KULLANIMA HAZIRLAMA

AMAÇ:

Titrasyon yapmadan önce büreti kullanıma hazırlamak.

1.1. Kullanılacak Araç, Gereç ve Kimyasallar

- Büret tablası
- Statif
- Kıskaç
- Büret
- Vazelin

1.2. İşlem Basamakları



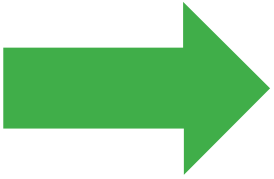
Laboratuvar önlüğünü giyiniz.

- Önlüğünüzü laboratuvar dışında giyip çıkarınız.



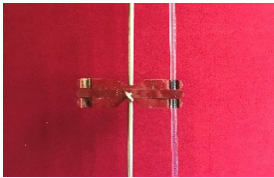
Büretin temizliğini kontrol ediniz.

- Temiz değilse temizleme sıvıları ile temizleyiniz.



Büretin musluğunu kontrol ediniz.

- Büretin musluğu sıvı kaçırıyorsa musluğa vazelin sürünüz.



Titrasyon düzeneğini hazırlayınız.

- Statifi tablaya vidalayınız.
- Statife kıskaçı vidalayınız.
- Büreti kıskaçta tutturunuz.

1.3. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Büret kullanılırken nelere dikkat edilmelidir? Tartışınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu deney kapsamında yaptığınız çalışma öğretmeniniz tarafından aşağıdaki kontrol listesine göre değerlendirilecektir.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Büretin temizliğini kontrol etti mi?		
2. Büretin musluğunu kontrol etti mi?		
3. Titrasyon düzeneğini hazırladı mı?		

SONUÇ

(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH .../.../20...	
	DEĞERLENDİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	TEMİZLİK DÜZENİ	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
ADI-SOYADI							
NUMARASI	ALANLARA VERİLEN PUAN	30	50	10	10	100	
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI	TAKDİR EDİLEN PUAN						





UYGULAMA YAPRAĞI 3

NUMUNEYİ TİTRASYONA HAZIRLAMA

AMAÇ:

Numuneyi titrasyona hazırlamak.

1.1. Kullanılacak Araç, Gereç ve Kimyasallar

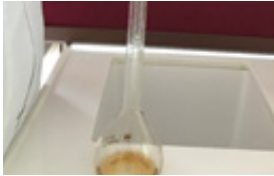
- Pipet
- Erlenmayer
- Balon joje
- Huni
- Sirke
- Saf su
- Puar

1.2. İşlem Basamakları



Laboratuvar önlüğünü giyiniz.

- Önlüğünüzü laboratuvar dışında giyip çıkarınız.



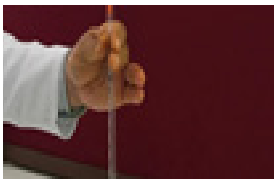
Balon jojeye yaklaşık 25 ml sirke numunesi koyunuz.

- Numune miktarını kaydetmeyi unutmayınız.



Saf su ile sirkenin rengi açılıncaya kadar seyreltiniz.

- Sirkeyi uygun hacimde balon jojeye koyup saf su ile hacmini tamamlayınız.



10 ml analiz çözeltisini erlene aktarınız.

- Pipeti göz hizasında tutup menisküs çizgisine dikkat ediniz.

1.3. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Bir meyve suyu örneğinin analize nasıl hazırlandığını araştırınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu deney kapsamında yaptığınız çalışma öğretmeniniz tarafından aşağıdaki kontrol listesine göre değerlendirilecektir.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Analiz öncesi kullanılacak malzemeleri hazırladı mı?		
2. Balon jöjeye 25 ml sirke koyup hacmini litreye tamamladı mı?		
3. Erlene 10 ml analiz çözeltisi aktardı mı?		

SONUÇ

(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH .../.../20...	
	DEĞERLEN- DİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	TEMİZLİK DÜZENİ	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
ADI-SOYADI							
NUMARASI	ALANLARA VERİLEN PUAN	30	50	10	10	100	
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI	TAKDİR EDİLEN PUAN						





UYGULAMA YAPRAĞI 4

BÜRET KULLANIMI

AMAÇ:

Büreti tekniğine uygun olarak kullanmak.

1.1. Kullanılacak Araç, Gereç ve Kimyasallar

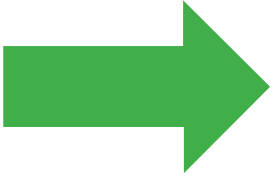
- Pipet
- Puar
- Büret
- Beher
- Huni
- Erlen
- 0,1 N NaOH ayarlı çözeltisi
- % 1'lik fenolftalein indikatörü
- Saf su

1.2. İşlem Basamakları



Laboratuvar önlüğünü giyiniz.

- Önlüğünüzü laboratuvar dışında giyip çıkarınız.



Analiz çözeltisine 2-3 damla fenolftalein indikatörü damlatınız.

- İndikatörü çözeltiliye fazla ilave etmekten kaçınınız.



Büreti 0,1 N sodyum hidroksit çözeltisi ile sıfır çizgisinin üstünde doldurunuz.

- Büreti doldurmadan önce sodyum hidroksit çözeltisi ile çalkalamayı unutmayınız.



Büretteki çözeltiden bir miktar akıtarak büretin ucunda kalan hava boşluğunu alınız.

- Titrasyona başlamadan büretin ucunda hava boşluğu olup olmadığını kontrol ediniz.
- Hava boşluğu varsa musluğu hızlıca açıp kapatarak gideriniz.



Büretteki sodyum hidroksit çözeltisinin hacmini sıfır çizgisine ayarlayınız.

- Menisküs çizgisine göz hizasında bakmaya dikkat ediniz.

1.3. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Titrasyon işleminde neden indikatör ilave edilir? Tartışınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu deney kapsamında yaptığınız çalışma öğretmeniniz tarafından aşağıdaki kontrol listesine göre değerlendirilecektir.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Analiz öncesi kullanılacak malzemeleri ve kimyasalları hazırladı mı?		
2. 0,1 N sodyum hidroksit çözeltisini büretin sıfır çizgisinin üstünde kadar doldurdu mu?		
3. Büretin ucundaki havayı alıp hacim çizgisini sıfıra ayarladı mı?		
4. Analiz çözeltisine 2-3 damla fenolftalein indikatörü damlattı mı?		

SONUÇ

(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH .../.../20...	
	DEĞERLENDİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	TEMİZLİK DÜZENİ	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
ADI-SOYADI	ALANLARA VERİLEN PUAN	30	50	10	10	100	
NUMARASI	TAKDİR EDİLEN PUAN						
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI							





AMAÇ

Tekniğine uygun titrasyon yapmak.

GİRİŞ

Titrasyon yapabilmek için öncelikle titre etmek ve titrasyonda dikkat edilecek noktalar hakkında bilgi edinilmesi gerekir.



HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Titrasyon yaparken dikkat edilmesi gereken konuları araştırıp sınıfta paylaşınız.
2. Eş değerlik noktası ve dönüm noktası nasıl tespit edilir? Araştırınız.

3.2. TİTRASYON

3.2.1. Titre Etmek

Değişimi bilinmeyen belirli hacimdeki çözelti erlen içine, değişimi bilinen çözelti bürete konur. Bu çözeltilerin indikatör eşliğinde tepkimeye sokulması işlemine **titre etmek (titrasyon)** denir. Titrasyon öncesi hazırlıklar tamamlandıktan sonra titrasyon işlemine başlanır.

Görsel 3.4'te görüldüğü gibi erlen sağ elle, büret musluğu sol elle tutulur. Büretin uç kısmı erlenin içine gelecek şekilde sol elle musluk açılır ve ayarlı çözelti damla damla ilave edilir. Damlalar düştüğünde erlen dairesel hareketlerle çalkalanarak çözeltiler karıştırılır. Analiz çözeltilerinde renk değişimi gözlemlendiği anda büret musluğu kapatılır. Oluşan rengin sabitlenmesi için bir süre beklenir. Renkte açılma olmuşsa titrasyona kalıcı renk oluşuncaya kadar devam edilir. İndikatörün vermesi gereken renk oluştuğu anda titrasyon sonlandırılır (Görsel 3.5).

Bazı analizlerde ayarlı çözelti ile örnek arasındaki tepkimenin yavaş olması ya da ayarlı çözeltilerin kararsız olması durumunda geri titrasyon yapılır. Ayarlı çözeltilerin aşırısı örnek üzerine ilave edilerek ikinci bir ayarlı çözelti ile titre edilir. Hesaplama fazla ilave edilen ayarlı çözelti göz önünde bulundurularak yapılır.



Görsel 3.4: Büret musluğu ve erlenin tutuş şekli

3.2.2. Eş Değerlik veya Dönüm Noktasının Belirlenmesi

Titrasyonun sonlandığı nokta, eş değerlik noktası veya dönüm noktasının tespit edilmesiyle bulunur. Ayarlı çözeltilerin titre edilen çözeltiyi tam olarak tükettiği noktaya **eş değerlik noktası** denir. Eş değerlik noktasını belirlemek için kullanılan indikatörün renginin değiştiği andaki noktaya **dönüm noktası** denir.

Kuvvetli bir asitle kuvvetli bir bazın titrasyonunda pH'nın 7 olduğu nokta eş değerlik noktasıdır. Örneğin demirin, permanganatla titre edilmesi sırasında ortamdaki demirin tamamının permanganatla tepkimeye girdiği nokta eş değerlik noktasıdır. Eş değerlik noktası belli bir stokiometrik eşitliğe dayandığından teorik olarak hesaplanabilir.

Ayarlı bir baz çözeltisi ile asit çözeltisinin titrasyonunda genellikle fenolftaleyn indikatör olarak kullanılır. Baz çözeltisi büretten damlatıldığında damlanın düştüğü yerde kırmızı renk oluşur ancak bu dönüm noktası değildir. Erlen çalkalandığında renk kaybolur. Titrasyona devam edildiğinde damlatılan bazın bütün çözeltiyi kırmızı rengine boyadığı nokta dönüm noktasına örnektir. Dönüm noktasında pH yaklaşık 8,2 iken eş değerlik noktasında pH 7'dir. Bu nedenle eş değerlik noktası ile dönüm noktası farklıdır.

İndikatör kullanılmayan permanganometrik demir tayininde numunedeki demir (II)'nin tamamı demir (III)'e yükseltgendikten sonra (eş değerlik noktası) ayarlı potasyum permanganat (KMnO₄) çözeltisinin bir damla fazlası çözeltiyi pembe rengine çevirir. Bu titrasyonda eş değerlik ve dönüm noktası aynıdır.



Görsel 3.5: Titrasyon

3.2.3. Titrasyon Yaparken Dikkat Edilecek Noktalar

- Çözelti hazırlama ve ayarlama işlemlerinde ortam sıcaklığı, ölçümde kullanılan cam malzemelerin üzerinde yazılı olan sıcaklık ile aynı olmalıdır.
- Çözeltiler hazırlanıp ayarlandıktan sonra etiketlenmeli, sıcakta veya güneş ışığında bırakılmamalı, ağzı sıkıca kapatılmalı ve kullanılmadan önce çalkalanmalıdır.
- Uygun indikatör seçilmeli ve yeterli miktarda ilave edilmelidir.
- Büretin musluğu kontrol edilmeli, akıtıyorsa vazelin sürülmelidir.
- Büret ayarlı çözelti ile birkaç kez çalkalandıktan sonra doldurulmalıdır.
- Büretin uç kısmında hava boşluğu olmamasına dikkat edilmelidir. Büretin ucundaki damlaya beher dokundurularak alınmalıdır.
- Titrasyonda kullanılan erlenin hacmi, titrasyon sonunda birikeceği tahmin edilen çözeltinin hacminin en az iki katı olmalıdır.
- Titrasyon çözeltisi büretten damla damla akıtılırken erlendeki titre edilen çözelti devamlı karıştırılmaktadır.
- Titrasyon sonucunda oluşan renk değişimi 5 saniye kalıcı olmalı ve titrasyon mümkün olduğunca beyaz zeminde yapılmalıdır.
- Titrasyon sonunda harcanan ayarlı çözelti miktarı 5-10 saniye sonra okunmalıdır.
- Analiz sonunda bürette kalan ayarlı çözelti ana şişeye tekrar konmamalı, atık şişesinde biriktirilmelidir.





UYGULAMA YAPRAĞI 1

TİTRASYON YAPMA

AMAÇ:

Numuneyi titre etmek, çözeltildeki renk dönüşümünü gözlemlemek ve renk dönüşümünü tespit etmek.

1.1. Kullanılacak Araç, Gereç ve Kimyasallar

- Titrasyon düzeneği
- Erlenmayer
- Numune çözeltisi

1.2. İşlem Basamakları



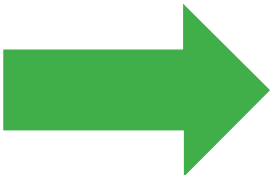
Laboratuvar önlüğünü giyiniz.

- Önlüğünüzü laboratuvar dışında giyip çıkarınız.



Erleni büret musluğunun altına getiriniz.

- Erlen sağ, musluğu sol elinizle tutunuz.
- Büretin ucunun erlenin ağzının ortasında olmasına dikkat ediniz.



Büretin musluğunu açarak ayarlı çözeltiyi damla damla ilave ediniz.

- Musluğu yavaşça açıp damla damla akmasını sağlayınız.



Titrasyon süresince erleni çalkalayınız.

- Erleni dairesel hareketlerle döndürerek çalkalayınız.
- Çözeltiyi dışarı sıçratmayınız.



Ayarlı çözeltiyi numune çözeltisinin rengi pembe oluncaya kadar ilave ediniz.

- Oluşan pembe renk 5 saniye içinde kaybolmazsa titrasyonu bitiriniz.
- Eğer renk kayboluyorsa titrasyona devam ediniz.

1.3. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Titrasyon sürecinde karşılaştığınız zorluklar nelerdir? Anlatınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu deney kapsamında yaptığınız çalışma öğretmeniniz tarafından aşağıdaki kontrol listesine göre değerlendirilecektir.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Analiz öncesi hazırlıkları yaptı mı?		
2. Erleneki numune çözeltisini büret musluğunun altına getirdi mi?		
3. Ayarlı çözeltiyi damla damla ilave ederek erleni çalkaladı mı?		
4. Ayarlı çözeltiyi numunenin rengi pembe olana kadar ilave etti mi?		
5. Rengin sabit kaldığını gözlemleyerek yeterli süre bekledi mi?		

SONUÇ

(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH .../.../20...	
	DEĞERLEN- DİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	TEMİZLİK DÜZENİ	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
ADI-SOYADI							
NUMARASI	ALANLARA VERİLEN PUAN	30	50	10	10	100	
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI	TAKDİR EDİLEN PUAN						





AMAÇ

Tekniğine uygun titrasyon sonrası işlemleri yapmak.

GİRİŞ

Titrasyon sonrası işlemleri yapabilmek için harcanan çözeltinin okunması, aranan madde miktarının hesaplanması ve büret temizliği hakkında bilgi edinilmesi gerekir.



HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Titrasyondan sonra yapılacak işlemler nelerdir? Araştırınız.
2. Volümetrik analiz sonucu nasıl hesaplanır? Araştırınız.
3. Büret temizliğinde kullanılan yıkama çözeltileri nelerdir? Araştırınız.

3.3. TİTRASYON SONRASI İŞLEMLER

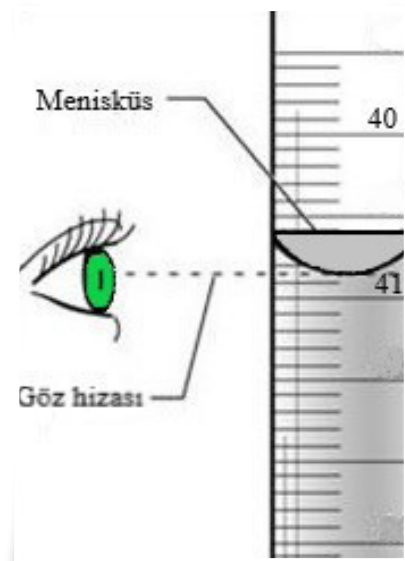
3.3.1. Harcanan Çözeltinin Okunması

Titrasyon tamamlandığında harcanan ayarlı çözeltinin doğru olarak okunması önemlidir. Titrasyon bittiğinde 5-10 saniye daha bekleyerek bütetin cidarındaki ince film hâlinde olan çözeltinin inmesi beklenmeli ve sonuç okunarak kaydedilmelidir.

Titrasyon bitiminde renksiz sıvılarda menisküsün alt seviyesi ile çakışan taksimat çizgisi, renkli sıvılarda ise menisküsün üst seviyesi ile çakışan taksimat çizgisi okunmalıdır. Bu işlemler sırasında göz ile sıvı aynı hizada olmalıdır (Görsel 3.6).

3.3.2. Hesaplama

Derişimi bilinmeyen çözeltideki madde miktarı aşağıdaki formülle hesaplanır.



Görsel 3.6: Büretin göz hizasında okunması

$$m = \frac{S \times N \times F \times E}{1000}$$

m = Aranan madde miktarı
S = Titrasyon için harcanan ayarlı çözelti hacmi (ml)
N = Ayarlı çözeltinin yaklaşık derişimi
F = Ayarlı çözeltinin faktörü
E = Aranan maddenin eş değer ağırlığı (MA/Td)

Örnek: 25 ml sirke örneği bir balon jojeye alınıp hacmi saf su ile 500 ml'ye tamamlanmıştır. Balon jojeden 30 ml alınıp faktörü 1,08 olan ve 0,5 N NaOH ile titre edilmiştir. Titrasyon sonunda 5,5 ml harcandığına göre sirkenin asetik asit miktarını g/l olarak bulunuz (MA:60, Td:1).

Çözüm:

$$m = \frac{S \times N \times F \times E}{1\ 000} = \frac{5,5 \times 0,5 \times 1,08 \times (60/1)}{1\ 000} = 0,1\ 782\ \text{g}$$

30 ml analiz çözeltisi kullanıldığına göre 500 ml sirke çözeltisinin asetik asit miktarını hesaplayacak olursak;

30 ml çözeltide	0,1782 g asetik asit varsa
500 ml çözeltide	X g asetik asit vardır.

$$X = \frac{500 \times 0,1\ 782}{30} = 2,97\ \text{g}$$

500 ml numune çözeltisinde 25 ml sirke bulunduğuna göre 1 000 ml sirkedeki asetik asit miktarını bulunuz.

25 ml sirkede	2,97 g asetik asit olduğuna göre
1 000 ml sirkede	X g asetik asit vardır.

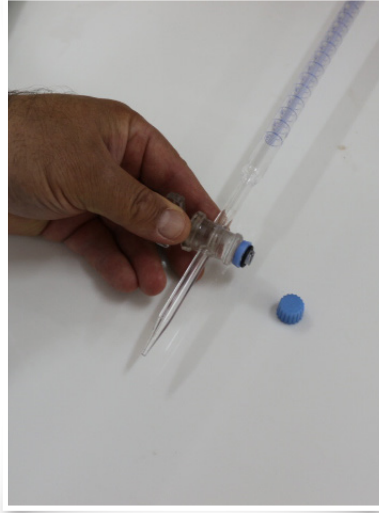
$$X = \frac{1\ 000 \times 2,97}{25} = 118,8\ \text{g/l asetik asit vardır.}$$

3.3.3. Büretlerin Temizliği ve Bakımı

Büret kullanılmadan önce temizlik kontrolü yapılmalı, içine su akıtıldığında su damlacıkları gözlenmemelidir (Görsel 3.7). Büret temizliği aşağıdaki şekilde yapılır:

- Büret önce musluk suyu ile durulanır. Ardından fırça yardımıyla deterjan veya kromik asit çözeltisi ile yıkanır.
- Büret içinden su akıtıldığında su damlacıkları kalıyorsa büret 1–2 saat kromik asit çözeltisinde bekletilir ve sonra sırası ile çişme suyu ve saf su ile durulanır.
- Pas gibi çıkmayan lekeler kral suyu ile temizlenir.
- Permanganat konulan büretler H₂SO₄ ile asitlendirilmiş FeSO₄ çözeltisiyle gümüş nitrat konulan büretler ise HNO₃ ile temizlenir.
- Büret musluk kısmından akıtıyorsa musluğa vazelin sürülür.
- Vazelin veya yağsı maddeler büretin ucunu tıkamışsa ince bir tel yardımı ile büret açılır.





Görsel 3.7: Büretin temizliği ve bakımı



ETKİNLİK

Başarıya ulaşmak için size göre aşağıdakilerden hangisi daha etkilidir? Nedenleriyle birlikte sınıfta tartışınız.

1. Şans
2. Genetik
3. Para
4. Zekâ
5. Kas gücü
6. İnanç



UYGULAMA YAPRAĞI 1

ANALİZ SONUCUNU HESAPLAMA

AMAÇ:

Volümetrik analiz sonucunu hesaplamak.

1.1. Kullanılacak Araç, Gereç ve Kimyasallar

- Titrasyon düzeneği
- Hesap makinası
- Kâğıt, kalem

1.2. İşlem Basamakları



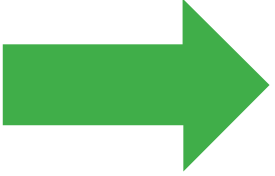
Laboratuvar önlüğünü giyiniz.

- Önlüğünüzü laboratuvar dışında giyip çıkarınız.



Harcanan sodyum hidroksit çözeltisi miktarını 5-10 saniye sonra okuyunuz.

- Sodyum hidroksit miktarını kaydediniz.
- Büreti göz hizasında ve menisküs çizgisine dikkat ederek okuyunuz.



Sirkede toplam asetik asit miktarını hesaplayıp deney raporunu yazınız.

- Hesaplamaları dikkatli yapınız.

1.3. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Bir sirke örneğinden 5 ml alınıp 100 ml'ye seyreltilmiştir. Bu çözeltilerden erlene 25 ml alınarak 0,1 normal NaOH çözeltisi ile titre edilmiştir. Titrasyonda 15,2 ml NaOH harcandığına göre sirke örneğindeki asetik asit miktarını g/ml olarak hesaplayınız (MA:60, Td:1, F:1).





KONTROL LİSTESİ

Bu deney kapsamında yaptığınız çalışma öğretmeniniz tarafından aşağıdaki kontrol listesine göre değerlendirilecektir.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Harcanan sodyum hidroksit çözelti miktarını 5-10 saniye sonra okudu mu?		
2. Harcanan NaOH miktarından çözeltideki asetik asit miktarını hesapladı mı?		
3. Sirkede toplam asetik asit miktarını hesapladı mı?		
4. Deney raporu yazdı mı?		

SONUÇ

(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH .../.../20...	
ADI-SOYADI	DEĞERLENDİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	TEMİZLİK DÜZENİ	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
NUMARASI	ALANLARA VERİLEN PUAN	30	50	10	10	100	
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI	TAKDİR EDİLEN PUAN						





UYGULAMA YAPRAĞI 2

BÜRET TEMİZLİĞİ

AMAÇ:

Büret temizliğini yapmak.

1.1. Kullanılacak Araç, Gereç ve Kimyasallar

- Saf su
- Büret
- Beher
- Büret temizleme fırçası
- Bulaşık deterjanı
- Kromik asit çözeltisi
- Vazelin

1.2. İşlem Basamakları



Laboratuvar önlüğünü giyiniz.

- Önlüğünüzü laboratuvar dışında giyip çıkarınız.



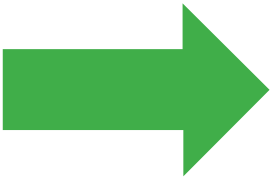
Bürette kalan sodyum hidroksit çözeltisini boşaltınız.

- Boşalttığınız çözeltiyi ana şişeye tekrar koymayınız. Atık şişesinde biriktiriniz.



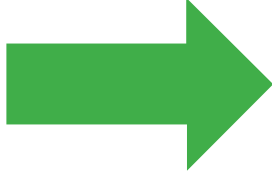
Büreti kısılacından çıkarıp çeşme suyu ile duruladıktan sonra bulaşık deterjanı ile yıkayınız.

- Büret fırçası kullanınız.

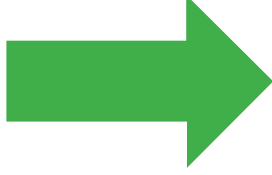


Çeşme suyu ile duruladıktan sonra kromik asit çözeltisi ile yıkayınız.





Çeşme suyu ile duruladıktan sonra saf su ile tekrar durulayınız.



Büret musluk kısmından akıyorsa musluğa vazelin sürünüz.
• Vazelin büretin ucunu tıkamışsa ince bir tel yardımıyla açınız.

1.3. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Permanganat ve gümüş nitrat konulan büretleri temizlemek için gerekli olan çözeltileri araştırınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu deney kapsamında yaptığınız çalışma öğretmeniniz tarafından aşağıdaki kontrol listesine göre değerlendirilecektir.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Bürette kalan sodyum hidroksit çözeltisini atık şişesine boşalttı mı?		
2. Büreti yıkama kurallarına uygun yıkadı mı?		
3. Büret musluğunu kontrol etti mi?		
4. Büret musluktan sıvı akıyorsa musluğa vazelin sürdü mü?		



SONUÇ

(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH .../.../20...	
	DEĞERLEN- DİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	TEMİZLİK DÜZENİ	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
ADI-SOYADI							
NUMARASI	ALANLARA VERİLEN PUAN	30	50	10	10	100	
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI	TAKDİR EDİLEN PUAN						





ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME ÇALIŞMALARI

A. AŞAĞIDA VERİLEN CÜMLELERDEN DOĞRU OLANLARIN YANINA "D", YANLIŞ OLANLARIN YANINA "Y" KOYUNUZ.

1. Bir maddenin hangi bileşenlerden (element veya bileşik) oluştuğunu bulmak amacıyla yapılan kimyasal analize nitel analiz denir.
2. Bir maddedeki bileşenlerin her birinin miktarını sayısal olarak bulmak amacıyla yapılan kimyasal analize nicel analiz denir.
3. Nitel analiz; gravimetrik, volümetrik ve enstrümantal analiz olmak üzere üçe ayrılır.
4. Erlen sol elle, büret musluğu sağ elle tutularak titrasyona başlanır.
5. Dönüm noktası, eş değerlik noktasını belirlemek için kullanılan indikatörün renginin değiştiği noktadır.
6. Büretin ucundaki damla bir peçete dokundurularak alınmalıdır.
7. Renksiz sıvılar menisküsün alt seviyesinden, renkli sıvılar ise menisküsün üst seviyesinden okunmalıdır.
8. Büret kullanılmadan önce içine su akıtıldığında çeperinde su damlacıkları gözlenmelidir.
9. Analiz sonunda bürette kalan ayarlı çözelti ana şişeye tekrar konmamalı, atık şişesinde biriktirilmelidir.

B. AŞAĞIDA VERİLEN CÜMLELERDE GEÇEN BOŞLUKLARI UYGUN KELİME YA DA KELİME GRUPLARI İLE DOLDURUNUZ.

1. Bir maddenin kimyasal bileşenlerine ayrılması ya da bileşenlerinden bir bölümünün niteliğini ve niceliğini inceleyen bilim dalına denir.
2. Derişimi tam olarak bilinen bir çözeltinin analizi yapılan madde ile reaksiyona giren miktarının ölçülmesi esasına dayanan nicel analiz yöntemine denir.
3. Tayini yapılacak madde ile standart madde arasındaki reaksiyon olmalıdır.
4. Derişimi bilinen bir çözeltinin, derişimi belirlenecek çözelti ile eş değerlik noktasına kadar tepkimeye sokulmasına, bu işleme denir.
5. eş değerlik noktasını veya eş değerlik noktasına en yakın noktayı belirlemek için kullanılan çözeltidir.
6. noktası ise eş değerlik noktasını belirlemek için kullanılan indikatörün renginin değiştiği noktadır.
7. Titrasyon sonucunda oluşan renk değişimi saniye kalıcı olmalıdır.
8. Büret musluk kısmından akıtıyorsa musluğa sürülür.
9. Bürette harcanan miktar okunurken sıvı ile aynı hizada olmalıdır.





ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME ÇALIŞMALARI

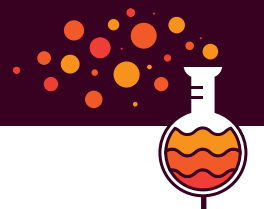
C. AŞAĞIDAKİ ÇOKTAN SEÇMELİ SORULARDA DOĞRU SEÇENEĞİ İŞARETLEYİNİZ.

- Aşağıdaki seçeneklerden hangisinde büret okumasında hata yapılmıştır?
 - Çözelti renksiz ise sıvı menisküsünün alt seviyesinden okunur.
 - Çözelti renkli ise sıvı menisküsünün üst seviyesinden okunur.
 - Göz sıvı ile aynı hizada olmalıdır.
 - Titrasyon bittiğinde 5-10 saniye sonra okuma yapılır.
 - Kalıcı pembe renk oluşmadan okuma yapılmalıdır.
- Aşağıdakilerden hangisi titrasyon yapılırken dikkat edilecek noktalardan **değildir**?
 - Çözeltiler hazırlanıp ayarlandıktan sonra etiketlenmelidir.
 - Uygun indikatör seçilmelidir.
 - Titrasyonda kullanılan erlenin hacmi, titrasyon sonunda birikeceği tahmin edilen çözeltinin hacminden az olmalıdır.
 - Büret, ayarlı çözelti ile birkaç kez çalkalandıktan sonra doldurulmalıdır.
 - Büretin uç kısmında hava boşluğu olmamasına dikkat edilmelidir.
- Aşağıdakilerden hangisi volümetrik analiz yöntemlerinden **değildir**?
 - Asit-baz titrasyonları
 - Gravimetrik titrasyonlar
 - Yükseltgenme-indirgenme titrasyonları
 - Çöktürme titrasyonları
 - Kompleksometrik titrasyonlar

D. AŞAĞIDAKİ AÇIK UÇLU SORULARI CEVAPLAYINIZ

- Bir tepkimenin volümetrik analizde kullanılması için hangi koşulları taşıması gerekir?



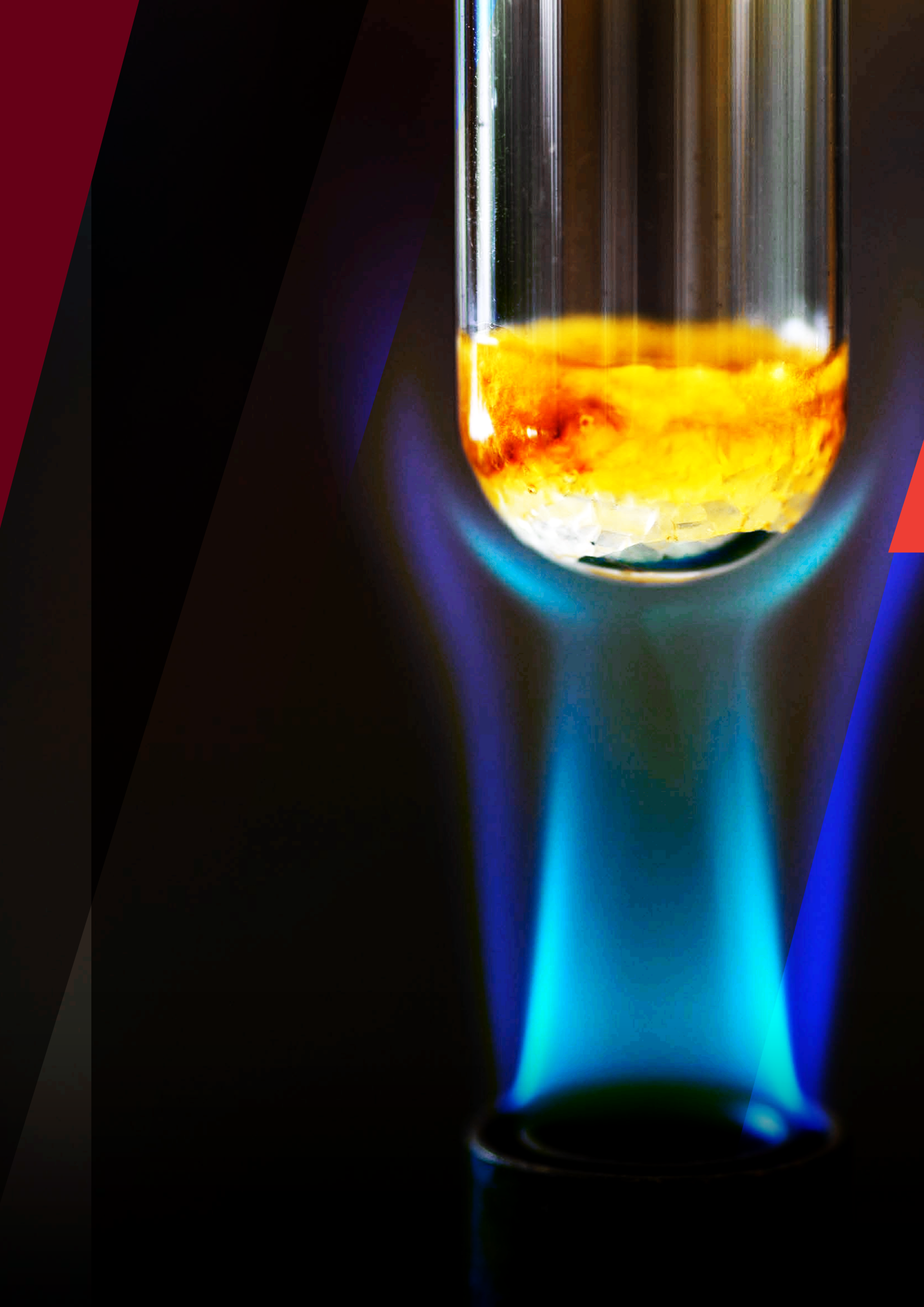


ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME ÇALIŞMALARI

2. Eş değelik ve dönüm noktası nedir? Birer örnekle açıklayınız.

3. Büret kullanılmadan önce temizlik kontrolü yapılmalıdır. Büret temizliği ve bakımı nasıl yapılır?





4. ÖĞRENME BİRİMİ



GRAVİMETRİK ANALİZ İŞLEMLERİ

NELER ÖĞRENECEĞİZ?

- 4.1. Numuneyi Çöktürme ve Dinlendirme
- 4.2. Çökeleği Süzme ve Yıkama
- 4.3. Çökeleği Kurutma
- 4.4. Çökeleği Yakma ve Kül Etme





AMAÇ

Tekniğine uygun olarak numuneyi çöktürmek ve dinlendirmek.

GİRİŞ

Gravimetrik analiz yönteminin ilk basamağı çöktürme işlemidir. Bu yüzden çöktürme işleminin doğru bir şekilde nasıl yapılacağıın bilinmesi gerekir.



HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Çöktürme işlemi günlük hayatta nerelerde kullanılır? Araştırınız.
2. Yöresel bir peynir türü olan çökeleğin nasıl üretildiğini araştırınız.

4.1. NUMUNİYİ ÇÖKTÜRME VE DİNLENDİRME

4.1.1. Gravimetrik Analiz

Analizi yapılacak olan maddenin, çözelti içinden çözünürlüğü çok az olan bir bileşik hâlinde çöktürülerek ayrılıp tartılarak miktarının belirlenmesi işlemine **gravimetrik analiz** denir.

Gravimetrik analiz, nicel analizin en önemli yöntemlerinden biridir. Bu yöntem temel olarak kütle ölçümünü esas alır.

Analizi yapılacak olan madde kendiliğinden veya uygun bir reaktif ile çözünürlüğü az olan bir bileşik hâlinde çöktürülür. Elde edilen çökelek, çözülden çeşitli yollarla alınarak sabit tartıma getirilir. Bu tartım sonucuna göre aranan maddenin miktarı hesaplanır.

4.1.2. Gravimetrik Analizin İşlem Basamakları

Gravimetrik analiz, numuneyi analize hazırladıktan (çözme) sonra aşağıdaki basamaklardan oluşur.

- Çöktürme
- Süzme
- Yıkama
- Kurutma
- Yakma
- Kül etme
- Tartım alma
- Analiz sonucu hesaplama

Analize hazırlık aşamasında, numuneden yeterli miktarda alınıp tartılarak bir beher içinde su veya uygun bir çözücü ile çözündürülür ve analiz çözeltisi hazırlanır. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, uygun bir çözücü seçilmesi ve seçilen çözücünün analiz edilecek maddenin yapısına zarar vermemesidir. Numuneyi çözme işleminden sonra çöktürme aşamasına geçilir.

4.1.3. Numuneyi Çöktürme

Çöktürme gravimetrik analizin ilk basamağıdır. Tartılan numune bir çözücü yardımı ile çözündürüldükten sonra tayin edilecek madde uygun bir reaktif ile çöktürülür. Bu reaktif sadece çöktürülmek istenen madde ile tepkimeye girmeli ve çökelek oluşturmalıdır.





Çöktürme sonucunda elde edilen çökeleğin çözünürlüğü çok az olmalıdır. Ayrıca çökelek saf ve iri taneli olarak elde edilmelidir. Çöktürme işlemi, numunenin çözündürülürken karıştırılması ve çözeltinin ısıtılması işlemleri sırasında kolaylık sağladığı için cam bir beher içinde yapılır.

İyi bir çökelek oluşturmak için çöktürücü reaktifin damla damla ilave edilmesi ve beherin sürekli olarak karıştırılması gerekir. Özel olarak belirtilmemişse çöktürme işlemi, çözelti ısıtılarak yapılır. Isıtma işlemi mutlaka kaynama noktasının altındaki bir sıcaklıkta yapılmalıdır.

Çözelti içine gereğinden fazla reaktif ilave edildiğinde oluşan çökelekler tekrar çözünür. Bunu engellemek için çökelek oluşumunun tamamlandığı düşünülürken çözelti bir süre bekletilir. Üstteki berrak kısma birkaç damla reaktif eklenerek bulanıklık olup olmadığına bakılır. Eğer bulanıklık oluşursa çöktürme işlemi tamamlanmamıştır. Bu durumda biraz daha reaktif eklenerek çözelti olgunlaştırılmak üzere dinlenmeye bırakılır.

4.1.3.1. Çökme Olayı

Çözelti içine uygun reaktif ilave edildiğinde çökelek oluşumu başlar. Çökelek oluşumunda ilk olarak çekirdekçik denilen küçük parçacıklar meydana gelir ve çökelekler çekirdekçikler etrafında büyür. Bu durum, yeni çekirdekçik oluşumundan daha kolaydır. Büyümenin sonunda ise iri çökelekler elde edilir.

Çözeltiye çöktürücü reaktif ilave ettikten sonra ilk çekirdekçik oluşumu biraz zaman alır. Bu süre her çökeleğin özelliğine göre değişebilir. Örneğin; $AgCl$ çökeleği kısa sürede çökerken $BaSO_4$ çökeleği daha uzun sürede çöker. Fakat işlem kolaylığı açısından bu durum göz önüne alınmaz ve çökmenin hemen başladığı kabul edilir.

4.1.3.2. Çökelekler ve Özellikleri

Çöktürme işlemi sonucunda oluşan çökeleğin belirli özelliklere sahip olması gerekir. Bu özellikler şunlardır:

- Çökeleğin çözünürlüğü az olmalı
- Çökelek istenilen irilikte olmalı
- Çökelek kolay süzülüp yıkanabilmeli
- Çökelek belirli bir bileşimde sabit tartıma getirilebilmeli
- Çökelek açık havada ve kısa sürede bozulmamalı, nem çekici olmamalı, uçucu olmamalı, ısı ve ışıkta etkilenmemeli
- Sadece aranan madde çökmüş olmalı.

4.1.3.3. Çökelek İriliği ve Saflığı

Çöktürme işlemi tamamlandıktan sonra çökelek ile çözelti arasında bir denge kurulur. Kurulan bu dengenin ardından elde edilen çökelek kristal ya da amorf (şekilsiz) hâldedir. Fiziksel hâli ne olursa olsun çökeleğin saf ve iri taneli olması istenir. İri taneli bir çökelek elde edebilmek için çöktürme koşulları ve çökeleği oluşturan iyonların özellikleri önemlidir. İyonların özelliklerine göre uygun şartlar sağlandığında saf, iri taneli ve kolay süzülebilir çökelekler elde edilir.

İri ve saf bir çökelek elde edebilmek için şu noktalara dikkat edilmelidir.

- **Çöktürmeyi hızlı yapmamak:** Çöktürme hızlı yapılırsa çok sayıda çekirdekçik oluşur. Bu durumda çözeltide denge kurulduğunda çekirdekçikler yeterince büyümemiş olur ve çökelek küçük kolloidal taneciklerden meydana gelir. Bu tanecikler gözle görülmez, süzgeç kâğıdından kolaylıkla geçer ve kütleli kayıp oluşur.
- **Seyreltik reaktif kullanmak:** Çöktürücü reaktifin seyreltik olması durumunda çözelti içinde aşırı doymuşluk oluşmayacağı için çökme hızlı bir şekilde gerçekleşmez.



- **Çöktürmeyi sıcak ortamda yapmak:** Genellikle çözünürlük sıcaklıkla artacağından çözeltiyi ısıtmak çöktürme işleminde aşırı doymuşlukları engeller. Böylece çökme işlemi yavaş gerçekleşir ve iri taneli çökelek oluşur.
- **Çöktürmeyi asitli ortamda yapmak:** Genellikle çökeleklerin çözünürlüğü asidik ortamda artar. Asitli ortamda çöktürme aşırı doymuşlukları engeller. Bu sayede çökme işlemi yavaş gerçekleşir.

4.1.3.4. Çöktürme Ortamları

İyi bir çökelek elde edebilmek için çöktürme ortamının uygun koşulları sağlaması gerekir. Çöktürme ortamı, kullanılacak numunenin ve reaktifin özelliklerine göre değişkenlik gösterebilir.

a) Ortamın pH değeri

- **Asidik ortamda çöktürme:** Asitli ortamda genellikle çökeleklerin çözünürlüğü artar.
- **Bazik ortamda çöktürme:** Çok nadir olsa da bazı çöktürmeler bazik ortamda gerçekleşir.

b) Ortamın sıcaklığı

- **Sıcak ortamda çöktürme:** Sıcaklığın artması çözünürlüğü artırır ve böylece iri taneli çökelekler elde edilir.

4.1.3.5. Çöktürmede Meydana Gelebilecek Hatalar

Gravimetrik analizde çöktürme işlemi yapılırken birtakım hatalar oluşabilir. Bu hatalardan bazıları şunlardır:

- Aranan maddeye uygun bir reaktif seçilmemiştir.
- Aranan madde tam olarak çöktürülememiştir.
- Çökeltme tamamlandıktan sonra çökeleğin çözünürlüğüne yakın olan istenmeyen bileşikler de çökmüştür.
- Reaktif, numune üzerine hızlı ilave edilmiştir.
- Çöktürme için uygun koşullar sağlanmamıştır.
- Çöktürme esnasında etkin karıştırma yapılmamıştır.

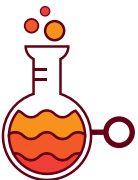
4.1.3.6. Çökeleği Dinlendirme

Çöktürme işleminden sonra çökelek, çözeltisiyle birlikte kendi hâlinde ya da ısıtılarak bir süre bekletilir. Bu işleme **dinlendirme** veya **olgunlaştırma** denir. Dinlendirme işlemi ile çökelekteki tanecikler yavaş kristallenir ve böylece tanecik iriliği artar, kristal içindeki safsızlıklar azalır.

Dinlendirme işlemi kaynama noktasına yakın bir sıcaklıkta yapılmalı ancak kesinlikle kaynatılmamalıdır. Bu işlem sırasında beherin ağzı mutlaka kapalı olmalıdır. Dinlendirme süresi analizin niteliğine göre 10-30 dakika arasında olmalıdır.

Dinlendirme işlemi farklı şekillerde gerçekleşir. Bunlar:

- **Kendi hâline bırakma:** Çökeleklerin çoğu kendi hâline bırakılarak dinlendirilir. Önce çözelti kaynama sıcaklığını bulmayacak şekilde ısıtılır. Isıtma sonrasında kendi hâline bırakılıp dinlendirildiğinde çözelti soğudukça çökeltme yavaş yavaş gerçekleşeceğinden iri taneli ve temiz bir çökelek elde edilir.
- **Su banyosunda dinlendirme:** Düşük (50-60 °C gibi) ve sabit sıcaklıkta yapılacak dinlendirmelerde su banyosu kullanılır. Numunenin özelliğine göre belirli süre ve sıcaklıkta gerçekleşir.
- **Kum banyosunda dinlendirme:** Su banyosundan daha yüksek sıcaklıklarda yapılması gereken dinlendirmelerde veya çözeltisinin parlama tehlikesi olan çökeleklerin dinlendirilmesinde kullanılır. Numunenin özelliğine göre belirli süre ve sıcaklıkta gerçekleşir.





UYGULAMA YAPRAĞI 1

NUMUNİYİ ÇÖKTÜRME VE DİNLENDİRME

AMAÇ:

Gravimetrik demir tayininde numuneyi çöktürerek dinlendirmek.

1.1. Kullanılacak Araç, Gereç ve Kimyasallar

- Demir örneği (demir III klorür, demir III sülfat vb.)
- Beher
- Hassas terazi
- Spatül
- Bunzen beki
- Sacayağı
- Amyant tel
- Baget
- Pipet
- Puar
- Su banyosu
- Nitrik asit (HNO_3)
- 6 M amonyak (NH_3) çözeltisi

1.2. İşlem Basamakları



Laboratuvar önlüğünü giyiniz.

- Önlüğünüzü laboratuvar dışında giyip çıkarınız.



400 ml lik behere 0,5 gram demir tuzu tartınız.

- Demir tuzu olarak demir III klorür veya demir III sülfat kullanınız.



Üzerine saf su ekleyerek 100 ml'lik çözelti hâline getiriniz.

- Demirin tamamının çözünmesine dikkat ediniz.



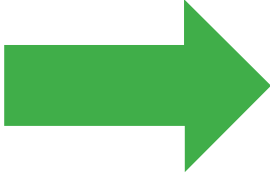
- Çözelti üzerine 1-2 ml derişik nitrik asit ilave ediniz.
- Asit ilavelerinde dikkatli olunuz.
 - Sıçramalara karşı koruyucu gözlük kullanınız.



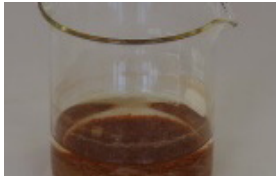
- Numune çözeltisini bunzen bekinde kaynama sıcaklığına kadar ısıtınız.
- Beherin altına amyant tel koymayı unutmayınız.
 - Isıtmayı kısık alevde yapınız.



- Üzerine damla damla 6 M amonyak çözeltisi ilave ediniz.
- Damlalık veya uygun bir pipet kullanınız.
 - Kırmızı kahverengi çökelek oluşunca NH_3 çözeltisini daha yavaş ilave ediniz.



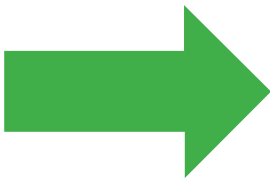
- Demirin tamamı çökünce (çözelti amonyak kokmaya başlayınca) amonyak ilave etmeyi durdurunuz.
- Beheri burnunuza yaklaştırmadan elinizle havalandırarak koklayınız.



- Amonyak çözeltisi ilave etmeyi kestikten sonra bir süre bekleyiniz.
- Berrak kısmın oluşması için yeterli süre bekleyiniz.



- Çökelek üzerine 1-2 damla daha amonyak damlatarak berrak kısımda bulanıklık olup olmadığını gözlemleyiniz.
- Damlalık veya uygun bir pipet kullanınız.



- Bulanıklık oluşursa çöktürme işlemine devam ediniz, bulanıklık oluşmamişsa çöktürme işlemi sonlandırınız.
- Bulanıklık olup olmadığını dikkatlice gözlemleyiniz.





Çökeleği su banyosunda yarım saat dinlendiriniz.

- Dinlendirirken su banyosu sıcaklığını kontrol ediniz.

1.3. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Çöktürme işlemi sırasında çözeltinin sıcaklığı olması gerekenden daha düşük olursa ne gibi sorunlar oluşabilir? Tartışınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu deney kapsamında yaptığınız çalışma öğretmeniniz tarafından aşağıdaki kontrol listesine göre değerlendirilecektir.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Demirin tamamının çözünmesine özen gösterdi mi?		
2. Kırmızı kahverengi çökelek oluşumunu gözlemledi mi?		
3. Berrak kısmın oluşması için yeterli süre bekledi mi?		
4. Yeterli süre bekledikten sonra berrak kısma amonyak eklediğinde bulanıklık gözlemledi mi?		
5. Dinlendirme işlemi için su banyosunun sıcaklığını doğru ayarladı mı?		

SONUÇ

(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH .../.../20...	
	DEĞERLENDİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	TEMİZLİK DÜZENİ	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
ADI-SOYADI							
NUMARASI	ALANLARA VERİLEN PUAN	30	50	10	10	100	
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI	TAKDİR EDİLEN PUAN						



AMAÇ

Tekniğine uygun olarak numuneyi süzmek ve yıkamak.

GİRİŞ

Gravimetrik analiz yönteminde süzme işleminin amacı, hangi tür düzeneklerle yapılacağı ve hangi tür yıkama suyu kullanılacağı hakkında bilgi edinilmesi gerekir.



HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Daha önce işlenen konulardan hareketle süzme işleminde kullanılan malzemeler nelerdir? Araştırınız.
2. Çökeleğin yıkanma sebeplerini araştırınız.

4.2. ÇÖKELEĞİ SÜZME VE YIKAMA

4.2.1. Çökeleği Süzme

Çöktürülerek dinlendirilen çökelek, süzülüp çözelti fazından ayrılır. Süzme işleminde çökeleğin özelliğine göre farklı tipte süzgeç kâğıtları veya süzme krozeleri kullanılır.



Görsel 4.1: Basit süzme düzeneği

Genel olarak süzme işlemi için basit süzme düzeneği kullanılır (Görsel 4.1). Oluşturulan düzende huni boynunun beher çeperine içten değecek şekilde yerleştirilmesine dikkat edilmelidir. Kullanılacak huni, süzme hızının yüksek olması için uzun boyunlu seçilmelidir. Süzgeç kâğıdı dörde katlanarak hazır hâle getirilip huni üzerine yerleştirilir. Huni ile süzgeç kâğıdı arasında hava boşluğu kalmaması için süzgeç kâğıdı saf su ile ıslatılır ve huniye yapışması sağlanır. Çözelti süzgeç kâğıdına aktarılır. Bunun için bir baget kullanılır. Bagetin ucu süzgeç kâğıdının çok katlı tarafına tutulur fakat değdirilmez. Beher içindeki çözelti bulandırılmadan bagete temas ettirilerek süzgeç kâğıdına aktarılır. Böylece berrak kısım etrafa sıçratılmadan süzülür. Süzgeç kâğıdının 2/3'ü doluncaya kadar çözelti ilave edilir ve süzülmesi beklenerek ikinci ilave yapılır.





Bekleme sırasında dipteki çökeleğin çözeltiliye karışmaması için beher sabit tutulur. Süzme devamlı yapılır ve huni ile süzgeç kâğıdı arasında hava oluşmamasına özen gösterilir.

Berrak kısım, kısmen süzöldükten sonra geriye kalan çözeltili baget yardımıyla karıştırılır ve dikkatli bir şekilde süzgeç kâğıdına aktarılır. Daha sonra piset yardımıyla beherin içine su püskürtülerek katı parçacıklar beherin dibine toplanır ve süzgeç kâğıdına aktarılır (Görsel 4.2).



Görsel 4.2: Süzme işlemi ve çökeleğin süzgeç kâğıdına aktarılması

Hızlı bir süzme yapmak veya zor süzölen sıvıları çözeltilisinden ayırmak için vakumlu süzme kullanılır (Görsel 4.3). İri taneli çökelekler kâğıt süzgeçlerden veya cam krozelerden süzölebilir. Peltamsi çökelekler filtre kâğıdından vakumsuz, doğrudan süzölmelidir. Küçük taneli çökeleklerin vakum ile süzölmeleri sakıncalıdır çünkü çökeleklerin bir kısmı koloidal parçacıklar hâlinde süzgeçten geçerek madde kaybına sebep olabilir.



Görsel 4.3: Vakumlu süzme düzeneği



4.2.2. Çökeleği Yıkama

Çözelti içinden ayrılan çökelek bu çözeltinin iyonlarını içerebilir. Bu iyonların analizde hata oluşturmasını önlemek amacıyla çökeleğin uygun bir çözelti ile yıkanması gerekir. Böylece çökelek yüzeyine tutunmuş veya içinde kirlilik oluşturan maddeler uzaklaştırılmış olur.

4.2.2.1. Yıkama Suları

Yıkama işlemi yapılırken çökeleğin özelliğine göre uygun bir yıkama suyu seçilmesi gerekir. Bu işlem için kullanılacak yıkama suyu çökeleği çözmemeli ancak safsızlıklar için çok iyi bir çözücü olmalıdır.

Yıkama suyu olarak saf su ya da elektrolitik çözeltiler kullanılabilir.

- Saf su: Yıkama suları içinde en sık kullanılan saf sudur. Yıkama işlemi yapıldığında çökelekte madde kaybı meydana gelmemelidir. Bunun için çökelek yapısının uygun olduğu durumlarda saf su kullanılmalıdır. Aksi hâlde aşırı çözünme, kolloidal hâl geçme, hidroliz gibi nedenlerle madde kaybı meydana gelebilir.
- Elektrolitik yıkama çözeltileri: Saf suyun yıkama suyu olarak kullanılmadığı durumlarda yıkama seyreltik elektrolitik çözelti ile yapılır. Böylece karşı iyon katmanlarında tutunan iyonlarla yıkama çözeltisindeki iyonlar yer değiştirir ve yük dengesi bozulmadan temizlenme olur. Bu çözeltilere örnek olarak amonyum tuzları, nitrik asit, hidroklorik asit verilebilir.

4.2.2.2. Yıkama Tekniği

Yıkama, yıkama suyunun azar azar ve hızlı bir şekilde püskürtülmesiyle birkaç kez yapılmalıdır. Yıkama sayısı arttıkça yabancı iyonları ortamdaki uzaklaştırma olasılığı artar.

Çökeltiyi yıkama iki farklı şekilde yapılır:

- Süzgeçte yıkama: Süzgeç kâğıdındaki çökelti üzerine belirli miktarda uygun bir yıkama suyu eklenir. Eklenen yıkama suyunun tamamı süzülükten sonra bir miktar daha ilave edilir. Bu sayede ortamdaki safsızlıklar uzaklaştırılmış olur.
- Beher içinde yıkama: Beher içindeki çökelek üzerine belirli miktarda yıkama suyu ilave edilerek yapılır. Yıkama suyu ile çökelti karıştırılıp bir süre çökeltinin dibe çökmesi beklenir. Tekrar süzme işlemi yapılır. Aynı işlem iki üç kez tekrarlanır. Bu yıkama şekline durultma yöntemi denir. Çökeltide bulunan yabancı maddeler yıkama suyu içinde çözüneceğinden bu yöntem daha etkilidir.

Hızlı çöken çökelekler durultma yöntemi ile yıkanırken yavaş çöken çökelekler ise süzgeç kâğıdı üzerinde yıkanır. Her iki yöntemde de yıkama işlemine süzüntüde yabancı madde kalmayınca kadar devam edilir.

Çökeleğin yapısına zarar vermediği sürece yıkama sıcak ortamda yapılmalıdır. Yıkama suyunun sıcaklığı arttıkça akışkanlığı da artar. Böylece süzgeç kâğıdından süzülmesi daha kolay olur.

4.2.2.3. Yıkamada Meydana Gelebilecek Hatalar

- Çökeltiyeye uygun bir yıkama suyu seçilmemiş olabilir.
- Gereğinden fazla yıkama suyu kullanılmış olabilir.
- Gereğinden fazla sayıda yıkama yapılmış olabilir.
- Yıkama suyu uygun konsantrasyonda hazırlanmamış olabilir.
- Süzgeç kâğıdında yıkama yapılırken süzgeç kâğıdına çok fazla yıkama suyu konulmuş olabilir.
- Süzgeç kâğıdı zarar görmüş olabilir.
- Yıkama işlemi esnasında huni dışına katı partiküllerin ve çözeltinin sıçraması, elde edilecek çökelek miktarında azalmaya neden olur. Bu durumda analiz sonucu hatalı çıkar.





UYGULAMA YAPRAĞI 1

ÇÖKELEĞİ SÜZME VE YIKAMA

AMAÇ:

Gravimetrik demir tayininde dinlendirilmiş çökeleği süzerek yıkamak.

1.1. Kullanılacak Araç, Gereç ve Kimyasallar

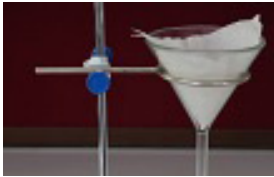
- Dinlendirilmiş demir çökeleği
- Huni
- Saplı halka
- Spor
- Kıskaç
- Filtre kâğıdı
- Baget
- Erlen
- %1'lik amonyum nitrat(NH_4NO_3) çözeltisi
- Piset

1.2. İşlem Basamakları



Laboratuvar önlüğünü giyiniz.

- Önlüğünüzü laboratuvar dışında giyip çıkarınız.



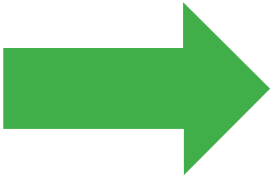
Basit süzme düzeneğini kurunuz.

- Düzeneği sağlam bir zemine oturtunuz.
- Filtre kâğıdını huniye boşluk kalmayacak şekilde saf su ile yapıştırınız.



Çökeleği su banyosundan alarak berrak kısmı süzünüz.

- Süzgeç kâğıdını 2/3'ünden fazla doldurmayınız.



Çökelek üzerine 20-25 ml yıkama suyu ilave ederek birkaç dakika bekleyiniz.

- Yıkama suyu olarak sıcak saf su veya %1'lik NH_4NO_3 (Amonyum nitrat) çözeltisi kullanınız.
- Fazla yıkama suyu eklemekten kaçınınız.



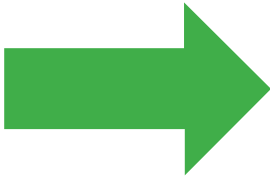
Önce berrak kısmı sonra çökeleği huniye aktararak süzünüz.

- Çökeleği çalkalamadan sıvı kısmı aktarmayı unutmayınız.
- Çökeleği süzgeç kâğıdına aktarıırken baget kullanınız.
- Çöktürme beherinde kalan çökelekleri piset yardımıyla yıkayınız.



Süzgeç kâğıdındaki çökelek üzerine %1'lik amonyum nitrat çözeltisi ilave ederek yıkayınız.

- Yıkamayı kurallarına uygun olarak yapınız.
- Baget kullanınız.



Yıkama işlemini 4-5 kez tekrarlayınız.

- Her yıkamada 3-4 ml yıkama suyu kullanınız.
- Yıkamaya, yıkama suyu klorür tepkimesi vermeyinceye (bulanıklık oluşmayıncaya) kadar devam ediniz.

1.3. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Bu deneyde yıkama suyu olarak saf su veya amonyum nitrat (NH_4NO_3) dışında başka hangi maddeler kullanılabilir? Araştırarak tartışınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu deney kapsamında yaptığınız çalışma öğretmeniniz tarafından aşağıdaki kontrol listesine göre değerlendirilecektir.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Basit süzme düzeneğini kurallarına uygun olarak kurdu mu?		
2. Karışımı süzerken süzgeç kâğıdını taşırmamaya özen gösterdi mi?		
3. Yıkama suyunu uygun miktarda kullanmaya dikkat etti mi?		
4. Yıkama suyunu ekledikten sonra önce üstteki berrak kısmı baget yardımıyla süzgeç kâğıdına aktardı mı?		
5. Çökeleğin tamamen yıkandığından emin oldu mu?		





AMAÇ

Tekniğine uygun olarak çökeleği kurutmak.

GİRİŞ

Gravimetrik analiz yönteminde kurutma işleminin amacı ve kullanılacak ekipmanlar hakkında bilgi edinilmesi gerekir.



HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Daha önce işlenen konulardan yararlanarak kurutma işleminde kullanılan malzemeler nelerdir? Araştırınız.
2. Çökeleği kurutma sebeplerini araştırınız.

4.3. ÇÖKELEĞİ KURUTMA

4.3.1. Çökeleği Kurutma

Süzülüp yıkanan çökelek bünyesinde su, serbest ve bağlı olmak üzere iki şekilde bulunur. Tartma işlemi gerçekleştirilmeden önce bu suyun çökelekten uzaklaştırılması gerekir. Serbest suyu uzaklaştırmak için çökelek kurutulur. Çökeleğin 105 °C'de serbest su uzaklaşana kadar tutulmasına **kurutma** denir.

Süzme ve yıkama işleminden sonra çökeleği kurutmak için sırası ile aşağıdaki işlem basamakları takip edilir.

- Filtre kâğıdı üst kısmından tutularak huni dışına alınır ve ağız kısmı spatül yardımı ile dışarıdan içeri doğru kapatılır, süzgeç kâğıdının yırtılmamasına dikkat edilir.
- Kapatılan filtre kâğıdı içindeki çökelek, kâğıdın sivri kısmı yukarıya gelecek şekilde sabit tartıma getirilmiş kroze konulur.
- Kroze etüv içine alınır ve etüv sıcaklığı yavaş yavaş yükseltilecek şekilde 105 °C'ye çıkartılır.
- Kurutma tamamlandıktan sonra bir sonraki aşama olan yakma işlemine geçilir.

Kurutma, suyu uzaklaştırıp madde miktarını tespit etmek amacı ile yapılmışsa aşağıdaki işlem basamaklarına devam edilir.

- Kurutma sonrasında kroze maşa yardımı ile dikkatli bir şekilde alınarak desikatöre konulur ve oda sıcaklığına ulaşana kadar soğutulur.
- Soğutulan kroze maşa yardımı ile alınarak tartım gerçekleştirilir.
- Tartım sonrasında gerekli hesaplamalar yapılır.

4.3.2. Kurutma İşleminde Kullanılan Araç ve Gereçler

Kurutma işleminde sabit tartıma getirme aşamasında etüv, desikatör, kroze ve maşa kullanılır.

• Etüv

Etüv; laboratuvarında ısıtma, kurutma ve sterilizasyon işlemlerinde kullanılan cihazdır. Isıtma dolabı ya da kurutma dolabı olarak da isimlendirilir (Görsel 4.4).





Etüvün;

- Dijital göstergeli olan ve olmayan,
- Mikroişlemcili (zaman ve sıcaklık ayarlarında, tek tip programlanabilen ya da kademeli programlanabilen) olan ve olmayan,
- Sıcaklık ölçümleri açısından çok hassas olan ve olmayan,
- Hava sirkülasyonu sabit olan ya da tercihe göre ayarlanabilen,
- Vakumlu olan ve olmayan,
- Farklı ebatlarda ve raf sayılarında olan ve farklı sıcaklık (40 °C ile 350 °C) aralıklarında çalışan çeşitleri bulunmaktadır.

Etüvün elektrik bağlantısı kurulur, istenilen sıcaklık ve süre ayarlanır, kurutulmak istenen materyal raflara yerleştirilir ve etüvün kapağı kapatıldıktan sonra cihaz çalıştırılır. Kurutma çalışmalarında etüv içinde kurutulmak istenilen materyal dışında herhangi bir şey olmamasına dikkat edilmelidir.



Görsel 4.4: Etüv

• Desikatör

Desikatörler numuneyi oda sıcaklığına kadar soğutmak için kullanılan hacimli ve kapaklı özel cam kaplardır. Kurutulan numunenin soğutulması sırasında ortamdan nem almasını önlemek amacı ile kullanılır (Görsel 4.5).

Zemin kısmında delikli porselen tabla bulunur. Tablanın altında kalan çukur kısma nem çekici kimyasal maddeler (silikajel, sodyum hidrokosit ya da kalsiyum klorür) konulur. Nem çekici maddeler kapağın açılıp kapanması sırasında desikatör içine giren havanın numuneyi nemlendirmesini engeller. Kapak ile gövde arasındaki kısmı rodajlıdır (zımparalı) ve soğuma sırasında içeride oluşan basınca karşı kapağın rahat açılıp kapanmasını sağlamak için vazelin sürülür.

Farklı hacimlerde olan çeşitlerinin yanı sıra vakumlu olan ve olmayan çeşitleri de vardır. Vakumlu olan çeşitlerinde kapak kısmında içerideki havayı boşaltmayı sağlayan musluklu bir cam boru bulunur.

Kullanım sonrasında içinde numune bırakılmamalıdır. Belirli sürelerde içindeki nem çekici kimyasal maddelerin değiştirilmesi gerekir.

Desikatör kapağı zemine paralel bir şekilde kaydırılarak açılır. Hızlıca kroze desikatör içine yerleştirilir ve kapak tekrar kaydırılarak kapatılır. Gövde ve kapak arasındaki zımparalı yüzeyin temasının tam olmasına özen gösterilir. Özellikle numune miktarının fazla olduğu durumlarda içeride oluşan yüksek sıcaklığın etkisi ile vakum oluşur ve kapağı açmak imkânsızlaşabilir. Bunu önlemek için numunelerin konulduğu ilk anda sıcaklık yüksek iken desikatör kapağını kaydırmak suretiyle birkaç kez içeriye hava girmesi sağlanır.



Görsel 4.5: Desikatör

- **Kroze**

Numune kurutma ya da yakma işlemleri için kullanılan porselen ya da metalden (nikel ya da platin) yapılmış laboratuvar malzemesidir. Farklı büyüklükte ve kapaklı olan çeşitleri bulunur. 1500 °C sıcaklığa kadar dayanıklıdır (Görsel 4.6).



Görsel 4.6: Kroze

- **Maşa**

Laboratuvarda ısıya maruz kalan malzemeleri güvenli bir şekilde tutmak için kullanılan korozyona, ısıya ve darbelere dayanıklı krom kaplı çelikten üretilen laboratuvar malzemesidir. Kullanım amacına bağlı olarak (balon joje, tüp, kapsül ya da kroze tutmak) farklı şekilde olan çeşitleri bulunmaktadır (Görsel 4.7).



Görsel 4.7: Maşa

4.3.3. Krozenin Sabit Tartıma Getirilmesi

Krozenin tekrarlanan kurutma ve soğutma işlemine göre değişmeyen tartıma ulaşmasına **sabit tartım** denir.

Analize başlamadan önce hata kaynağını en aza indirmek amacı ile krozelerin sabit tartıma getirilmiş olması gerekir. İlk olarak kroze kurutma sıcaklığına getirilir, ardından kroze maşası ile alınarak desikatörde soğutulur ve tartılır. Bu işlem, iki tartım arasındaki fark 0.0001 gramı geçmeyinceye kadar tekrarlanır. Fark, bu değeri geçmediği zaman kroze sabit tartıma gelmiştir.

Sabit tartım sıcaklığı, krozenin çeşidine ve analizde kullanılacak sıcaklık derecesine göre belirlenir. Örneğin porselen kroze, demir analizi için kullanılacaksa 700 °C'de sabit tartıma getirilir.





UYGULAMA YAPRAĞI 1

ÇÖKELEĞİ KURUTMA

AMAÇ:

Gravimetrik demir tayininde süzölmüş çökeleği etövide kurutmak.

1.1. Kullanılacak Araç, Gereç ve Kimyasallar

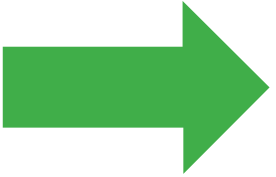
- Dinlendirilmiş demir çökeleği
- Etöv
- Kroze
- Desikatör
- Hassas terazi
- Kroze maşası

1.2. İşlem Basamakları



Laboratuvar önlöğünü giyiniz.

- Önlöğünüzü laboratuvar dışında giyip çıkarınız.



Krozeyi sabit tartıma getiriniz.

- Tartım kurallarına uyunuz.



Basit süzme düzeneğini kurunuz.

- Düzeneği sağlam bir zemine oturtunuz.



Filtre kâğıdını dikkatlice katlayınız.

- Kâğıdın yırtılmamasına özen gösteriniz.



Filtre kâğıdını krozeeye yerleştiriniz.

- Filtre kâğıdını sivri ucu yukarı gelecek şekilde yerleştiriniz.



Krozeyi etüve yerleştirerek 110-115 °C'de 1 saat kurutunuz.
 • Kurutma sıcaklık ve süresine dikkat ediniz.

1.3. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Bu deneyde kurutma işlemi etüv kullanımı dışında farklı bir şekilde gerçekleştirilebilir mi? Araştırarak tartışınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu deney kapsamında yaptığınız çalışma öğretmeniniz tarafından aşağıdaki kontrol listesine göre değerlendirilecektir.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Krozeyi sabit tartıma getirdi mi?		
2. Filtre kâğıdını dikkatli bir şekilde katladı mı?		
3. Filtre kâğıdını düzgün bir şekilde kroze içine yerleştirdi mi?		
4. Krozeyi etüv içine düzgün bir şekilde yerleştirdi mi?		
5. Etüv sıcaklık ve süresini dikkatli bir şekilde ayarladı mı?		

SONUÇ

(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH .../.../20...	
	DEĞERLEN- DİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	TEMİZLİK DÜZENİ	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
ADI-SOYADI	ALANLARA VERİLEN PUAN	30	50	10	10	100	
NUMARASI	TAKDİR EDİLEN PUAN						
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI							





AMAÇ

Tekniğine uygun olarak çökeleği yakmak ve kül etmek.

GİRİŞ

Gravimetrik analiz yönteminde yakma ve kül etme işleminin amacı ve kullanılacak ekipmanlar hakkında bilgi edinilmesi gerekir.



HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Daha önce işlenen konulardan yararlanarak yakma ve kül etme işleminde kullanılan malzemelerin neler olduğunu araştırınız.
2. Çökeleğin neden kurutulup yakıldığını araştırınız.

4.4. ÇÖKELEĞİ YAKMA VE KÜL ETME

Gravimetrik analizlerde gerçekleştirilecek son işlem basamağı, elde edilen çökeleği yakmak ve kül hâline getirmektir. Kül etme işlemi tamamlandıktan sonra gerekli hesaplamalar yapılarak aranan madde miktarı belirlenir.

Çökeleği yakmak için öncelikle bunzen beki hazırlanır ve sırası ile aşağıdaki işlem basamakları gerçekleştirilir:

- Bek alevinden 10 cm yukarıda olacak şekilde sacayağının üzerine kil üçgen yerleştirilir.
- Kil üçgen üzerine içinde kurutma kâğıdının bulunduğu kroze dikkatlice yerleştirilir.
- Düşük şiddette bir alev ile öncelikle süzgeç kâğıdı yakılır. Kroze yatık tutularak kroze içinde hava akımı oluşturulup yanma işleminin kolay gerçekleşmesi sağlanır. Yanma sırasında kâğıt alev alır ise kroze saat camı ile kapatılarak alev söndürülür.
- Ardından ateşin şiddeti yükseltilecek şekilde yakma işlemine devam edilir. Bu işleme kurutma kâğıdı kalmayınca, kâğıdın tamamı beyaz görümlü kül oluncaya kadar devam edilir.
- Kroze kenarındaki karbon atıkların tamamen yanması sağlandıktan sonra maşa ile tutularak dikkatli bir şekilde kül fırınına konulur.
- Kül fırınında uygun sıcaklık ve sürede (genellikle 1000 °C'de 30 dakika) tutulur. Kül fırınında belli bir sıcaklığa kadar soğutulduktan sonra kroze maşa ile tutularak desikatöre alınır.
- Desikatörde soğutma esnasında kapak belirli süreler ile aralanıp desikatör iç ve dış basıncı dengelenir.
- Soğuma tamamlandıktan sonra kroze, maşa yardımı ile alınarak terazide tartılır. Kesinlikle kroze sıcakken tartım yapılmamalıdır. Ölçümlerde analitik terazi kullanılır ve tartım işlemleri aynı terazi kullanılarak yapılır.
- Bu işlemler sabit tartım (0,0 001 g) gerçekleşinceye kadar tekrarlanır.
- Sabit tartım sonrasında gerekli hesaplamalar yapılır.

Kül etme işlemi aranan maddenin kimyasal yapısına göre farklı sıcaklıklarda ve farklı sürelerde gerçekleştirilir. Bu değerlere dikkat edilmediği takdirde aranan madde başka bir maddeye dönüşebilir ya da form değiştirerek ortamdaki uçabilir. Bu durumda analiz hatası yapılmış olur. Analiz hatasına yol açmamak için Tablo 4.1'de çalışılması gereken sıcaklıklar verilmiştir.



Tablo 4.1: Bazı Çökeleklerin Kül Edilme Sıcaklıkları			
Numune	Kül Etmeden Önceki Çökelek	Kül Etmeden Sonraki Çökelek	Kül Etme Sıcaklığı
Klorür	AgCl	AgCl	170 °C (Etüv)
Sülfat	BaSO ₄	BaSO ₄	900 °C
Demir	Fe(OH) ₃	Fe ₂ O ₃	900 °C
Alüminyum	Al(OH) ₃	Al ₂ O ₃	1 000 °C
Kalsiyum	CaC ₂ O ₄ .2H ₂ O	CaC ₂ O ₄	370 °C
		CaCO ₃	650 °C
		CaO	1 000 °C
Magnezyum	MgNH ₄ PO ₄	Mg ₂ P ₂ O ₇	1 100 °C

4.4.1. Yakma ve Kül Etme İşleminde Kullanılan Araç ve Gereçler

Yakma aşamasında bunzen beki, sacayağı, kil üçgen, saat camı; kül etme aşamasında kül fırını, kroze ve maşa kullanılmaktadır.

4.4.1.1. Kül Fırını

Gravimetrik analizlerde örneğin yakılması ve kül hâline getirilmesi işlemlerinde kullanılan ve sıcaklığı 1200 °C'ye kadar ayarlanabilen cihazdır (Görsel 4.8). Kurutulan çökeleğin saf bir madde ya da sabit bir kimyasal yapı hâline gelmesinde gerekli olan yüksek sıcaklığın sağlanması amacı ile kullanılır.

Kül fırınları laboratuvar analizlerinin dışında metal işleme, seramik, gıda, kuyumculuk ve diş hekimliği gibi farklı sektörlerde de kullanılmaktadır. Dışarıdan içeri doğru paslanmaz çelik gövde, yalıtım maddesi, onun içine yerleştirilmiş güçlü rezistansların bulunduğu katman ve son olarak ısıya dayanıklı seramik iç katmandan oluşmaktadır. Hava tahliye kısmı fırının arka tarafına yerleştirilmiştir. Eski tip kül fırınlarında dijital göstergeler ve otomatik ayar düğmeleri yerine manuel ayarlama düğmeleri bulunmaktadır.

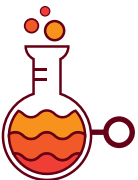


Görsel 4.8: Kül fırını

4.4.2. Kül Etme Aşamasında Dikkat Edilecek Noktalar

Kül etme aşaması, analizde hata riskinin yüksek olduğu bir basamak olduğu için aşağıda belirtilen noktalara dikkat edilmesi gerekir.

1. Kül fırınları mümkünse tamamen, değilse bacaları mutlaka çeker ocak içinde bulunmalıdır ve çeker ocak içinde çalıştırılmalıdır.
2. Kül etme aşamasında numune bileşimi ve çalışılacak sıcaklık göz önünde bulundurularak kroze seçilmelidir.
3. Kül etme işlemi numuneye uygun sıcaklıkta gerçekleştirilmelidir. Daha yüksek sıcaklıkta çalışıldığında numune kaybı olur (Genellikle çökelek parçalanıp başka bir maddeye dönüşür ya da uçucu bileşiklere dönüşür.). Düşük sıcaklıkta çalışıldığında ise çökelek tamamen kül hâline gelmez ve yabancı maddeler tam olarak ortamdan uzaklaşmaz.





4. Kül etme işleminde süreye dikkat edilmelidir.
5. Çalışma sonrasında kroze, sıcaklık 100 °C'nin altına düştüğü zaman kül fırınından çıkartılıp desikatöre alınmalıdır.

4.4.3. Gravimetrik Analiz Sonucunu Hesaplama

Gravimetrik analiz sonrasında hesaplanacak madde miktarını tespit etmek için aşağıdaki formül kullanılır.

Hesaplanacak madde miktarı = $\frac{A}{B} * T$	A: Aranılan maddenin mol ağırlığı B: Tartılan maddenin mol ağırlığı T: Tartılan çökelek miktarı
$\frac{A}{B}$ oranına gravimetrik faktör (GF) denir ve 1 g madde içinde bulunan aranılan madde miktarı olarak da ifade edilir.	
Hesaplanacak madde miktarı = GF*T	

Örneğin, gravimetrik sülfat (SO_4^{2-}) tayininde aranılan madde sülfat, tartılan madde ise baryum sülfat ($BaSO_4$) tır. Bu durumda gravimetrik faktör;

$$A : MA_{SO_4^{2-}} = 96 \text{ ve } B: MA_{BaSO_4} = 233$$

$$GF = \frac{A}{B} = \frac{96}{233} = 0,41 \text{ olarak bulunur.}$$

Bazı bileşiklerin gravimetrik faktörleri Tablo 4.2'de verilmiştir.

Aranılan	Tartılan	Bazı Bileşiklerin Gravimetrik Faktörleri	Gravimetrik Faktör
SO_4^{2-}	$BaSO_4$	$SO_4^{2-} / BaSO_4$	96 / 233
S	$BaSO_4$	$S / BaSO_4$	32 / 233
Fe	Fe_2O_3	$2Fe / Fe_2O_3$	2.56 / 160
Fe_3O_4	Fe_2O_3	$2Fe_3O_4 / 3Fe_2O_3$	2.296 / 3.160
Ag	$AgCl$	$Ag / AgCl$	108 / 143,5
Cl -	$AgCl$	$Cl - / AgCl$	35,5 / 143,5
Mg	$Mg_2P_2O_7$	$2Mg / Mg_2P_2O_7$	2.24 / 222
Ca	CaC_2O_4	Ca / CaC_2O_4	40 / 128
Ca	$CaCO_3$	$Ca / CaCO_3$	40 / 100
Ca	CaO	Ca / CaO	40 / 56
Cr	$BaCrO_4$	$Cr / BaCrO_4$	52 / 253

Gravimetrik faktörde dikkat edilmesi gereken nokta, bir molün içinde kaç mol o elementten bulunduğudır. Örneğin 1 mol $Mg_2P_2O_7$ de 2 mol Mg vardır. Bu durumda magnezyumun gravimetrik faktörü hesaplanırken magnezyumun mol ağırlığı iki kat alınmalıdır.

Hesaplanacak madde miktarı bulunduktan sonra maddenin örnek numune içindeki yüzde oranını hesaplamak için aşağıdaki formül kullanılır.

$$\% \text{ Hesaplanacak Madde Miktarı} = \frac{\text{Hesaplanan madde miktarı}}{\text{Alınan madde miktarı}} * 100$$

Örnek 1: 3,051 g alınan demir örneğinin analizi sonrasında 0,8 520 g Fe_2O_3 (demir oksit) tartımı elde edildiğine göre numunedeki Fe yüzdesi nedir? (Fe:56, O:16)

$$\text{Alınan Fe miktarı} = 3,051 \text{ g} \quad T = 0,8520 \text{ g}$$

$$A: MA_{Fe} = 2*56=112 \quad B: MA_{Fe_2O_3} = (2*56) + (3*16) = 160$$

$$GF = \frac{A}{B} = \frac{112}{160} = 0,7 \text{ olarak bulunur.}$$

Hesaplanacak Madde Miktarı = GF*T formülü kullanılarak;

$$\text{Fe Miktarı} = 0,7*0,8 520 = 0,5 964 \text{ g olarak bulunur.}$$

$$\% \text{ Hesaplanacak Madde Miktarı} = \frac{\text{Hesaplanan madde miktarı}}{\text{Alınan madde miktarı}} * 100$$

$$\% \text{ Fe} = (0,5 964)/3,051*100=19,55 \text{ olarak bulunur.}$$

Örnek 2: 0,3 140 g'lık magnezyum örneğinin analizi sonrasında 0,4 769 g magnezyum pirofosfat ($Mg_2P_2O_7$) çökeleği elde edilmiştir. Numunedeki magnezyum (Mg) yüzdesi kaçtır? (Mg:24, O:16, P:31)

$$\text{Alınan Mg miktarı} = 0,3140 \text{ g} \quad T = 0,4769 \text{ g}$$

$$A: MA_{Mg} = 2*24 = 48 \quad B: MA_{Mg_2P_2O_7} = (2*24) + (2*31)+(7*16) = 222$$

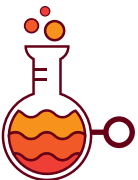
$$GF = \frac{A}{B} = \frac{48}{222} = 0,216 \text{ olarak bulunur.}$$

Hesaplanacak Madde Miktarı = GF*T formülü kullanılarak;

$$\text{Fe Miktarı} = 0,216*0,4 769 = 0,1 030 \text{ g olarak bulunur.}$$

$$\% \text{ Hesaplanacak Madde Miktarı} = \frac{\text{Hesaplanan madde miktarı}}{\text{Alınan madde miktarı}} * 100$$

$$\% \text{ Fe} = (0,1 030)/0,3 140*100 = 32,80 \text{ olarak bulunur.}$$





Örnek 3: % 13,21 klorür (Cl⁻) içeren numuneden 0,2 664 g AgCl çökeleği elde ediliyor. Klorür (Cl⁻) numunesinden kaç g tartım alınmıştır?

$$\% \text{ Hesaplanacak Madde Miktarı} = \frac{\text{Hesaplanan madde miktarı}}{\text{Alınan madde miktarı}} * 100$$

$$\% \text{ Ag} = 13,21 = \frac{(0,2 664)}{?} * 100 \text{ hesaplamasından } 2,017 \text{ g klorür tartıldığı bulunur.}$$



BİLGİ KUTUSU



Traverten; çeşitli nedenlere ve ortamlara bağlı, kimyasal reaksiyon sonucu çökeltme ile oluşan çok yönlü bir kayadır.

Pamukkale termal kaynağını meydana getiren jeolojik olaylar geniş bir bölgeyi etkilemiştir. Bu bölgede sıcaklıkları 35-100 °C arasında değişen 17 sıcak su alanı bulunmaktadır. Kaynak, antik dönemlerden beri kullanılmaktadır.

Termal su kaynaktan çıktıktan sonra 320 m uzunluğunda bir kanal ile traverten başına gelmekte ve buradan 60-70 m'lik kısmi çökeltmenin olduğu traverten katkatlarına dökülmekte ve ortalama 240-300 m yol kat etmektedir. Kaynaktan çıkan 35,6 °C sıcaklığında, içinde yüksek miktarda **kalsiyum hidrokarbonat** bulunan suyun havadaki **oksijen** ile olan teması sırasında **karbondioksit ve karbonmonoksit uçarak kalsiyum karbonat çökeltmekte** ve traverten oluşumuna sebep olmaktadır.

Katkat havuzcuklarında ve katkat seddelerinde, çökeltmekte olan kalsiyum karbonat, başlangıçta yumuşak bir jel hâlinindedir. Zaman içinde sertleşmekte ve traverten olmaktadır. Çökeltme, termal sudaki karbondioksit ile havadaki karbondioksit dengeye gelinceye kadar devam etmektedir.

1. Yukarıdaki okuma parçasına göre çökeltme nasıl gerçekleşmektedir? Anlatınız.
2. Ülkemizdeki diğer doğal zenginliklere örnek veriniz ve nasıl duyarlılık geliştirilebilir, tartışınız.

<https://denizli.gov.tr/pamukkale>. Pamukkale travertenleri





UYGULAMA YAPRAĞI 1

ÇÖKELEĞİ YAKMA VE KÜL ETME

AMAÇ:

Gravimetrik demir tayininde kurutulmuş çökeleği yakmak ve kül etmek.

1.1. Kullanılacak Araç, Gereç ve Kimyasallar

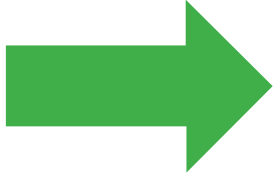
- Bunzen beki
- Sacayağı
- Kil üçgen
- Kroze
- Kül fırını
- Kroze maşası
- Saat camı

1.2. İşlem Basamakları



Laboratuvar önlüğünü giyiniz.

- Önlüğünüzü laboratuvar dışında giyip çıkarınız.



Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Çalışma ortamını ve kullanılacak araç gereçleri hazırlayınız.
- Araç gereçlerin temizliğine özen gösteriniz.



Yakma düzeneği için sacayağı ve kil üçgeni hazırlayınız.

- İşlemleri dikkatli bir şekilde gerçekleştiriniz.



Krozeyi kil üçgene yerleştiriniz ve bunzen bekini yakınız.

- Krozenin tam orta kısma oturmuş olmasına özen gösteriniz.
- Gaz kaçağı olmamasına dikkat ediniz ve bek alevinin şiddetini ayarlayınız.





Alev şiddeti azaltılmış beki gezdirerek krozenin her tarafının ısınmasını sağlayınız.

- Krozenin homojen ısınmasına dikkat ediniz.
- Krozeyi yatık tutarak hava akımı oluşturunuz.



Bunzen bekini krozenin altına yerleştirerek filtre kâğıdını, alev almadan yakınız. Filtre kâğıdı tamamen yanınca yakma işlemi sonlandırınız.

- Bek alevini krozenin her tarafına temas edecek şekilde yerleştiriniz.
- Filtre kâğıdı alev alırsa saat camını üzerine kapatarak söndürünüz.
- Filtre kâğıdının tamamen yandığından emin olunuz.



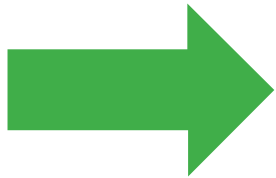
Krozeyi kül fırınına koyunuz ve sıcaklığını kademeli olarak 900 °C'ye yükseltiniz. Çökeleği 1 saat kül fırınında kül ediniz.

- Ayarladığınız sıcaklığı kontrol ediniz.
- Sıcaklık 100 °C'ye düşmeden kül fırınının kapağını açmayınız.
- Krozeyi kül fırını içinden alırken yanmaz fırın eldiveni ya da maşa kullanınız.



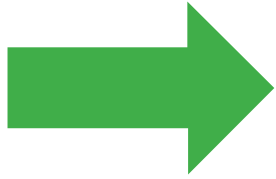
Süre sonunda krozeyi desikatöre alıp soğutunuz.

- Desikatörün havasını almadan kapağını kapatmayınız.



Desikatörde soğutulan krozeyi tartınız. Sabit tartım gerçekleşinceye kadar bu işlemi tekrarlayınız.

- Desikatör kapağını dikkatli bir şekilde kaydırarak açıp kapatınız.
- Tartım kurallarına uyunuz.



Analiz sonucunu hesaplayınız.

- Hesaplamaları dikkatli bir şekilde gerçekleştiriniz.



1.3. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Bu deneyde kullanılan kül fırınının başka hangi işlemler için kullanılabileceğini araştırarak tartışınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu deney kapsamında yaptığınız çalışma öğretmeniniz tarafından aşağıdaki kontrol listesine göre değerlendirilecektir.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Yakma düzeneği için bunzen beki, sacayağı ve kil üçgeni hazırladı mı?		
2. Krozeyi kil üçgenin içine düzgün bir şekilde yerleştirdi mi?		
3. Bek alevini krozenin her tarafına temas ettirdi mi?		
4. Filtre kâğıdının tamamını alev almadan yaktı mı?		
5. Kül fırını sıcaklık ve süresini dikkatli bir şekilde ayarladı mı?		
6. Yanma sonrasında krozeyi kül fırınına yerleştirdi mi?		
7. Süre sonunda krozeyi desikatörde soğuttu mu?		
8. Krozeyi sabit tartıma getirdi mi?		
9. Gerekli hesaplamaları yaptı mı?		





SONUÇ

(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH .../.../20...	
ADI-SOYADI	DEĞERLEN- DİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	TEMİZLİK DÜZENİ	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
NUMARASI	ALANLARA VERİLEN PUAN	30	50	10	10	100	
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI	TAKDİR EDİLEN PUAN						



ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME ÇALIŞMALARI

A. AŞAĞIDA VERİLEN CÜMLELERDEN DOĞRU OLANLARIN YANINA "D", YANLIŞ OLANLARIN YANINA "Y" KOYUNUZ.

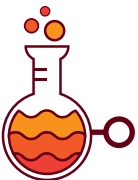
- Aranan maddenin çözüldüğü çözünen bir bileşik hâlinde çöktürülerek ayrılıp tartılması esasına dayanan analiz metoduna "volümetrik analiz" denir.
- Çökeleğin istenilen irilikte olması için çöktürme işlemi yavaş yapılmalıdır.
- Yavaş çöken çökelekler durultma yöntemi ile yıkanırken hızlı çöken çökelekler süzgeç kâğıdı üzerinde yıkanır.
- Süzme işleminde kısa boyunlu huni kullanılmalıdır.
- Çökelek bünyesinde su, serbest ve bağlı olmak üzere iki farklı şekilde bulunur.
- Desikatörün kapağı zemine dik olacak şekilde kaydırarak açılır.
- Kül etme işlemi etüvde gerçekleştirilir.
- Gravimetrik faktör, 1 g madde içinde bulunan aranan madde miktarı olarak ifade edilebilir.

B. AŞAĞIDA VERİLEN CÜMLELERDE GEÇEN BOŞLUKLARI UYGUN KELİME YA DA KELİME GRUPLARI İLE DOLDURUNUZ.

- Çökelek oluşumu ilk olarak adı verilen küçük parçacıklarla başlar.
- Gravimetrik analizin temelini ölçümü oluşturur.
- çökelekler filtre kâğıdından vakumsuz, doğrudan süzülmalıdır.
- Çözeltinin yüzeyinde bulunan yabancı iyonları ve ana çözeltiyi uzaklaştırmak amacıyla yapılan işleme denir.
- Çökelek bünyesindeki suyu uzaklaştırmak için kurutulur.
- Krozenin, tekrarlanan kurutma ve soğutma işlemine göre değişmeyen tartıma ulaşmasına denir.
- gravimetrik analizlerde örneğin yakılması ve kül hâline getirilmesi işlemlerinde kullanılan ve sıcaklığı 1200 °C'ye kadar ayarlanabilen cihazdır.
- Kül etme işlemi aranan maddenin kimyasal yapısına göre farklı ve farklı gerçekleştirilir. Bu değerlere dikkat edilmediği takdirde aranan madde başka bir maddeye dönüşebilir ya da form değiştirerek ortamdaki uçabilir.

C. AŞAĞIDAKİ ÇOKTAN SEÇMELİ SORULARDA DOĞRU SEÇENEĞİ İŞARETLEYİNİZ.

- Aşağıdakilerden hangisi çöktürmede meydana gelebilecek hatalardan **değildir**?
 - Uygun bir çöktürücü reaktif seçilmemiştir.
 - Çöktürme esnasında karıştırma yapılmamıştır.
 - Çöktürücü reaktif numune üzerine yavaş yavaş ilave edilmiştir.
 - Çöktürme için uygun ortam sağlanmamıştır.
 - Aranan madde tam olarak çöktürülmemiştir.





ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME ÇALIŞMALARI

2. Aşağıdakilerden hangisi çökeleğin taşınması gereken özelliklerden **değildir**?
 - A) Çökeleğin çözünürlüğü çok fazla olmalıdır.
 - B) Çökelek kolayca süzulebilmeli ve yıkanabilmelidir.
 - C) Çökelek belirli bileşimde sabit tartıma getirilebilmelidir.
 - D) Çökelek iri taneli olmalıdır.
 - E) Çökelek analiz süresince hava şartlarından etkilenmemelidir.
3. Aşağıdakilerden hangisi yıkamada meydana gelebilecek hatalardan **değildir**?
 - A) Uygun bir yıkama suyu seçilmemiş olabilir.
 - B) Gereğinden fazla yıkama suyu kullanılmış olabilir.
 - C) Süzgeç kâğıdı yırtılmış olabilir.
 - D) Yıkama, yıkama suyunun azar azar ve hızlı bir şekilde püskürtülmesiyle yapılmış olabilir.
 - E) Yıkama suyu uygun konsantrasyonda hazırlanmamış olabilir.
4. Aşağıdakilerden hangisi yıkama işleminde en çok kullanılan yıkama suyudur?
 - A) Elektrolitik yıkama çözeltileri
 - B) Nitrik asit çözeltisi
 - C) Hidroklorik asit çözeltisi
 - D) Amonyum klorür çözeltisi
 - E) Saf su
5. Krozenin sabit tartıma getirilmesi ile ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
 - A) Sabit tartım sıcaklığı, krozenin çeşidine ve analizde kullanılacak sıcaklık derecesine göre belirlenir.
 - B) İlk olarak kroze yakma sıcaklığına kadar ısıtılır.
 - C) Kroze spatül yardımı ile desikatörde soğutulur.
 - D) Kroze kül fırınında soğutulur.
 - E) İki tartım arasındaki fark 0.05 gramı geçmemelidir.
6. Aşağıdaki ifadelerden doğru olanı işaretleyiniz.
 - A) Hava akımını sağlamak için etüvün kapağı kapatılmadan ısıtmaya başlanır.
 - B) Etüv laboratuvarında ısıtma, kurutma ve sterilizasyon işlemlerinde kullanılan cihazdır.
 - C) Etüvün sıcaklığı -25 °C'ye kadar düşebilir.
 - D) Kurutulmak istenilen materyal, etüv sıcaklığı sabitlendikten sonra raflara yerleştirilir.
 - E) Etüv içinde aynı anda iki kurutma yapılabilir.
7. Çökeleği yakma işleminde aşağıdaki işlem basamaklarından hangisi gerçekleştirilir?
 - A) Kroze bek alevinden 50 cm yukarıda olacak şekilde yerleştirilir.
 - B) Yüksek şiddetli alev ile öncelikle süzgeç kâğıdı yakılır.
 - C) Yanma sırasında kâğıt alev alırsa alev saf su ile söndürülür.
 - D) Ateşin şiddeti azaltılır ve kurutmaya devam edilir.
 - E) Yakma işlemine kâğıdın tamamı beyaz görünümü küllü oluncaya kadar devam edilir.





ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME ÇALIŞMALARI

D. AŞAĞIDAKİ AÇIK UÇLU SORULARI CEVAPLAYINIZ

1. İri ve saf bir çökelek elde edebilmek için hangi şartlar sağlanmalıdır?

2. Yıkama suyu olarak hangi maddeler kullanılabilir? Yazınız.

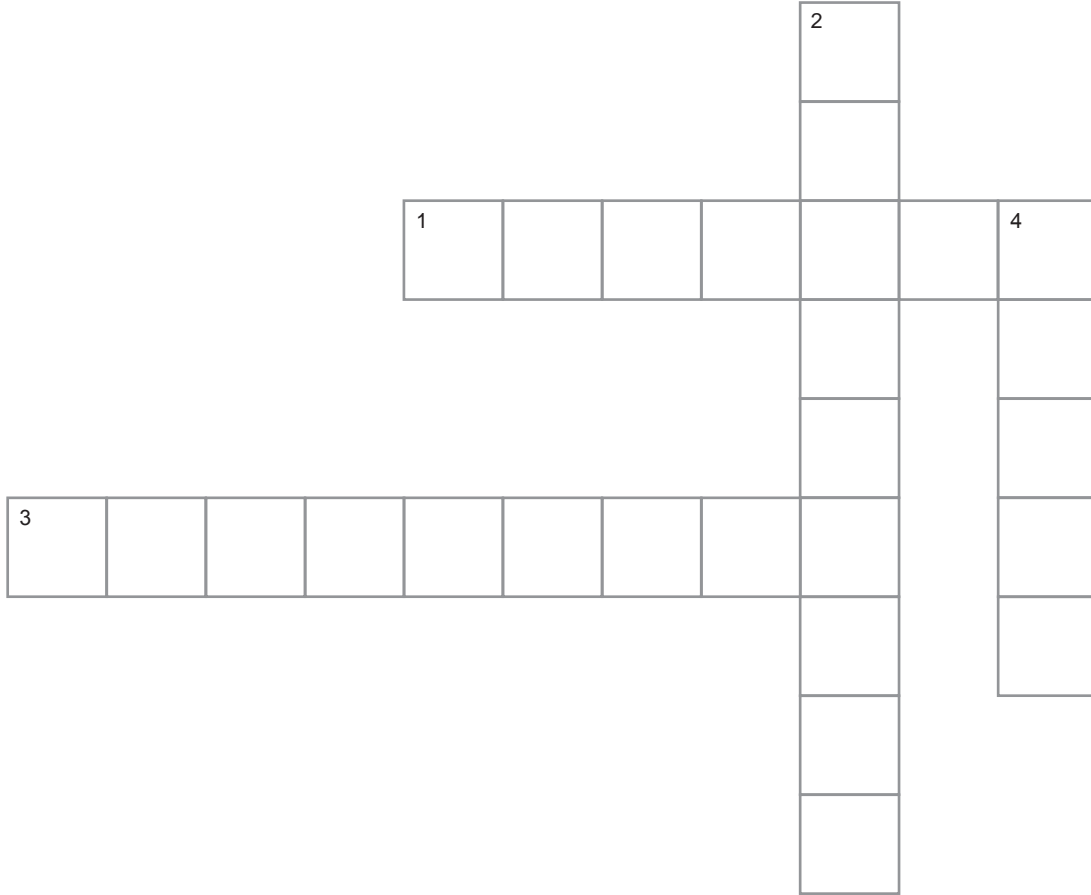
3. Çökeleği kurutma sırasındaki işlem basamakları nelerdir?

4. Kül etme aşamasında hangi noktalara dikkat edilmelidir?





ÇENGEL BULMACA



1. Kendiliğinden veya uygun bir reaktif ile çözünürlüğü az olan bir bileşik hâlinde çöken madde.
2. Gravimetrik analizlerde örneğin yakılması ve kül hâline getirilmesi işlemlerinde kullanılan ve sıcaklığı 1200 °C'ye kadar ayarlanabilen cihaz.
3. Numuneyi oda sıcaklığına kadar soğutmak için kullanılan hacimli ve kapaklı özel cam kap.
4. Numune kurutma ya da yakma işlemleri için kullanılan porselen ya da metalden yapılmış laboratuvar malzemesi.





5. ÖĞRENME BİRİMİ



KALİBRASYON EĞRİSİ

NELER ÖĞRENECEĞİZ?

- 5.1. Standart Çözelti Serileri Hazırlama
- 5.2. Spektrofotometrede Okuma
- 5.3. Kalibrasyon Eğrisi Çizme
- 5.4. Kalibrasyon Eğrisinden Konsantrasyon Hesaplama





AMAÇ

Tekniğine uygun olarak standart çözelti serileri hazırlamak.

GİRİŞ

Standart çözelti serileri hazırlamak; kalibrasyon eğrisi çizmek ve kalibrasyon eğrisini kullanarak hesaplama yapmak için gerekli olan birinci basamaktır. Bu sebeple standart seri çözeltileri hakkında bilgi edinilmesi gerekir.



HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Günlük yaşamınızda tükettiğiniz seyreltilmiş içeceklere örnek veriniz.
2. Kalibrasyon nedir ve neden önemlidir? Araştırınız.

5.1. STANDART ÇÖZELTİ SERİLERİ HAZIRLAMA

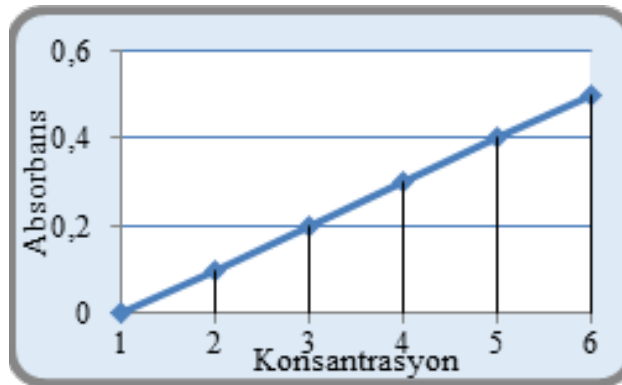
5.1.1. Kalibrasyon

Kalibrasyon, uygun koşullarda doğruluğu bilinen bir ölçüm standardı kullanarak diğer ölçümlerin doğruluğunun belirlenmesi amacı ile yapılmaktadır. Bu amaçla ölçülen miktar ve analizi yapılacak maddenin konsantrasyonu arasındaki bağlantının deneysel olarak belirlenmesine **kalibrasyon** denir.

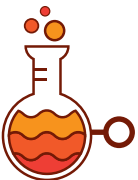
Kalibrasyonda ölçüm yapılan maddenin konsantrasyonu arttırıldığında ölçüm değerinin de arttığı görülür. Yani tespit edilebilir sınırlar içinde konsantrasyon ve ölçüm değeri arasında doğru orantı bağıntısı bulunur.

Bu bağıntı kalibrasyon eğrisi oluşturularak ifade edilmektedir ve bu metoda **kalibrasyon eğrisi metodu** denir. Numunedeki miktarı belirlenmek istenilen maddenin farklı konsantrasyonlarında standart çözelti serileri hazırlanır. Hazırlanan bu çözelti serilerinin sırası ile ölçümleri gerçekleştirilir. Daha sonra milimetrik kâğıt üzerinde veya bilgisayarda excel programında oluşturulan koordinat düzleminde konsantrasyonlar ve konsantrasyonlara karşılık gelen ölçüm değerleri yerleştirilir. Kesişme noktaları işaretlenir. Bu noktalar birleştirilerek kalibrasyon eğrisi elde edilir (Şekil 5.1).

Daha sonra numune ölçümü gerçekleştirilir. Okunan değer hazırlanan kalibrasyon eğrisi üzerine yerleştirilir. Grafikte eğri ile kesiştiği noktaya göre numunedeki ölçülmek istenen madde miktarı belirlenir.



Şekil 5.1: Kalibrasyon eğrisi grafiği





Kalibrasyon eğrisi çizilmesi ve kullanılması, maddeler hâlinde şu şekilde özetlenebilir.

1. İlk olarak standart çözelti serileri hazırlanır.
2. Çözelti serilerinin spektrofotometrede okumaları gerçekleştirilir ve kalibrasyon eğrisi çizilir.
3. Numune çözeltinin spektrofotometrede okuması gerçekleştirilir ve kaydedilir.
4. Kaydedilen değer, kalibrasyon eğrisi kullanılarak numunede aranan madde miktarı tespit edilir.

5.1.2. Standart Çözelti Serileri Hazırlama

Çözeltilerin seyreltilmesi, yoğunluklarının azaltılması yani derişik (konsantre) bir çözeltinin seyreltik (dilüe) bir çözelti hâline getirilmesi demektir. Bir çözeltinin 1/2 oranında seyreltilmesi denilince 1 hacim çözelti ile 1 hacim seyreltme sıvısının karıştırılacağı anlaşılır. 1 hacim çözelti ile 2 hacim seyreltme sıvısının karıştırılması, 1/3 oranında seyreltme demektir (Seyreltme Oranı = Çözelti Hacmi / Çözelti Hacmi + Seyreltme Sıvısı Hacmi).

Çözelti, bileşiminde en az iki maddenin bulunduğu homojen karışımlardır. Bir çözeltide oransal olarak fazla olan bileşene **çözücü**, az olan bileşene **çözünmüş madde** denir. Çözücü olarak genellikle **saf su** kullanılmaktadır.

Standart çözelti serileri hazırlamak için öncelikle elimizde konsantrasyonu bilinen, hazırlanmış bir çözelti olması gerekir. Bu çözeltinin ismi **stok (standart) çözelti**dir. Stok çözeltiden belirli hacimlerde seyrelterek çözelti serileri hazırlanır. Diğer bir ifade ile konsantrasyonu belli bir çözeltiden (stok çözelti) belirli oranlarda (ardışık miktarlarda) alınıp belirli hacme kadar çözücü madde eklenmesiyle elde edilen çözeltilere **çözelti serileri** denir (Görsel 5.1).



Görsel 5.1: Standart çözelti serisi

Stok çözeltiden çözelti serileri hazırlamak için aşağıdaki denklemden yararlanılarak serilerde kullanılacak hacimler belirlenir.

$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$	<p>C_1: Standart çözeltinin konsantrasyonu V_1: Standart çözeltiden alınması gereken hacim C_2: Hazırlanacak çözeltinin konsantrasyonu V_2: Hazırlanacak çözeltinin hacmi</p>
-----------------------------------	---



Spektrofotometrenin de içinde bulunduğu enstrümantal analiz cihazları ile yapılan çalışmalarda eser miktarda içerikler belirlenir. Bu nedenle çalışılacak çözeltilerin çok düşük konsantrasyonlarda (mg/l diğer bir ifade ile ppm düzeyinde) hazırlanması gereklidir. Standart çözelti serileri hazırlanırken bu noktaya dikkat edilmelidir. Standart çözelti serilerinin konsantrasyonları, numuneden beklenen tahmini konsantrasyonu kapsayacak aralıkta olmalıdır. Üstünde ve altında bir değer olmamalıdır.

Standart çözelti serisi hazırlamak için gerekli işlem basamakları aşağıda özetlenmiştir:

1. Konsantrasyonu belli stok çözelti, kullanılacak kimyasal maddeye göre ambalajın üzerinde yazılı olan yönerge doğrultusunda hazırlanır.
2. Standart çözelti serilerinin hacimleri, hesaplama ile tespit edilir.
3. Belirlenen sayıda ve yeterli hacimde balon joje hazırlanır (Genellikle 5 ile 7 arasında yeterli olacaktır.).
4. Balon joculararın üzerine hazırlanan çözelti konsantrasyonları yazılır.
5. Stok çözülden tespit edilen hacimlerde alınarak balon jocularara aktarılır.
6. Balon jocularar hacim çizgisine kadar saf su ile tamamlanır. Kullanılan saf suyun kalitesi (saflık derecesini) TDS (toplam çözünmüş madde) ya da EC (elektriksel iletkenlik) cihazları ile netleştirilerek çözücüye bağlı hata kaynağı azaltılır.
7. Her aşamada, hacim tamamlama kısmında menisküs çizgisine dikkat edilir.
8. Standart çözelti serileri, yeterli süre bekledikten sonra ölçümde kullanılır.

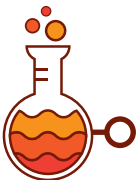
Örnek 1: Konsantrasyonları 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 ve 1 mg/l olan standart demir (II) çözelti serisi hazırlayınız.

Kullanılan araç gereç ve kimyasallar:

- Hassas terazi
- Tartım kabı
- Spatül
- Huni
- 1 000 ml'lik balon joje (2 adet), 100 ml'lik balon joje (5 adet)
- Pipet
- Piset
- Demir (II) amonyum sülfat $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
- Sülfürik asit (H_2SO_4)

Çözelti serileri hazırlayabilmek için ilk olarak stok standart demir (II) çözeltisi hazırlamak gereklidir (TS 546). Bunun için; 7,02 g demir (II) amonyum sülfat ($\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) tartılıp litrelik bir balon joje içine konur. 10 ml sülfürik asit (H_2SO_4) bulunan saf su ile çözüldürüldükten sonra hacim çizgisine tamamlanır. Hazırlanan bu çözeltinin 1 litresinde 1 000 mg demir bulunur (1 000mg/l). Bu çözülden 10 ml alınıp litrelik bir balon joculara saf su ile hacim çizgisine tamamlanırsa 10 mg/l'lik standart demir çözeltisi hazırlanmış olur (10 mg/l).

Standart demir çözeltisinden 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 ve 1 mg/l'lik 100 ml demir çözelti serisi hazırlamak için $C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$ formülünden alınması gereken stok standart demir çözeltisi hacimleri hesaplanır.





0,2 mg/l için	$10 \times V_1 = 0,2 \times 100$	→	$V_1=2$ ml
0,4 mg/l için	$10 \times V_1 = 0,4 \times 100$	→	$V_1=4$ ml
0,6 mg/l için	$10 \times V_1 = 0,6 \times 100$	→	$V_1=6$ ml
0,8 mg/l için	$10 \times V_1 = 0,8 \times 100$	→	$V_1=8$ ml
1 mg/l için	$10 \times V_1 = 1 \times 100$	→	$V_1=10$ ml

5 adet 100 ml'lik balon joje alınır, üzerlerine hazırlanacak çözelti konsantrasyonları yazılır. Balon jöjelere hazırlanacak konsantrasyonuna göre hesaplanan miktarlarda stok standart demir çözeltisi ilave edilir. Saf su ile hacim çizgilerine tamamlanır. Böylece istenilen konsantrasyonlarda standart demir çözelti serisi hazırlanmış olur.

Örnek 2: Konsantrasyonları sırasıyla 0.0, 0.5, 1.0, 2.5, 5.0, 7.5 ve 10 mg/l olan standart potasyum çözelti serisini hazırlayınız.

Kullanılan araç gereç ve kimyasallar:

- Hassas terazi
- Tartım kabı
- Spatül
- Huni
- Mezür
- 1 000 ml'lik balon joje (2 adet), 100 ml'lik balon joje (7 adet)
- Pipet
- Piset
- Potasyum klorür (KCl)

Çözelti serileri hazırlayabilmek için ilk olarak stok potasyum çözeltisi hazırlamak gereklidir. Bunun için 0,191 g potasyum klorür (KCl) tartılır. Litrelik balon jöjeye konur ve saf su ile çözündürülerek hacim çizgisine tamamlanır. Hazırlanan bu çözeltinin 1 litresinde 100 mg potasyum bulunur (100 mg/l). Bu çözeltiden 100 ml alınıp litrelik bir balon jöjede saf su ile hacim çizgisine tamamlanırsa 10 mg/l olan standart potasyum çözeltisi hazırlanmış olur (10 mg/l).

Standart çözeltiden 0.0, 0.5, 1.0, 2.5, 5.0, 7.5 ve 10 mg/l'lik 100ml potasyum çözeltisi serisi hazırlamak için $C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$ formülü kullanılarak alınması gereken stok standart çözelti hacimleri hesaplanır. 0.0 mg/l için 100 ml lik balon joje balon çizgisine kadar saf su ile doldurulur.

0,5 mg/l için	$10 \times V_1 = 0,5 \times 100$	→	$V_1 = 5$ ml
1,0 mg/l için	$10 \times V_1 = 1,0 \times 100$	→	$V_1 = 10$ ml
2,5 mg/l için	$10 \times V_1 = 2,5 \times 100$	→	$V_1 = 25$ ml
5,0 mg/l için	$10 \times V_1 = 5,0 \times 100$	→	$V_1 = 50$ ml
7,5 mg/l için	$10 \times V_1 = 7,5 \times 100$	→	$V_1 = 75$ ml
10 mg/l için	$10 \times V_1 = 10 \times 100$	→	$V_1 = 100$ ml



7 adet 100 ml'lik balon jöje alınır, üzerlerine hazırlanacak çözelti konsantrasyonları yazılır. Balon jöjelere, hazırlanacak konsantrasyona göre hesaplanan miktarlarda stok standart potasyum çözeltisi aktarılır. Balon jöjeler hacim çizgisine kadar saf su ile tamamlanır.

Örnek 3: Sularda kolorimetrik molibdovanadofosfat metoduna göre fosfor tayininde kalibrasyon eğrisi oluşturmak için 1, 2, 4, 8, 12, 16 ve 20 mg/l'lik standart fosfor çözelti serisi hazırlayınız.

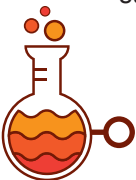
Kullanılan araç gereç ve kimyasallar:

- Hassas terazi
- Tartım kabı
- Spatül
- Huni
- Mezür
- 1 000 ml'lik balon jöje (2 adet), 100 ml'lik balon jöje (7 adet)
- Pipet
- Piset
- Potasyum dihidrojen fosfat, KH_2PO_4
- Nitrik asit, HNO_3 , $d=1.42$
- Amonyum molibdat-amonyum vanadat çözeltisi: 40 gram amonyum molibdattetrahidrat ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$) 400 ml saf suda çözülür. 1,0 gram amonyum vanadat (NH_4VO_3) 300 ml saf su ve 200 ml derişik nitrik asit karışımında çözülür. Amonyum molibdat çözeltisi, amonyum vanadat çözeltisine eklenir ve iyice karıştırılır. Saf su ile hacim çizgisine tamamlanır.
- Stok standart fosfor çözeltisi hazırlamak için 2,197 gram potasyum dihidrojen fosfat (KH_2PO_4) tartılıp litrelik bir balon jöjede saf su ile çözündürülerek hacim çizgisine tamamlanır. Hazırlanan bu çözeltinin litresinde 500 mg fosfor bulunmaktadır (500 mg/l). Bu çözeltiden 200 ml alınıp litrelik bir balon jöjede saf su ile hacim çizgisine tamamlanırsa 100 mg/l'lik standart fosfor çözeltisi hazırlanmış olur (100 mg/l).

Bu çözeltiden 1, 2, 4, 8, 12, 16 ve 20 mg/l'lik 100 ml fosfor çözelti serisi hazırlamak için $C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$ formülünden alınması gereken stok standart çözelti hacimleri hesaplanır.

1,0 mg/l için	$100 \times V_1 = 1,0 \times 100$	→	$V_1 = 1 \text{ ml}$
2,0 mg/l için	$100 \times V_1 = 2,0 \times 100$	→	$V_1 = 2 \text{ ml}$
4,0 mg/l için	$100 \times V_1 = 4,0 \times 100$	→	$V_1 = 4 \text{ ml}$
8,0 mg/l için	$100 \times V_1 = 8,0 \times 100$	→	$V_1 = 8 \text{ ml}$
12,0 mg/l için	$100 \times V_1 = 12,0 \times 100$	→	$V_1 = 12 \text{ ml}$
16,0 mg/l için	$100 \times V_1 = 16,0 \times 100$	→	$V_1 = 16 \text{ ml}$
20,0 mg/l için	$100 \times V_1 = 20,0 \times 100$	→	$V_1 = 20 \text{ ml}$

7 adet 100 ml'lik balon jöje alınıp her birinin üzerine hazırlanacak çözelti konsantrasyonu yazılır. Balon jöjelere, hazırlanacak konsantrasyona göre hesaplanan miktarlarda stok standart fosfor çözeltisi aktarılır. Her bir balon jöjeye yaklaşık 50 ml saf su ve 25 ml amonyum molibdat - amonyum vanadat çözeltisi eklenip saf su ile hacim çizgisine tamamlanır. İstenilen sarı rengin oluşması için 2 dakika beklenir.





UYGULAMA YAPRAĞI 1

STANDART ÇÖZELTİ SERİLERİ HAZIRLAMA

AMAÇ:

Suda kolorimetrik molibdovanadofosfat metoduna göre fosfor analizi için 0.0, 1.0, 2.0, 4.0, 6.0, 8.0 ve 10.0 mg/l fosfor içeren standart fosfor çözelti serisi hazırlamak.

1.1. Kullanılacak Araç, Gereç ve Kimyasallar

- Hassas terazi
- Potasyum dihidrojen fosfat
- Amonyum molibdat –amonyum vanadat çözeltisi
- 2 adet 1 000 ml, 7 adet 100 ml ölçüsünde balon joje
- 250 ml ölçüsünde mezür
- Huni
- Pipet
- Saat camı
- Spatül
- Piset

1.2. İşlem Basamakları



Laboratuvar önlüğünü giyiniz.

- Önlüğünüzü laboratuvar dışında giyip çıkarınız.



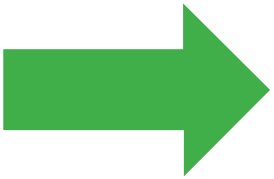
Saat camına 2,197 g potasyum dihidrojen fosfat tartınız.

- Tartım yaparken terazi kullanım kurallarını hatırlayınız.



Dihidrojen fosfatı 1 000 ml ölçüsünde balon jöjeye aktarınız.

- Aktarma sırasında huni kullanınız.
- Saat camında kimyasal kalmamasına özen gösteriniz.



Balon jöjeye bir miktar saf su ekleyip potasyum dihidrojen fosfatın çözünmesini sağlayınız.

- Çözünmenin tamamen gerçekleşmesini bekleyiniz.



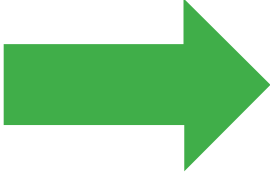
Balon joneyi hacim çizgisine kadar saf su ile tamamlayınız.

- Ölçü çizgisine yaklaştığınızda saf suyu dikkatli doldurunuz.



Mezür kullanarak bu çözülden 200 ml alıp 1 000 ml ölçüsünde balon joneye aktarınız ve ölçü çizgisine kadar balon joneyi saf su ile tamamlayınız.

- Aktarma yaparken huni kullanınız.
- Mezürdeki çözeltiyi eksiksiz alınız.
- Ölçü çizgisine yaklaştığınızda saf suyu dikkatli doldurunuz.



Çözelti serileri hazırlamak için stok çözülden almanız gereken miktarları hesaplayınız.

- Hesaplamaları dikkatli yapınız.



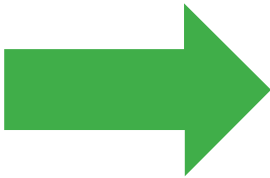
7 adet 100 ml ölçüsünde balon jone alarak üzerlerine konsantrasyonları yazınız.

- Konsantrasyonları cam yazar kalem ile yazmayı unutmayınız.



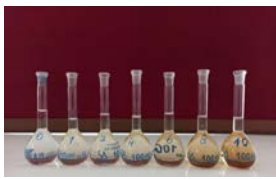
Balon jolere hesaplanan miktarlarda stok çözülden aktarınız.

- Karışıklık olmaması için aktarmaları sırası ile azalan ya da artan seyirde gerçekleştiriniz.
- Pipet okuma kurallarına uyunuz.
- Alınan çözeltiyi doğru balon joneye aktarınız.



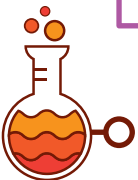
Balon jolerin her birine bir miktar saf su ve 25 ml amonyum molibdat amonyum vanadat çözeltisi ekleyiniz.

- Hacim ölçümlerini dikkatli yapınız.
- Karışıklık olmaması için çözelti serilerinin sırasına göre çalışınız.



Balon joleri saf su ile hacim çizgisine tamamlayınız.

- Spektrofotometre de okuma yapmadan önce birkaç dakika bekleyiniz.
- Kullandığınız araç gereçleri temizleyiniz.





1.3. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Deney sonunda çözelti serilerinin renklerinde farklılık gözlemlediniz mi? Sebebini tartışınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu deney kapsamında yaptığınız çalışma öğretmeniniz tarafından aşağıdaki kontrol listesine göre değerlendirilecektir.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Potasyum dihidrojen fosfat tartımında, tartım kurallarına uydu mu?		
2. Potasyum dihidrojen fosfatı balon jojeye aktarırken dikkatli oldu mu?		
3. Balon jocuları ölçüsüne göre tamamladı mı?		
4. Stok çözeltiden alınacak hacimleri belirleme hesaplamalarını doğru yaptı mı?		
5. Hacim ölçümlerinde gereken özeni gösterdi mi?		
6. Kullandığı malzemeleri temiz bıraktı mı?		

SONUÇ

(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH .../.../20...	
	DEĞERLENDİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	TEMİZLİK DÜZENİ	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
ADI-SOYADI							
NUMARASI	ALANLARA VERİLEN PUAN	30	50	10	10	100	
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI	TAKDİR EDİLEN PUAN						





AMAÇ

Tekniğine uygun olarak spektrofotometrede okuma yapmak.

GİRİŞ

Spektrofotometrede okuma yapmak için cihaz ve kullanımı hakkında bilgi edinilmesi gerekir.



HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Dalga boyu nedir? Araştırınız?
2. Göz hangi dalga boylarındaki ışıkları görür? Araştırarak sınıfta arkadaşlarınıza anlatınız.
3. Ev eşyası olarak kullanılan cihazların hangi dalga boylarında çalıştıklarını araştırınız.

5.2. SPEKTROFOTOMETREDE OKUMA

5.2.1. Spektrofotometre

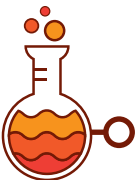
Belirlenen dalga boyundaki ışığın, analizi yapılacak numune çözeltisi üzerine uygulanması sonrasında numune tarafından ışığın tutulan kısmının belirlenmesinde kullanılan cihaza **spektrofotometre** denir (Görsel 5.2).

Çözelti içindeki madde miktarı ne kadar fazla ise çözelti tarafından tutulan ışık miktarı o kadar fazla olur. Çözelti içindeki bütün maddeler, ışığın bir dalga boyunu tutarken diğerlerini yansıtır veya geçirir.

Kalitatif ve kantitatif analizlerin yapıldığı, laboratuvarların en temel cihazlarından bir tanesidir. Laboratuvarlarda karbonhidrat, protein, vitamin, element analizlerinde ve enzimatik reaksiyonlar sonucu meydana gelen ürünlerin konsantrasyonlarının belirlenmesinde kullanılmaktadır.

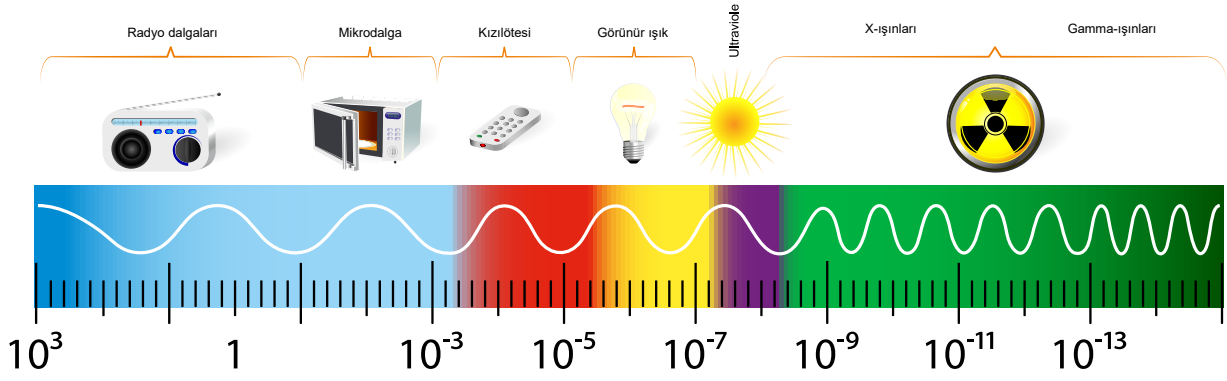


Görsel 5.2: Spektrofotometre



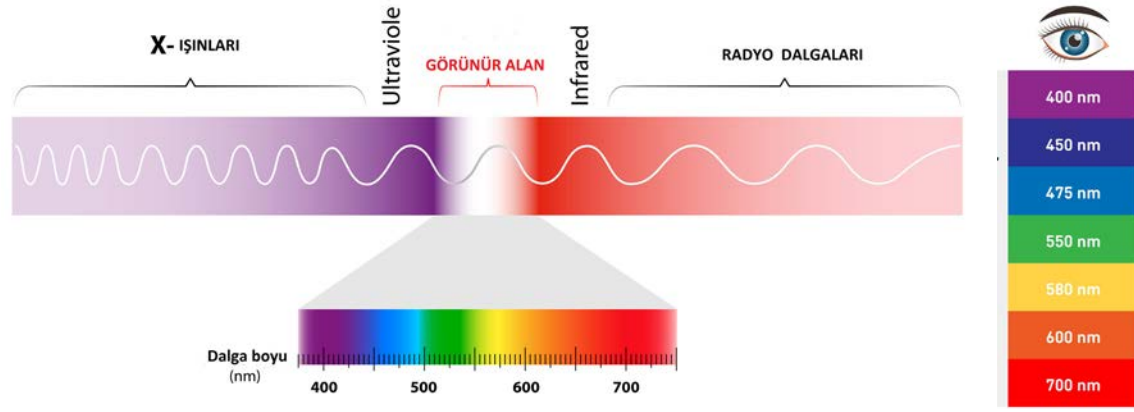


Işığın dalga boylarına göre dağılımı Görsel 5.3'te verilmiştir.



Görsel 5.3: Işığın dalga boylarına göre dağılımı

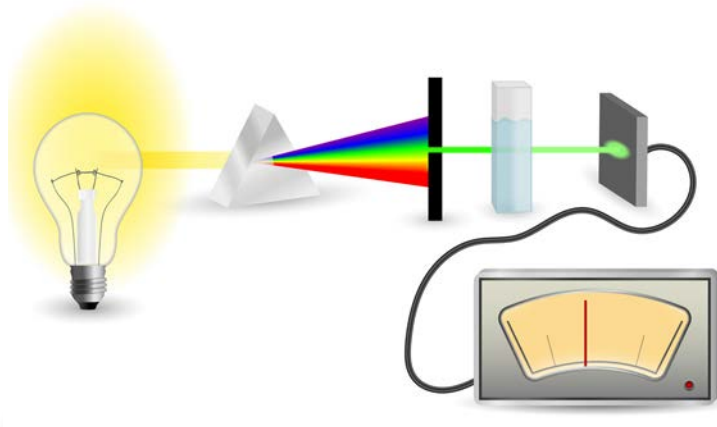
Görünür alanda dalga boylarına göre gözün ışığı algıladığı renkler Görsel 5.4'te verilmiştir.



Görsel 5.4: Gözün algıladığı dalga boyları

5.2.2. Spektrofotometrenin Kısımları

Spektrofotometreler ışık kaynağı, monokromatör, diyafram, küvet, dedektör ve fotometre (sinyal işlemci) kısımlarından oluşur (Görsel 5.5).



Görsel 5.5: Spektrofotometrenin kısımları



5.2.2.1. Işık Kaynağı

Bir çeşit özel lambadır. Spektrofotometre sisteminin ışığını sağlar (Görsel 5.6). Enerjisinin yüksek ve sabit olmasının yanı sıra düzenli spektrum vermesi gereklidir.

Spektrofotometrede ultraviyole ve görünür olmak üzere iki bölgede çalışma yapılır. Ultraviyole bölgede dötaryum lambalar kullanılır ve 160 nm ile 360 nm arasındaki ışınlar için tercih edilir. Görünür bölgede tungsten halojen lambalar ya da ksenon ark lambaları kullanılır ve 320 nm ile 2500 nm dalga boyu arasındaki ışınlar için tercih edilir.

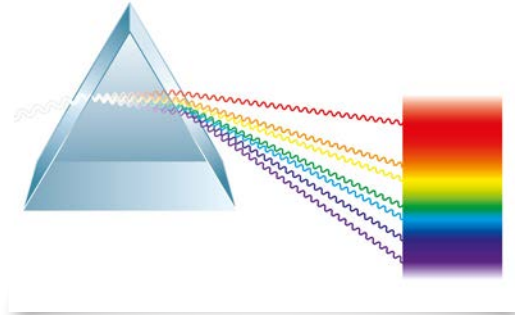
Spektrofotometre okumalarında çalışılmak istenilen dalga boyunun hangisi olduğunun belirlenmesi gerekir. Yapılacak analize göre dalga boyları farklılık gösterir. Işık kaynağı, ilgili dalga boyuna spektrofotometre üzerindeki düğmelerden ya da spektrofotometre ekranındaki cihaz programından ayarlanır.



Görsel 5.6: Işık kaynağı

5.2.2.2. Monokromatör

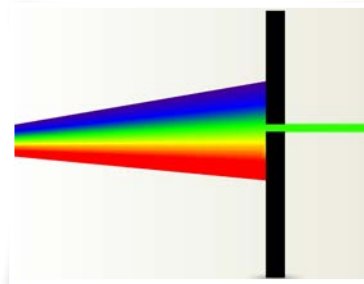
Spektrofotometre içinde ışığı dağıtan prizma kısmıdır (Görsel 5.7). Işık kaynağından gelen ışığı, istenilen dalga boyuna getirir ve numuneye gönderir. Işık prizmaya girerken ve prizmadan çıkarken farklı oranlarda kırılmaya uğrar. İstenilen dalga boyu bu kırılma oranlarına bağlı olarak monokromatör tarafından ayrılır. Daha sonra ayrılan ışık diyaframa iletilir.



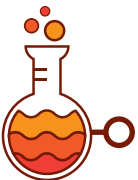
Görsel 5.7: Monokromatör

5.2.2.3. Diyafram

Ayrılan ışığın geçtiği kısımdır. Örnek küvetine düzgün bir ışık demetinin ulaşmasını sağlar. Spektrofotometrelere göre değişmekle birlikte diyaframın görevini yarıklı levhalar gerçekleştirir (Görsel 5.8). Bu durumda yarıklı levhalar monokromatörün ön ve arka tarafında bulunur.



Görsel 5.8: Yarıklı levha

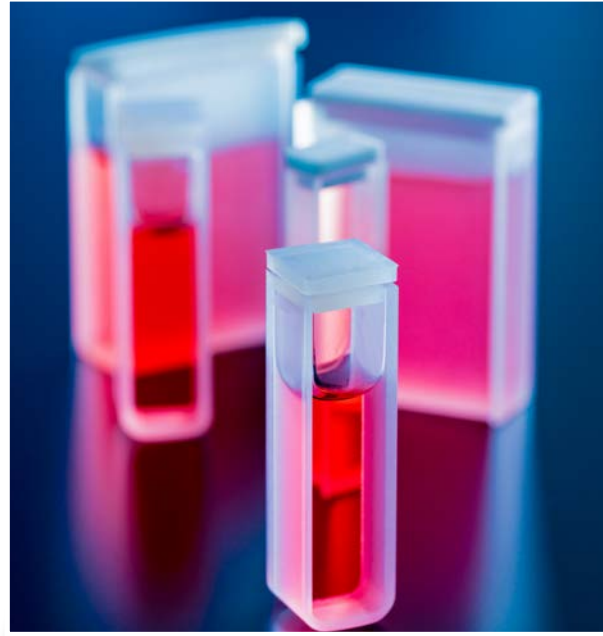




5.2.2.4. Küvet

Numune çözeltisinin içine konulduğu, dikdörtgenler prizması şeklindeki özel bir kaptır (Görsel 5.9). Prizmanın uzun yüzlerinden karşılıklı iki cephesi şeffaf, diğer iki cephesi buzludur. Işık yoluna mutlaka şeffaf olan kısmın gelmesine dikkat edilmelidir.

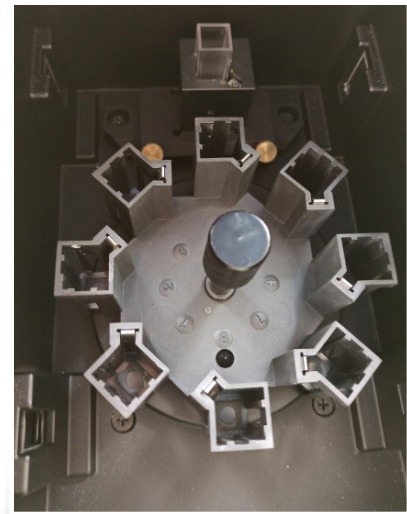
Küvetler yapıldığı malzemeye göre kuvars, cam ya da plastik ve kullanım şekline göre tek kullanımlık ya da çok kullanımlık olabilir. Kuvars küvetler spektrofotometrede hem UV hem de görünür bölge çalışmalarında kullanılmak üzere en uygun olan küvet çeşitleridir ancak pahalı olmaları sebebi ile yalnızca özel çalışmalarda tercih edilir. Cam küvetler ucuz, dayanıklı ve görünür bölge çalışmaları için uygundur. Plastik küvetler 200 nm ve 700 nm arasındaki dalga boylarında rahatlıkla kullanılabilir, ucuzdur ancak kolayca çizilebilir. Bu sebeple yaygın olarak tek kullanımlık olarak üretilir.



Görsel 5.9: Spektrofotometre küvetleri

Spektrofotometre çalışmalarında küvet seçerken şu hususlara dikkat edilmelidir.

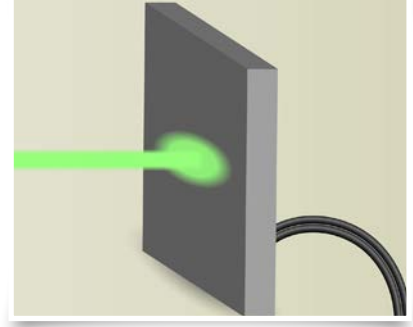
- Dalga boyu ile uyumlu küvetler seçilmelidir.
- Çizilmemiş küvetler kullanılmalıdır. Kullanıma bağlı aşınma riskine karşı düzenli olarak kontrolleri yapılmalıdır.
- Kullanım sırasında buzlu kısımdan tutulmalıdır.
- Işık yoluna yerleştirilirken şeffaf kısmın ışık yoluna gelmesine çok dikkat edilmelidir (Görsel 5.10).
- Kesinlikle ısıya maruz bırakılmamalıdır.
- Temiz kullanılmalıdır. Kullanımdan sonra mutlaka çeşme suyu ve ardından saf su ile fırça kullanılmadan temizlenmelidir. Çok kirli küvetlerde çeşme suyundan önce deterjan kullanılabilir. Temizlikte deterjan yeterli olmadığı zaman %20'lik nitrik asit çözeltisi ya da %10'luk NaOH çözeltisi kısa süreli uygulanmak şartıyla kullanılabilir.



Görsel 5.10: Spektrofotometre içinde küvetin yerleştirildiği yuvalar

5.2.2.5. Dedektör

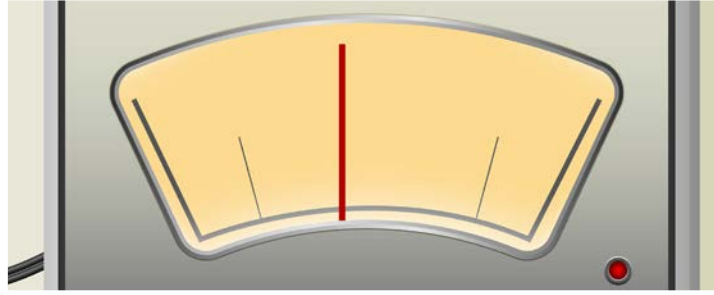
Küvetten geçerek gelen ışınların miktarını belirleyip ışık enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren kısımdır (Görsel 5.11). Verileri sinyal işlemciye aktarır.



Görsel 5.11: Dedektör

5.2.2.6. Fotometre (Sinyal İşlemci)

Dedektörde dönüştürülen elektrik akımını ölçen ve değerleri rakamsal olarak ifade eden kısımdır (Görsel 5.12). Gösterge ekranlı ya da dijital olabilir. Gelişmiş tip spektrofotometrelerde değerler direk yazıcıdan alınabilir.



Görsel 5.12: Fotometre

5.2.3. Spektrofotometre Çeşitleri

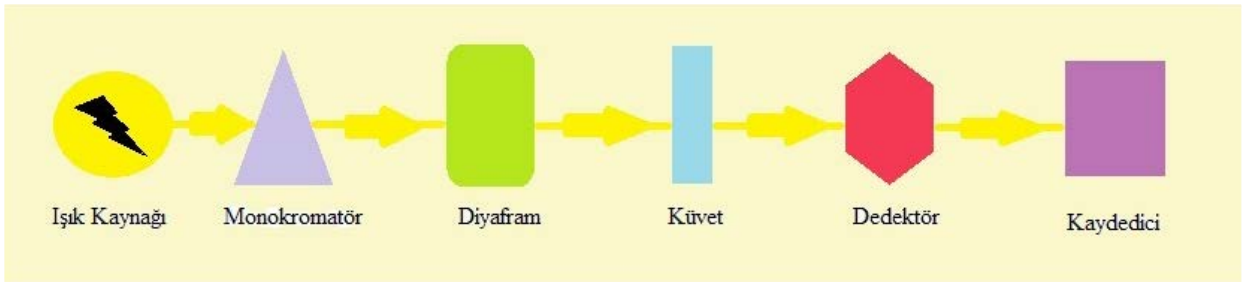
Spektrofotometreler kendi içinde emisyon spektrofotometresi, absorpsiyon spektrofotometresi, nükleer magnetik rezonans (NMR) spektrofotometresi, kütle spektrofotometresi ve X ışını spektrofotometresi olmak üzere beş gruba ayrılır.

Absorpsiyon spektrofotometreleri de kendi içinde UV-VIS ve Atomik absorpsiyon spektrofotometresi olmak üzere ikiye ayrılır.

UV –VIS Spektrofotometre ile 200 nm ve 2500 nm dalga boyları arasındaki yani ultraviyole (UV), görünür bölge (GA) ve infrared (IR) bölgelerde ölçüm yapılabilmektedir. Genel olarak spektrofotometrede tek ışık yolu kullanılır ancak UV spektrofotometreleri yapılarına göre tek ışık yollu ve çift ışık yollu olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

5.2.3.1. Tek Işık Yollu Spektrofotometreler

Işık demeti tek doğrultuda yol alır (Görsel 5.13). Önce sıfır (ışık yolu tamamen kapatılarak) ve 100 (ışık yolu tamamen açılarak) ayarları yapılarak cihaz kalibre edilir. Ardından numune okumaları teker teker yapılır. Basit ve ucuz olmalarının yanı sıra hassas okuma yapmaları sebebi ile yaygın olarak kullanılır.



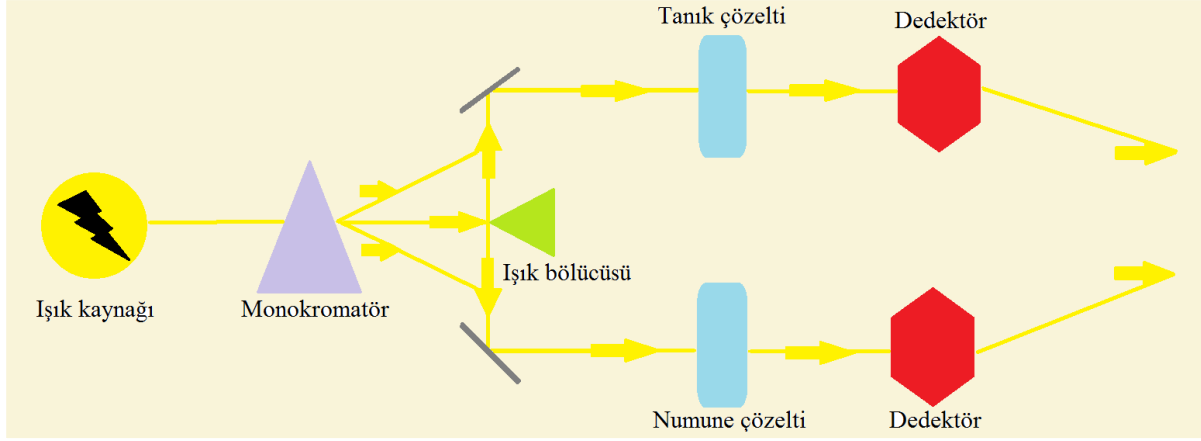
Görsel 5.13: Tek ışık yollu spektrofotometre diyagramı





5.2.3.2. Çift Işık Yollu Spektrofotometreler

Her dalga boyu için ayrı ayrı 0 ve 100 ayarı yapılmaz. Işık demeti prizmadan sonra yarıklı levhada ışık demeti bölücüsü tarafından ikiye ayrılır (Görsel 5.14). Eşit ışık şiddetinde ayrılan demetlerden ilki şahit (tanık, kör) çözeltilerden, ikincisi numuneden geçerek sinyal işlemciye ayrı ayrı ulaşır. İki değer arasındaki fark okunur. Tek ışık yollu spektrofotometrelere göre hassasiyetleri düşük olmasına karşın voltaj değişikliklerinden etkilenmez ve okumada zaman kazandırır.



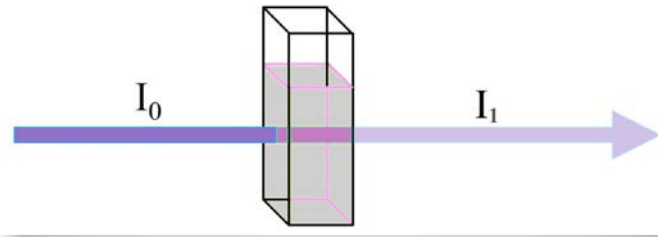
Görsel 5.14: Çift ışık yollu spektrofotometre diyagramı

5.2.4. Spektrofotometrelerin Çalışma Prensibi

Kapalı bir ışık yolu üzerinde numune çözeltilerinden belirlenen dalga boyunda ışık geçirilmesi ve geçen ışığın hangi miktarda tutulduğunun bulunması esasına dayanır.

Işığın numune içindeki maddeler tarafından tutulmasına absorpsiyon (emilim, soğurma), çok az tutulmasına ya da direk geçirilmesine transmisyon denir. Örneğin görünür alanda ışınların tamamı geçiyor ya da yansıyor beyaz görüntü elde edilir. Işınların tamamı absorblanıyorsa siyah görüntü elde edilir. Işık absorpsiyonu, absorbans (A) ya da optik dansite (OD); ışığın geçirilme oranı, transmitant (T) olarak ifade edilir.

Numune çözeltisi içindeki maddelerden her biri farklı dalga boylarında tutulur yani çözelti içindeki bir madde belirli bir dalga boyunda ışığı tutarken aynı dalga boyunda diğer maddeler ışığı geçirir ya da yansıtır.



Görsel 5.15: Beer Lambert yasası

Işık kaynağından çıkan ışık ile fotometreye ulaşan ışık arasındaki fark absorblanma miktarıdır ve Beer Lambert teoremi ile hesaplanır (Görsel 5.15). Bu teoreme göre numune konsantrasyonu ile ışık absorpsiyonu doğru orantılıdır. Numune çözeltisi ne kadar yoğun ise tutulan ışık miktarı da o oranda yüksek olur. Yani numune çözeltisinden geçen ışık miktarı; ışığın çözelti içinde aldığı yol ve çözelti konsantrasyonu ile logaritmik olarak ters orantılı, absorbe edilen ışık miktarı ise doğru orantılıdır.



Beer Lambert Teoreminin matematiksel ifadesi şu şekildedir.

$A = \text{Log}10 \frac{I_0}{I_1}$	<p>A: Absorbans I_0: Işık kaynağında çıkan ışığın yoğunluğu, I_1: Numuneden geçen ışığın yoğunluğunu ifade eder.</p>
------------------------------------	--

Çözeltinin ışığı geçirme oranı;

$T = \frac{I_0}{I_1}$	<p>T: Transmittans I_0: Işık kaynağında çıkan ışığın yoğunluğu, I_1: Numuneden geçen ışığın yoğunluğunu ifade eder.</p>
-----------------------	---

Absorbans değeri transmittans değerinin negatif logaritmasıdır.

$$A = \text{Log} = \frac{1}{T} = - \text{Log} T = - \text{Log} \frac{I_0}{I_1}$$

Transmittans değerinin 100 ile çarpımından elde edilen değere % Transmittans adı verilir ve numuneye giren ışığın yüzde kaçının çözülden çıktığını gösterir. Numunenin konsantrasyonu arttıkça absorbans artar ve % transmittans azalır.

% Transmittans değeri 0 ile 100 arasında; Absorbans değeri ise 0 ile sonsuz arasında değişir. Spektrofotometre çalışmalarında absorbans değerinin 0 ile 2 arasındaki kısmı kullanılır ve bu aralık % transmittans değerinin 1 ile 100 arasındaki bir değerine denk gelir.

5.2.5. Spektrofotometrede Okuma

Spektrofotometre okumalarında cihaz çalıştırılıp yeterli süre ısıtıldıktan sonra ilk olarak çalışılacak dalga boyu tespit edilmelidir. Dalga boyu, belirlenmek istenen maddeye göre değişir ve uygulanacak analiz metodunda belirtilir. Dalga boyu belirtilmemiş ise miktarı tespit edilecek maddenin 1 molar çözeltisi hazırlanıp çeşitli dalga boylarındaki absorbans değeri ölçülür ve en yüksek absorbansın ölçüldüğü dalga boyu belirlenir. Spektrofotometre, belirlenen dalga boyuna ayarlanarak ölçüm işlemleri gerçekleştirilir (Görsel 5.16).

İkinci olarak kör çözelti ile spektrofotometrenin absorbans (0) ve transmittans (100) ayarı yapılır. Kör çözelti spektrofotometre optik ayarının yapılması amacıyla kullanılan çözüldür. Genellikle saf su ya da okuma yapılacak reaktif, kör çözelti olarak kullanılır.

Sonraki aşamada hazırlanmış olan standart çözelti serileri sırası ile okunur ve elde edilen değerler kalibrasyon eğrisi çizimi için kaydedilir.

Sonrasında numune çözümlerinin okumaları gerçekleştirilir ve değerler kaydedilir.



Görsel 5.16: Spektrofotometrede okuma





UYGULAMA YAPRAĞI 1

SPEKTROFOTOMETREDE OKUMA

AMAÇ:

Çözelti serilerinin (0, 1, 2, 4, 6, 8, 10 mg/l fosfor içeren) absorbans okumalarını spektrofotometrede 410 nm dalga boyunda yapmak.

1.1. Kullanılacak Araç, Gereç ve Kimyasallar

- Spektrofotometre
- Standart fosfor çözelti serisi
- Pipet
- Kâğıt
- Kalem

1.2. İşlem Basamakları



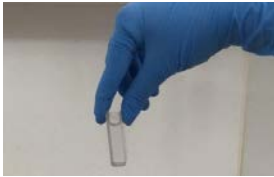
Laboratuvar önlüğünü giyiniz.

- Önlüğünüzü laboratuvar dışında giyip çıkarınız.



Spektrofotometreyi çalıştırınız ve dalga boyunu 410 nm'ye ayarlayınız.

- Cihazı kullanım klavuzuna göre çalıştırınız ve bir süre ısınmasını bekleyiniz.
- Dalga boyunu ayarlarken dikkatli olunuz.



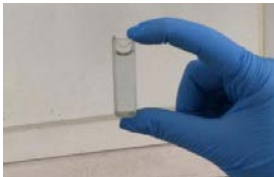
Spektrofotometre küvetine kör çözeltiyi koyunuz.

- Kör çözelti olarak 0 ml/l konsantrasyonlu çözeltiyi kullanınız.
- Küvetin şeffaf yüzeylerinden tutmamaya özen gösteriniz.
- Küveti yuvasına yerleştirirken şeffaf yüzeyin ışık yolu yönünde olmasına çok dikkat ediniz.



Kör çözeltilerde okuma yaparak 0 -100 ayarlarını yapınız.

- Cihaz üzerinde ilgili düğmelerle absorbans 0'a, transmittans 100'e ayarlama esnasında çok dikkatli olunuz.



Diğer küvetlere sırası ile çözelti serilerinden koyarak okumaları gerçekleştiriniz.

- Küvet yüzeylerinin temiz olmasına ve içinde yeteri miktarda çözelti olmasına dikkat ediniz.





Her bir çözelti için ayrı ayrı okuma yapınız.

- Okunan değerleri karıştırmadan not ediniz.
- İşlem sonunda kullandığınız malzemeleri uygun şekilde temizleyiniz.

1.3. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Deney sonucunda ne gözlemlediniz? Yorumlayınız.

KONTROL LİSTESİ

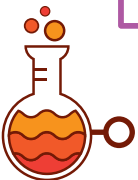
Bu deney kapsamında yaptığınız çalışma öğretmeniniz tarafından aşağıdaki kontrol listesine göre değerlendirilecektir.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Spektrofotometreyi çalıştırdıktan sonra cihazın ısınmasını bekledi mi?		
2. Dalga boyunu doğru ayarladı mı?		
3. 0 ve 100 ayarını yaptı mı?		
4. Çözelti serilerini sırası ile okudu mu?		
5. Okunan değerleri kaydetti mi?		
6. Çalışma sonrasında temizlik yaparak kontrolleri gerçekleştirdi mi?		

SONUÇ

(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH .../.../20...	
	DEĞERLENDİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	TEMİZLİK DÜZENİ	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
ADI-SOYADI							
NUMARASI	ALANLARA VERİLEN PUAN	30	50	10	10	100	
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI	TAKDİR EDİLEN PUAN						





AMAÇ

Tekniğine uygun olarak kalibrasyon eğrisi çizmek.

GİRİŞ

Kalibrasyon eğrisi çizimi ve çizimde kullanılan yöntemler hakkında bilgi edinilmesi gerekir.



HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Kalibrasyon neden önemlidir? Kalibrasyon eğrisi nerelerde kullanılır? Araştırıp arkadaşlarınız ile paylaşınız.

5.3. KALİBRASYON EĞRİSİ ÇİZME

5.3.1. Kalibrasyon Eğrisi

Standart çözelti serilerinin bilinen derişimlerine (konsantrasyonlarına) karşılık gelen (okunan) absorbands değerlerini grafiğe aktarıp elde edilen noktaların birleştirilmesi sonucu oluşan çizgiye kalibrasyon eğrisi denir. Kalibrasyon eğri grafiği, milimetrik kâğıt kullanılarak ya da bilgisayarda excel programı kullanılarak kolaylıkla çizilebilir.

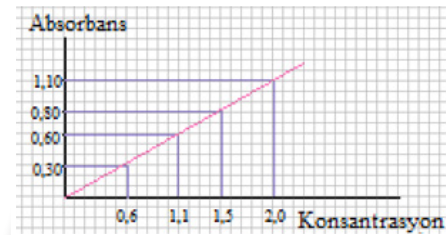
5.3.1.1. Milimetrik Kâğıt Kullanarak Kalibrasyon Eğrisi Çizme

Milimetrik kâğıt kullanılarak kalibrasyon eğrisi çizmek için aşağıdaki işlem basamakları sırası ile takip edilir:

1. Milimetrik kâğıt üzerinde x (yatay) ve y (dikey) eksenli koordinat düzlemi oluşturulur. Milimetrik kâğıt üzerinde her bir aralığın 1 mm'yi gösterdiği göz önünde bulundurularak sonraki işlemler gerçekleştirilir.
2. X eksenine 0 noktasından başlayarak çözelti serilerinin konsantrasyonları, doğru noktalar belirlenerek sırası ile işaretlenir ve değerler işaretlenen noktalara yazılır.
3. Y eksenine 0 noktasından başlayarak çözelti serilerinin konsantrasyonlarına karşı gelen spektrofotometrede okunan veriler (absorbans değerleri), doğru noktalar belirlenerek sırası ile işaretlenir ve değerler işaretlenen noktalara yazılır.
4. X ve Y eksenlerinde belirlenen noktalar milimetrik düzlem takip edilerek karşılıklı olarak kesiştirilir ve kesişme noktaları işaretlenir.
5. İşaretlenen kesişim noktaları 0'dan başlanmak üzere doğru çizilerek birleştirilir ve kalibrasyon eğrisi elde edilir.

Aşağıdaki örnekte çözelti serileri konsantrasyonları ile bu konsantrasyonlara ait absorbands değerleri verilmiştir ve milimetrik kâğıt üzerinde kalibrasyon eğrisi çizimi Şekil 5.2'de gösterilmiştir.

Konsantrasyonlar (mg/l)	Absorbans Değerleri
0,0	0,00
0,6	0,30
1,1	0,60
1,5	0,80
2,0	1,10



Şekil 5.2: Milimetrik kâğıt kullanarak kalibrasyon eğrisi çizme

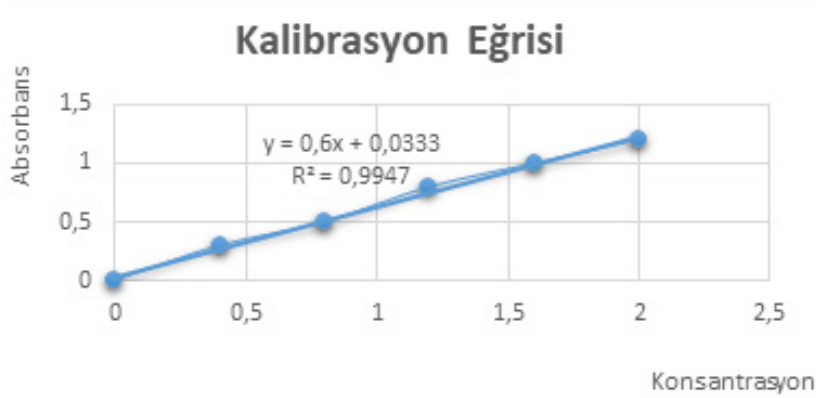
5.3.1.2. Bilgisayarda Excel Programı Kullanarak Kalibrasyon Eğrisi Çizme

Bilgisayarda excel programı kullanılarak kalibrasyon eğrisi çizmek için aşağıdaki işlem basamakları sırası ile takip edilir:

1. Bilgisayarda boş bir excel sayfası açılır. İki sütun oluşturulur.
2. İlk sütuna çözelti serilerinin konsantrasyonları yukarıdan aşağıya, küçükten büyüğe doğru sırası ile yazılır.
3. İkinci sütuna çözelti serilerinin konsantrasyonlarına karşı spektrofotometrede okunan absorbans değerleri, yukarıdan aşağıya sırası ile yazılır.
4. Oluşturulan bu iki sütun seçilir ve ekle menüsünden grafik komutuna tıklanır.
5. Grafik sihirbazından grafik türü (XY dağılım) seçilir ve ileri komutu tıklanır.
6. Açılan pencerelerden ileri komutu ile devam edilir.
7. Başlıklar sekmesinde X veri eksenine konsantrasyon, Y veri eksenine absorbans yazılır.
8. Tabloda kesişim noktalarından herhangi bir tanesi üzerinde farenin sağ tuşuna tıklanarak eğim çizgisi ekle seçeneği işaretlenir.
9. Eğim çizgisi ekle penceresinde seçenekler sekmesi açılarak grafik üzerinde denklemleri görüntüle ve grafik üzerinde R kare değerini görüntüle seçenekleri işaretlenip tamam tuşu tıklanarak kalibrasyon grafiği elde edilir.

Aşağıdaki örnekte çözelti serileri konsantrasyonları ile bu konsantrasyonlara ait absorbans değerleri verilmiştir ve excel programı kullanılarak kalibrasyon eğrisi çizimi Şekil 5.3'te gösterilmiştir.

Konsantrasyonlar (mg/l)	Absorbans Değerleri
0,0	0,0
0,4	0,3
0,8	0,5
1,2	0,8
1,6	1,0



Şekil 5.3: Excel programı kullanarak kalibrasyon eğrisi çizme





UYGULAMA YAPRAĞI 1

KALİBRASYON EĞRİSİ ÇİZME

AMAÇ:

Kurallarına uygun olarak konsantrasyonları 0.4, 0.8, 1.3, 1.5, 1.8 mg/l, absorbans değerleri ise sırasıyla 0.2, 0.4, 0.7, 0.8, 1.0 olan standart çözelti serilerinin kalibrasyon eğrisini çizmek.

1.1. Kullanılacak Araç, Gereç ve Kimyasallar

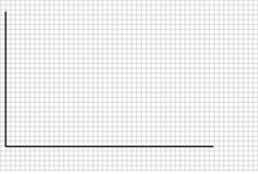
- Milimetrik kâğıt
- Kalem
- Cetvel

1.2. İşlem Basamakları



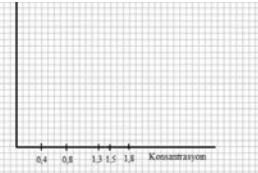
Laboratuvar önlüğünü giyiniz.

- Önlüğünüzü laboratuvar dışında giyip çıkarınız.



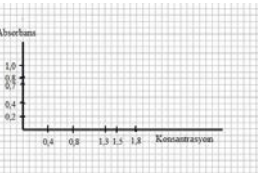
Spektrofotometreyi çalıştırınız ve dalga boyunu 410 nm'ye ayarlayınız.

- Milimetrik kâğıdın sol alt köşesinde x (apsis) ve y (ordinat) eksenlerinden oluşan koordinat düzlemini dikkatli bir şekilde oluşturunuz.



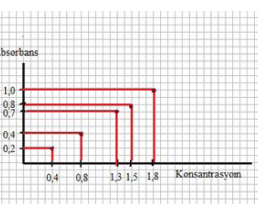
Grafikte çözelti konsantrasyon değerlerini X eksenine üzerine işaretleyiniz.

- Konsantrasyon değerlerini, en küçükten başlayarak ölçülerine uygun aralıklarla yerleştiriniz.



Grafikte cihaz okuma (absorbans) değerlerini Y eksenine üzerine işaretleyiniz.

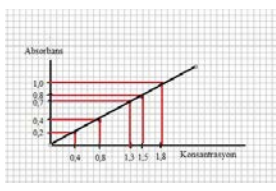
- Absorbans değerlerini en küçükten başlayarak ölçülerine uygun aralıklarla yerleştiriniz.



Konsantrasyon değerlerinden y eksenine, absorbans değerlerinden x eksenine paralel doğrular çizerek konsantrasyon değerlerinin absorbans değerleriyle çakıştığı noktaları işaretleyiniz.

- Doğrular çizerken ve çakışma noktalarını işaretlerken farklı renkli kalemler kullanınız.
- Her konsantrasyon değerinin kendi absorbans değeriyle çakıştığı noktayı işaretleyiniz.





İşaretlenen noktaları birleştirerek kalibrasyon eğrisini çizin.
 • Noktaları birleştirirken cetvel ve farklı renkli kalem kullanınız.

1.3. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Bu deneyde sabır ve dikkatin önemine dair ne gözlemlediniz? Yorumlayınız.

KONTROL LİSTESİ

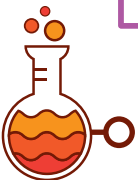
Bu deney kapsamında yaptığınız çalışma öğretmeniniz tarafından aşağıdaki kontrol listesine göre değerlendirilecektir.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Milimetrik kâğıtta koordinasyon düzlemi oluşturdu mu?		
2. Koordinat düzleminde X eksenine konsantrasyon değerlerini küçükten büyüğe doğru yerleştirdi mi?		
3. Koordinat düzleminde Y eksenine absorbans değerlerini küçükten büyüğe doğru yerleştirdi mi?		
4. Kesişim noktalarını işaretledi mi?		
5. İşaretlenen noktaları birleştirip kalibrasyon eğrisini oluşturdu mu?		
6. İşaretleme yaparken milimetrik kâğıdı doğru kullandı mı?		

SONUÇ

(Deney sonucunu aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.)

ÖĞRENCİNİN	DEĞERLENDİRME					TARİH .../.../20...	
	DEĞERLENDİRME ALANLARI	BİLGİ	BECERİ	TEMİZLİK DÜZENİ	SÜRE KULLANIMI	TOPLAM	ONAY (İMZA)
ADI-SOYADI							
NUMARASI	ALANLARA VERİLEN PUAN	30	50	10	10	100	
ÖĞRETMENİN ADI-SOYADI	TAKDİR EDİLEN PUAN						





AMAÇ

Tekniğine uygun olarak kalibrasyon eğrisinden hesaplama yapmak.

GİRİŞ

Kalibrasyon eğrisi oluşturulduktan sonra eğri verileri kullanılarak numune konsantrasyonunun nasıl hesaplanacağı hakkında bilgi edinilmesi gerekir.



HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Minyatür sanatçıları çizim yaparken hangi noktalara dikkat eder? Araştırınız.
2. Milimetrik kâğıt kullanırken nelere dikkat edilir?

5.4. KALİBRASYON EĞRİSİNDEN KONSATRASYON HESAPLAMA

Spektrofotometrede okuma yapmak için mutlaka kalibrasyon eğrisi grafiğine ihtiyaç vardır. Kalibrasyon eğrisi, numune çözeltisi okumalarında yol haritası görevi yapar. Kalibrasyon eğrisinin hazırlanma şekline bağlı olarak konsantrasyon hesaplama iki şekilde gerçekleştirilir.

5.4.1. Milimetrik Kâğıt Üzerinde Hazırlanmış Kalibrasyon Eğrisinden Konsantrasyon Hesaplama

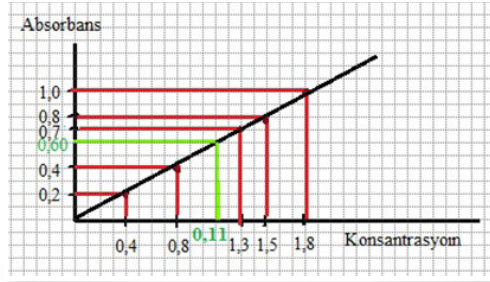
Milimetrik kâğıt üzerinde çizilen kalibrasyon eğrisinden konsantrasyon hesaplama aşağıdaki işlem basamakları gerçekleştirilerek yapılır:

1. Kalibrasyon eğrisi grafiğinde X eksenini konsantrasyonu, Y eksenini absorbansı gösterecek şekilde hazırlanmıştır. Bu durumda spektrofotometrede numune çözeltisi için okunan absorbans değeri kaydedilir. Bu değer Y eksenini üzerinde rakamsal olarak uygun olan noktaya işaretlenir. İşaretleme gerçekleştirilirken her bir karenin 1 mm mesafeyi gösterdiğine dikkat edilir.
2. İşaretlenen noktadan kalibrasyon eğrisine kadar bir doğru çizilir ve kesiştirilir. Çizilen doğrunun X eksenine paralel olmasına dikkat edilir.
3. Kesişme noktasından X eksenine kadar bir doğru çizilir ve X eksenini ile kesiştirilir. Çizilen doğrunun Y eksenine paralel olmasına dikkat edilir.
4. X eksenini üzerindeki kesişme noktasının rakamsal olarak değeri bulunur ve eksen üzerine yazılır. Elde edilen bu değer numune çözeltisinin konsantrasyonudur.
5. Bu değer kullanılarak çözelti hazırlanırken gerçekleştirilen seyreltme oranına göre numunenin gerçek konsantrasyonu hesaplanır.

Yapılan bir analizde hazırlanan çözelti serilerine ait konsantrasyonlar 0.4, 0.8, 1.3, 1.5, 1.8 mg/l ve bu konsantrasyonlara ait absorbans değerleri 0.20, 0.40, 0.70, 0.80, 1.00 olarak okunmuştur. Numune çözeltisine ait olan absorbans değeri ise 0,60 olarak okunmuştur.



Bu çalışmaya ait kalibrasyon eğrisi çizilmiştir. Numuneye ait absorbans değeri kalibrasyon eğrisinde Y ekseninde işaretlenmiş ve kalibrasyon eğrisiyle birleştirilmiştir. Eğriden itibaren X eksenine dikme inilmiş ve numunenin konsantrasyonunun 0,11 mg/l olduğu tespit edilmiştir (Şekil 5.4).



Şekil 5.4: Milimetrik kâğıt üzerindeki grafikten konsantrasyon hesaplama

5.4.2. Bilgisayarda Excel Programı Kullanılarak Hazırlanmış Kalibrasyon Eğrisinden Konsantrasyon Hesaplama

Bilgisayarda excel programı kullanılarak çizilen kalibrasyon eğrisi grafiğinde konsantrasyon hesaplamada aşağıdaki formül (regresyon eşitliği) kullanılır ve formül istenildiği zaman grafik üzerinde programda eklenerek gösterilebilir.

Regresyon Eşitliği	$Y = b \cdot x + a$	Y: Absorbans x: Konsantrasyon a: Kesim noktası b: Doğrunun eğimini ifade etmektedir.
--------------------	---------------------	---

Bu formülde a ve b değerleri excel programı tarafından otomatik olarak hesaplanmaktadır. Formüle göre spektrofotometrede örnek numune için okunan absorbans değeri Y ifadesinin olduğu yere yazılıp gerekli matematiksel işlemler yapıldıktan sonra X (konsantrasyon) değeri elde edilmektedir.



Şekil 5.5: Milimetrik kâğıt üzerindeki grafikten konsantrasyon hesaplama

Eğri grafiğinde görüldüğü gibi $y = 0,6x + 0,0333$ eşitliği program tarafından otomatik olarak verilmektedir ve istenilen konsantrasyon bu eşitlik kullanılarak hesaplanabilir (Şekil 5.5).

Yukarıdaki grafiğe göre numune örneğinin absorbans değeri 0,9 okunduğunda, örneğin konsantrasyonu bu eşitlik kullanılarak şu şekilde hesaplanır ve konsantrasyon değeri 1,45mg/l olarak bulunur.

$$Y = 0,6 x + 0,0333 \rightarrow 0,9 = 0,6 x + 0,0333 \rightarrow x = 1,45$$

Grafik üzerinde eklenen R^2 değeri determinasyon (kararlılık) katsayısıdır. Regresyon eğrisi grafiği çizilirken ne kadar çok veri kullanılırsa R^2 nin güvenilirliği o kadar çok artar ve R^2 değeri 1'e yaklaşır. Bu durumda elde edilen sonucun doğruluk oranı ve güvenilirliği artar.





UYGULAMA YAPRAĞI 1

KALİBRASYON EĞRİSİNDEN KONSANTRASYON HESAPLAMA

AMAÇ:

Absorbans değerleri sırasıyla 0.2, 0.3, 0.7, 0.9 ve 1,1 olan 0.4, 0.6, 1.5, 1.9, mg/l konsantrasyonlardaki standart çözelti serileri için milimetrik kâğıt üzerinde ve excel programında hazırlanmış kalibrasyon eğrisi grafiklerini kullanarak absorbans değeri 0,5 olan numunenin konsantrasyonunu hesaplamak.

1.1. Kullanılacak Araç, Gereç ve Kimyasallar

- Milimetrik kâğıt
- Kalem
- Cetvel
- Bilgisayar

1.2. İşlem Basamakları



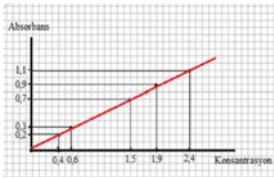
Laboratuvar önlüğünü giyiniz.

- Önlüğünüzü laboratuvar dışında giyip çıkarınız.



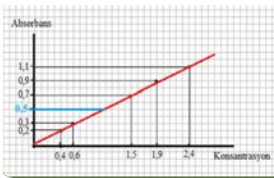
Koordinat düzlemini oluşturunuz.

- Milimetrik kâğıt üzerinde her bir karenin 1mm'lik ölçüde olduğuna dikkat ediniz.



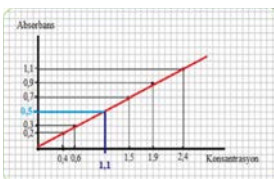
Grafikte çözelti konsantrasyon değerlerini x eksenini üzerine, absorbans değerlerini y eksenini üzerine işaretleyiniz ve kesişim noktalarını belirleyip kalibrasyon eğrisini çizin.

- Noktaları işaretlerken dikkat ediniz.



Numune absorbans değerini y eksenini üzerinde işaretleyiniz ve kalibrasyon eğrisi ile x eksenine paralel doğru çizerek karşılaştırınız.

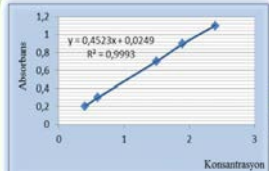
- Paralel doğruları çizerken kesişme noktalarına dikkat ediniz.



Kalibrasyon eğrisi ile kesişme noktasından y eksenine paralel olacak şekilde x eksenini üzerine bir dik doğru indiriniz ve numune konsantrasyonunu tespit ediniz.

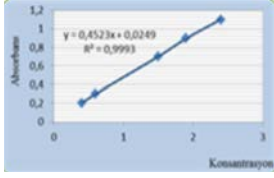
- Paralel doğruları çizerken kesişme noktalarına dikkat ediniz.





Bilgisayarda excel programı kullanarak önceki yönergeler doğrultusunda kalibrasyon eğrisi grafiği oluşturunuz.

- Yönergeleri dikkatli takip ediniz.



Kalibrasyon eğrisi üzerindeki eşitlikte absorbans değerini yerine yerleştirip konsantrasyon miktarını bulunuz.

$$y = 0,4523x + 0,0249$$

$$0,5 = 0,4523x + 0,0249 \quad \text{ise} \quad x = 1,05$$

- Hesaplamaları yaparken dikkatli olunuz.

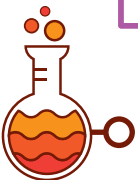
1.3. Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Kalibrasyon eğrisini hangi yöntem ile çizmek daha uygundur? Açıklayınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu deney kapsamında yaptığınız çalışma öğretmeniniz tarafından aşağıdaki kontrol listesine göre değerlendirilecektir.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Milimetrik kâğıt üzerinde koordinat düzlemi oluşturdu mu?		
2. Koordinat düzleminde değerleri dikkatli bir şekilde işaretledi mi?		
3. İşaretlenen noktaları birleştirip eğri grafiğini çizdi mi?		
4. Grafiği kullanarak numune çözeltisinin konsantrasyonunu hesapladı mı?		
5. Hesaplamaları yaparken dikkatli oldu mu?		
6. Excel programını kullanarak kalibrasyon eğrisini çizdi mi?		
7. Kalibrasyon eğri grafik formülünde değerleri yerine koyarak numune çözelti konsantrasyonunu dikkatli bir şekilde hesapladı mı?		





ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME ÇALIŞMALARI

A. AŞAĞIDA VERİLEN CÜMLELERDEN DOĞRU OLANLARIN YANINA "D", YANLIŞ OLANLARIN YANINA "Y" KOYUNUZ.

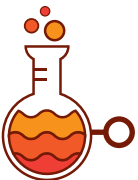
- Tespit edilebilir sınırlar içinde konsantrasyon ve ölçüm değeri arasında doğru orantı bağlantısı bulunur.
- Çözelti serisi hazırlamada çözücü olarak genellikle hidroklorik asit kullanılmaktadır.
- Çözelti içindeki bütün maddeler, ışının bir dalga boyunu tutarken diğerlerini yansıtır veya geçirir.
- Gözümüz 400 nm ile 700 nm dalga boyu arasını renk olarak algılar.
- Çift ışık yollu spektrofometrelerde her dalga boyu için ayrı ayrı 0 ve 100 ayarı yapılır.
- Kalibrasyon eğri grafiği, gravimetrik kâğıt kullanılarak ya da bilgisayarda excel programı kullanılarak kolaylıkla çizilebilir.

B. AŞAĞIDA VERİLEN CÜMLELERDE GEÇEN BOŞLUKLARI UYGUN KELİME YA DA KELİME GRUPLARI İLE DOLDURUNUZ.

-, bileşiminde en az iki maddenin bulunduğu homojen karışımlardır .
- Konsantrasyonu belli bir çözülden (stok çözelti) belirli oranlarda alınıp belirli hacme kadar çözücü madde eklenmesiyle elde edilen çözümlere denir.
- belirlenen dalga boyundaki ışığın, analizi yapılacak numune çözeltisi üzerine uygulanması sonrasında numune tarafından ışığın tutulan kısmının belirlenmesinde kullanılan cihazdır.
- kuvetten geçerek gelen ışınların miktarını belirleyip ışık enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren kısımdır. Verileri sinyal işlemciye aktarır.
- Spektrofotometrede dedektörde dönüştürülen elektrik akımını ölçen ve değerleri rakamsal olarak ifade eden kısma denir.
- Işığın numune içindeki maddeler tarafından tutulmasına, çok az tutulmasına ya da direk geçirilmesine denir.
- Standart çözelti serilerinin bilinen derişimlerine karşılık gelen absorbans değerlerini grafiğe aktarıp elde edilen noktaların birleştirilmesi sonucu oluşan çizgiye denir.

C. AŞAĞIDAKİ ÇOKTAN SEÇMELİ SORULARDA DOĞRU SEÇENEĞİ İŞARETLEYİNİZ.

- Kalibrasyon eğrisi çizilmesi ve kullanılması ile ilgili olarak aşağıdaki seçeneklerden hangisi **uygulanmaz**?
 - İlk olarak standart çözelti serileri hazırlanır.
 - Çözelti serilerinin spektrofotometrede okumaları gerçekleştirilir ve kalibrasyon eğrisi çizilir.
 - Numune çözeltisinin spektrofotometrede okuması gerçekleştirilir ve kaydedilir.
 - Kaydedilen değer, kalibrasyon eğrisi kullanılarak numunede aranan madde miktarı tespit edilir.
 - Kaydedilen değere göre çizilen üçgenden x eksenine bir doğru çizilir.





ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME ÇALIŞMALARI

2. Bir çözeltide oransal olarak fazla olan bileşene ne ad verilir?
 - A) Çözünmüş madde
 - B) Çözücü
 - C) Çözelti
 - D) Çözünen
 - E) Çözelti serisi
3. Aşağıdakilerden hangisi spektrofotometrenin kısımlarından **değildir**?
 - A) Işık kaynağı
 - B) Kolon
 - C) Monokromatör
 - D) Dedektör
 - E) Fotometre
4. Aşağıdakilerden hangisinde spektrofotometreler doğru gruplandırılmıştır?
 - A) Emisyon spektrofotometresi, absorpsiyon spektrofotometresi, nükleer magnetik rezonans spektrofotometresi, kütle spektrofotometresi, X ışını spektrofotometresi
 - B) Emisyon spektrofotometresi, emülsiyon spektrofotometresi, nükleer magnetik rezonans spektrofotometresi, kütle spektrofotometresi, X ışını spektrofotometresi
 - C) Emisyon spektrofotometresi, absorpsiyon spektrofotometresi, mobilizer magnetik rezonans spektrofotometresi, kütle spektrofotometresi, X ışını spektrofotometresi
 - D) Emisyon spektrofotometresi, absorpsiyon spektrofotometresi, nükleer magnetik rezonans spektrofotometresi, sıvı spektrofotometresi, X ışını spektrofotometresi
 - E) Emisyon spektrofotometresi, absorpsiyon spektrofotometresi, nükleer magnetik rezonans spektrofotometresi, kütle spektrofotometresi, Y ışını spektrofotometresi
5. Işık kaynağından çıkan ışık ile fotometreye ulaşan ışık arasındaki fark (absorblanma) hangi teoreme göre hesaplanır?
 - A) Pisagor
 - B) Menelaus
 - C) Beer Lambert
 - D) Seva
 - E) Tales
6. Excel programı kullanılarak kalibrasyon eğrisi çizmek istenildiğinde grafik sihirbazından hangi grafik türü seçilmelidir?
 - A) Y Z dağılım
 - B) Çizgi
 - C) Çubuk
 - D) XY dağılım
 - E) Pasta





ÖĞRENME BİRİMİ DEĞERLENDİRME ÇALIŞMALARI

7. Spektrofotometrede okuma yapmak için gerekli olan grafiğe ne isim verilir?

- A) Analitik eğri
- B) Türev eğrisi
- C) Kalibrasyon eğrisi
- D) Deviasyon eğrisi
- E) Validasyon eğrisi

D. AŞAĞIDAKİ AÇIK UÇLU SORULARI CEVAPLAYINIZ

1. Standart çözelti serisi hazırlamak için gerekli işlem basamaklarını yazınız.

2. Spektrofotometre çalışmalarında kuvvet seçerken dikkat edilmesi gerekenleri yazınız.

3. Milimetrik kâğıt kullanılarak kalibrasyon eğrisi nasıl çizilir?

4. Regresyon eşitliği kullanılarak konsantrasyon nasıl hesaplanır? Yazınız.





BULMACA



ÖĞRENME BİRİMİNDE GEÇEN SÖZCÜKLERİ BULUNUZ.

A	S	D	F	G	H	U	Ç	U	E	U
K	L	I	Z	U	U	U	Ö	U	R	I
E	R	T	S	U	S	U	Z	U	T	P
T	D	G	E	U	P	U	E	U	Y	O
Y	U	V	U	U	E	U	L	U	Z	K
L	U	D	U	U	K	U	T	U	B	L
U	U	A	U	U	T	U	İ	U	U	U
K	A	L	İ	B	R	A	S	Y	O	N
Ü	U	G	U	U	O	U	E	U	U	U
V	U	A	U	U	F	U	R	U	K	N
E	U	B	U	U	O	U	İ	U	Z	B
T	U	O	U	U	T	U	S	U	L	V
U	U	Y	U	U	O	U	İ	U	C	Z
H	B	U	U	U	M	U	U	O	P	U
E	K	M	F	U	E	U	E	R	T	Y
S	N	O	D	A	T	G	H	K	L	I
D	G	F	G	K	R	M	A	S	D	F
C	E	D	B	H	E	Z	C	V	B	N





CEVAP ANAHTARLARI

1. ÖĞRENME BİRİMİ		
A) D /Y	B) BOŞLUK DOLDURMA	C) ÇOKTAN SEÇMELİ
1. D	1. Analitik terazi	1. D
2. D	2. Nem ve korozyon	2. C
3. Y	3. Hassas terazi	3. D
4. Y	4. 1 litre	4. A
5. D	5. En üst	5. E
6. Y	6. Düz	6. B
7. D	7. Dispenser	7. C
8. Y	8. Yoğunluk	8. A
9. D	9. Dansimetre	9. E
	10. 20	10. B
ÇENGEL BULMACA		
CEVAPLAR: 1. KÜTLE, 2. TERAZİ, 3. HACİM, 4. MEZÜR		

2. ÖĞRENME BİRİMİ		
A) D /Y	B) BOŞLUK DOLDURMA	C) ÇOKTAN SEÇMELİ
1. Y	1. Homojen	1. B
2. D	2. Süzme	2. A
3. Y	3. Destilat- Damıtık sıvı	3. E
4. Y	4. 7- 1-100	4. C
5. D	5. Su buharı damıtması	5. D
6. Y	6. Ayırma hunisi	6. A
7. D	7. Ekstrakte edilen – Ekstrakte eden- Ekstrakt	7. B
8. D	8. Ekstraksiyon	8. E
	9. Yatay	9. C
	10. Ayırma (Fraksiyon) Kolonu	10. E
BULMACA		
CEVAPLAR: 1. EKSTRAKSİYON, 2. KARIŞIM, 3. DAMITMA, 4. SÜZME		





3. ÖĞRENME BİRİMİ		
A) D / Y	B) BOŞLUK DOLDURMA	C) ÇOKTAN SEÇMELİ
1. D	1. Analitik kimya	1. E
2. D	2. Volümetrik analiz	2. C
3. Y	3. Hızlı	3. B
4. Y	4. Titrasyon -Titre etmek	
5. D	5. İndikatör	
6. Y	6. Dönüm	
7. D	7. 5	
8. Y	8. Vazelin	
9. D	9. Göz	

4. ÖĞRENME BİRİMİ		
A) D / Y	B) BOŞLUK DOLDURMA	C) ÇOKTAN SEÇMELİ
1. Y	1. Çekirdekcik	1. C
2. D	2. Kütle	2. A
3. Y	3. Peltemsi	3. D
4. Y	4. Yıkama	4. E
5. D	5. Serbest	5. A
6. Y	6. Sabit tartım	6. B
7. Y	7. Kül fırını	7. E
8. D	8. Sıcaklık / sürelerde	

ÇENGEL BULMACA

CEVAPLAR: 1. ÇÖKELEK, 2. KÜL FIRINI, 3. DESİKATÖR, 4. KROZE

5. ÖĞRENME BİRİMİ		
A) D / Y	B) BOŞLUK DOLDURMA	C) ÇOKTAN SEÇMELİ
1. D	1. Çözelti	1. E
2. Y	2. Çözelti serileri	2. B
3. D	3. Spektrofotometre	3. B
4. D	4. Dedektör	4. A
5. Y	5. Fotometre	5. C
6. Y	6. Absorbsiyon / Transmisyon	6. D
	7. Kalibrasyon eğrisi	7. C

BULMACA

CEVAPLAR: 1. KALİBRASYON, 2. KÜVET, 3. DALGA BOYU, 4. SPEKTROFOTOMETRE, 5. ÇÖZELTİ SERİSİ





SÖZLÜK

A

Anyon: Eksi elektrik yükü taşıyan atom ya da atom grubu.

Alaşım: Bir metalin belli oranlarda bir veya birkaç metalle ergimesiyle oluşan yeni metal, halita.

Alkali: Alkali metallerin hidroksitleriyle amonyum hidroksitin genel adı.

Atmosfer basıncı: Atmosferin etrafını sardığı nesnelere her yönden uyguladığı basınç.

B

Bağlı su: Gıda bileşenlerinin bağladığı, mikrobiyal faaliyet için kullanımı olmayan su, hidrasyon suyu.

Balon joje: Ölçü balonu.

Basınç: Bir yüzeyin birim alanına uygulanan kuvvet.

Beher: Silindirik biçiminde, sıvıların hacim olarak ölçülmesinde, karıştırmada, aktarılmasında veya kaynatılmasında kullanılan, alt tarafı düz, değişik hacimlerde cam kap, beherglas.

Bileşen: Karışımı oluşturan maddelerden her biri.

Blender: İki veya daha çok maddeyi birbiri içinde dağıtmaya, karıştırmaya yarayan araçların genel adı.

Bozunma: Bir maddenin daha basit bileşenlerine yani atom veya moleküllerine ayrılması.

C-Ç

Cidar: Zar.

Çeker Ocak: Laboratuvarlarda insan sağlığı için zararlı gaz, duman ve buharların bir havalandırma sistemi ile çekilerek uzaklaştırılmasına olanak veren ön yüzü cam pencereli özel bölüm.

Çeper: Zar.

Çözelti: Bir maddenin, çözücü sıvı içinde çözünmesiyle oluşan homojen karışım, eriyik, solüsyon, solüsyon.

Çözünürlük: Bir maddenin başka bir madde içinde çözünme özelliği, resolüsyon.

D

Dalga Boyu: Bir dalganın eşit evreli ardışık noktaları arasındaki uzaklık.

Damlalık: Bir sıvıyı damla damla akıtmak için bir ucuna kauçuktan yapılmış başlık geçirilmiş, öbür ucu sivri, cam veya plastikten araç.

Derişik: Derişmiş olan, konsantre, seyreltik karşıtı.

Desikatör: Örneklerden suyun çekilmesi ve maddenin kuru hâlde kalması için içinde nem alıcı madde bulunan, sıkı kapanan kap.

Devir: Dönme, dönüş. Bir hareket, birbirinin aynı olan ve eşit zamanlarda yapılan başka hareketlerden oluştuğunda hareketlerin her biri veya bunların yapılması için geçen her zaman aralığı, periyot.

Dişbükey: Yüzeyi tümsek, çıkık, şişkin olan (cam, mercek, ayna vb.).

Doğru Orantı: Birbirine bağlı olan ve biri arttığında öteki de artan iki büyüklük arasındaki bağıntı.

Döngü: Herhangi bir olayın birden fazla tekrarlanması.

E-F

Ekipman: Donanım.

Enzim: Hayvansal veya bitkisel dokular tarafından sentezlenen, besin maddelerinin sindirilmelerini sağlayan, organizmada maddelerin parçalanma ve birleşmelerini düzenleyen, bu işlemlerin yönünü ve hızını belirleyen fakat işlem sırasında değişmeyen organik, protein tabiatında maddeler.

Erlen: Ağız kısmı ince uzun olan genelde fazla buharlaşması istenilmeyen çözeltilerin kaynatılmasında, çözeltilerin karıştırılmasında ve titrasyon işleminde kullanılan cam malzeme (Erlenmeyer).

Esans: Bitkilerden türlü yollarla çıkarılan veya kimyasal yöntemlerle yapılan kokulu ve uçucu sıvı.

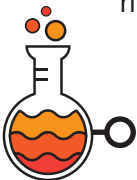
Eylemsizlik: Eylemsiz olma durumu.

Faz: Her tarafı aynı homojenlikte olan, sınırları tanımlanabilen, diğer fazlardan fiziki olarak ayrılabilen sıvı, gaz veya katı sistemin bir parçası.

G-H

Grafik: Değişkenler arasındaki ilişkiyi göstermeye yarayan çizgisel anlatım şekli.

Huni: Bir sıvıyı ağız dar bir kaba aktarmak için kullanılan koni biçimindeki araç.





I

Isı: Bir cismin uzamasına, genişmesine, buharlaşmasına, erimesine, sıcaklığının artmasına yol açan fiziksel enerji.

İşlemci: Bir bilgisayarda verilen komutları yorumlayan ve yürüten birim.

İvme: Birim zamandaki hız değişimi tutarı, hızın değişim hızı.

İyon: Bir veya daha çok elektron kazanmış veya yitirmiş bir atom veya bir atom grubundan oluşmuş elektrik yüklü parçacık, yükün.

İzole: Yalıtılmış.

K

Kalibrasyon: Bir ölçüm aracı veya laboratuvar cihazının doğru ölçüm sonucu verecek şekilde ayarlanması amacıyla uygulanan işlemler dizisi.

Kalibrasyon Eğrisi: Ölçülen büyüklük değeri ile gösterge değeri arasındaki ilişkinin ifadesi.

Katyon: Artı yüke sahip atom veya atom grubu.

Kaynama Noktası: Bir sıvının üzerindeki basınçla o sıcaklıktaki doygun buhar basıncının denk olduğu sıcaklık.

Kevgir: Haşlanmış yiyeceklerin sıvılarını veya bazı sıvıları süzmek için kullanılan delikli, genellikle yuvarlak biçimli mutfak kabı, süzgeç.

Kolloit: Çözücü sıvıda küçük tanecikler durumunda dağılmış madde.

Koni: Çembersel bölge üzerindeki her noktanın çember düzlemi dışındaki bir nokta ile birleşiminden oluşan geometrik cisim.

Korozif: Aşındırıcı.

Kral Suyu: Üç hacim derişik hidroklorik asit ve bir hacim nitrik asit karışımından oluşan ve kuvvetli yükseltgen bir çözelti.

Kristal: Geometrik olarak düzenlenmiş düz yüzeyleri ve bir simetrik iç yapısı ile karakterize edilen belirli yapıdaki homojen ve açısız katı. Billur.

Kuvars: Hızlı sıcaklık değişmelerine ve asit etkisine dayanıklı deneylik aygıtların yapımında kullanılan renksiz ya da ak, doğal silis örütü.

L-M

Materyal: Gereç.

Merkezkaç: Merkezden uzaklaşan, santrifüj.

Mikroskop: Bir mercek düzeneği yardımıyla küçük nesnelere büyütüp daha belirgin duruma getirmeye veya çıplak gözle görülmeyenleri göstermeye yarayan alet.

Mineral: Normal sıcaklıkta doğada katı durumda birtakım maddelerle karışık veya birleşik olarak bulunan veya kimyasal yollarla elde edilen inorganik madde, içinde inorganik maddeler bulunan.

N-O

Oran: İki sayının ya da iki çokluğun bölümü.

Otoklav: Sterilizasyon için kullanılan, basıncı ve/veya sıcaklığı ayarlanabilen yüksek basınç ve sıcaklığa dayanıklı alet.

Ozmoz: Geçişme, geçişim.

Ö-P

Partikül: Parçacık, zerre.

Peltemsi: Pelteyi andıran, pelte gibi olan.

Pipet: Sıvıları, solukla içine çekip kaptan kaba aktarmaya yarayan cam boru.

Posa: Tortu, çökelti.

R

Reaksiyon: Belli maddeler arasında oluşan kimyasal olay, tepkime.

Reaktif: Ayıraç, belirteç.

Reçine: Sonsuz polimerleşme ile elde edilen büyük moleküllü yapay madde.

Rezistans: Direnç.

S

Saat Camı: Laboratuvarında katı maddeleri tartmak gibi çeşitli amaçlar için kullanılan saat camına benzer cam malzeme.

Saf Su: Organik ve inorganik maddelerden arındırılmış su.

Salınım: İleri-geri şeklindeki titreşim hareketi.

Seramik: Sert, sağlam ve hafif çok önemli mühendislik malzemesi olan sıkışma ve sinterleme gibi metal tozlarına uygulanan işlemlerle şekil verilebilen bir karışım. Seramik karışımlarına örnek: silisyum nitrür, silisyum karbür, zirkonyum ve alumina verilebilir.

Serbest Su: Gıda maddesinde fiziksel veya kimyasal olarak bağlı olmayan su olup suyun buhar basıncının, aynı sıcaklıktaki saf suyun buhar basıncına bölünmesiyle elde edilen değeri, aw değeri, su etkinliği.

Sirkülasyon: Düzenli ve belli bir yönde sürekli hareket. (dolaşım), (deveran), bk. büyük dolaşım.

Skala: Metal, cam vb. maddeden yapılmış ölçü aygıtının üzerindeki dereceli bölüm. (ölçek)

Spatül: Metal, porselen, kemik veya plastikten yapılmış, katı veya yarı katı maddelerden örnek almak ya da karıştırmak için yararlanılan düz, küt uçlu, bir laboratuvar aleti.

Spektrofotometre: Çözelti durumundaki saptanmak istenen maddenin, çeşitli reaktiflerle reaksiyona sokulması sonucu oluşan rengin yoğunluğunun ölçülmesiyle nicel olarak madde miktarının belirlenmesini sağlayan cihaz ve analitik yöntem.

Sterilize: Mikroorganizmalardan arındırma.

Su Banyosu: İçinde su bulunan ve yapılan deneylerin belli bir süre, belli bir sıcaklıkta bekletildiği cihaz, benmari.

Su Terazisi: İçinde hava kabarcığı bırakılmış su dolu bir cam silindir ve bir tahta yataktan oluşan, düzlem veya doğruların yataylığını belirleyen alet, kabarcıklı düzeç, terazi, tesviyeruhu.

Süzüntü: Bir sıvıyı süzerek elde edilen tortu.

S-I

Şekerlenme: Şekerlenmek işi.

Taksimât: Bölüntüler.

Talimat: Bir çalışmayı veya deneyi detayları açıklayan veya bildiren doküman.

Tanecik: Çok küçük boyutlu madde, cisim.

Teorem: Doğruluğu kanıtlanabilen önerme.

Titrasyon: Çözelti içindeki bir maddenin derişimini bulmak için onunla tepkime verebilen derişimi bilinen bir çözeltiden belirli hacimlerde ekleyip tepkimenin bitim noktasını çözeltinin bazı özelliklerindeki (renk değişimi, çökme, iletkenlik vb.) değişimi gözleyerek gerçekleştirilen bir analiz yöntemi.

U-Ü-V

Uçucu: Düşük sıcaklıkta hızla buharlaşma özelliği olan.

Vakum: Basıncın, atmosfer basıncından daha düşük olması.

Verim: Elde edilen ürün, hizmet vb.yle onu elde etmek için harcanan iş arasındaki oran.

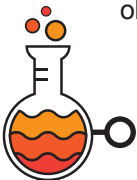
Y-Z

Yer Çekimi: Yer kütesinin çekimi etkisiyle bir cismin, türlü bölümlerine uygulanan güçlerin bileşkesi, arz cazibesi.

Yoğunlaştırma: Yoğunlaştırmak işi.

Yoğunluk: Bir cismin birim hacminin kütlesi, gravite.

Yönerge: Herhangi bir dizgeyi kullanırken gözetilecek konuları ve izlenecek yordamı kapsayan belge ya da kılavuz.





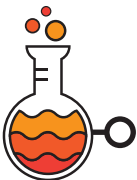
KAYNAKÇA

- AKDOĞAN, A. Y.(2015).Ayırma Prosesleri-Ekstraksiyon. İnovatif Kimya Dergisi, 19
- AKGÜN,A., DOĞAN,A., KENDÜZLER, E., SAYILKAN, H., BAĞ,H., SARAÇOĞLU, S., DİVRİKLİ,Ü. (2007). Genel Kimya3, Analitik Kimya. ISBN: 978-605-0022-00-1. Pegem Akademi. Ankara.
- BİRYOL, İ. (1987). Analitik Kimya Ders Kitabı. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları No:62. Ankara.
- Değerler Eğitimi. Web Sitesi. <https://www.degerler.org/materyal-indir/dogruluk-durustluk/lise-9-12/calisma-kagidi/basarmak-icin>. Erişim Tarihi:12.05.2020
- DEMİR, M. (2001). Analitik Kimya - Nicel. Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- DEMİR, M., DEMİRCİ.Ş., USANMAZ.A. (2001). Analitik ve Sınai Kimya Laboratuvarı, MEB yayınları, Ankara.
- DEMİRCİ, Ş., ALSANCAK ÖZKAN, G. (1998). Analitik Kimya Temel Kavramlar. Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Döner Sermaye İşletmesi Yayınları No:34 Ankara.
- GAMLI, Ö. F. (2016). Laboratuvar Teknikleri ve Temel Gıda Analizleri III, Dora Yayınları, ISBN No: 6059666657, 204s.
- GÜNDÜZ,T. (1979). Kalitatif Analiz Ders Kitabı, Diyarbakır Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları No:4/1, Diyarbakır.
- HİŞİL Y. (1999). Enstrümental Gıda Analizleri III, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları Yayın No:41 Ege Üniversitesi Basımevi Bornova İzmir.
- İŞBİR, S. (1971). Kalitatif Analitik Kimya. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları Sayı:22 Ankara. Kimyaevi Web Sitesi. <https://www.kimyaevi.org/TR/Genel/Default.aspx?F6E10F8892433CFFAAAF6AA-849816B2EF437673BED947CDE> Erişim Tarihi:08.05.2020
- MEB. Laboratuvar Temel İşlemler Modülleri. Mesleki ve Teknik Eğitim Programlar ve Ortaöğretim Materyalleri, Megep Modüller, <http://megep.meb.gov.tr/page=moduller> Erişim Tarihi: 07-22.04.2020
- ORBEY, M.T., GÜNDEN GÖĞER, N., ERTAŞ, N., YILMAZ, Ş., BERKKAN, A., BASAN, H., ŞATANA, E., ALP, O. (2012). Analitik Kimya Pratikleri. Gazi Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları No:3 Ankara.
- SAY, R., UYSAL,Ü.D., ŞAHİN, M., DİLTEMİZ, S.E., ÖZCAN,A., ERSÖZ,A., ÖZCAN,A.A., ŞAHİN,Y. (2009). Analitik Kimya. T.C. Anadolu Üniversitesi Yayın No:1945 ISBN:978-975-06-0633-5 Eskişehir.
- SKOOG, D.A., WEST, D.M., HOLLER, F.J. (2003). Analitik Kimya Temelleri. Bilim Yayıncılık. 706s. Ankara: T.C. Millî Eğitim Bakanlığı Mesleki ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü. (2020). Laboratuvar Hizmetleri Alanı, Laboratuvar Temel İşlemler Dersi, ÇÖP ve Ders Bilgi Formu. Ankara.
- T.C. Millî Eğitim Bakanlığı. (2014). Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Anadolu Meslek ve Anadolu Teknik Programı Laboratuvar Hizmetleri Alanı Çerçeve Öğretim Programı. Ankara.
- TDK (2017). Sözlük. Web Sitesi. <http://www.tdk.gov.tr>. Erişim Tarihi: 12.06.2020
- TDK. Yazım Klavuzu. (2012). Türk Dil Kurumu Yayınları. Ankara.
- TSE. (1972). TS 546, Standart Çözeltilerin Hazırlanması. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
- TSE.(1984). TS 4082, Suyun Analiz Metodları Fosfor Tayini. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.



GÖRSEL KAYNAKÇA

Öğrenme Birimi	Konu Adı	Görsel numaraları	ID Numarası/Alan Uzmanı		
Katı ve Sıvılarda Ölçüm	Kitap Ön Yüzü		123RF-47647302		
	Öğrenme Birimi Kapağı		123RF-85043450		
	1.1.Kütle Ölçümü	Görsel 1.1: Hassas terazi	Komisyon		
		Görsel 1.2: Analitik terazi			
	1.2. Hacim Ölçümü	Görsel 1.3: Kumpas, Mikrometre, Cetvel			
		Görsel 1.4: Boyutları ölçülemeyen katı maddelerde hacim ölçümü			
		Görsel 1.5: Saydam sıvılarda menisküs ve hacim okuma			
		Görsel 1.6: Renkli sıvılarda menisküs ve hacim okuma			
		Görsel 1.7: Dereceli pipetler			
		Görsel 1.8: Bullu pipetler			
		Görsel 1.9: Otomatik pipetler			
		Görsel 1.10: Puar ve üzerindeki işlev noktaları			
		Görsel 1.11: Pipetin puara takılışı			
		Görsel 1.12: Puarın havasını boşaltma			
		Görsel 1.13: Pipete sıvı çekme			
		Görsel 1.14: Pipetten sıvı boşaltma			
		Görsel 1.15: Pipet pompası ve üzerindeki işlev noktaları			
		Görsel 1.16: Pipet pompasının pipete takılışı			
		Görsel 1.17: Pipet pompası ile sıvı çekme			
		Görsel 1.18: Sıvının mandala basılarak boşaltılması			
		Görsel 1.19: Pipet pompasının mandalına basılma			
		Görsel 1.20: Belirli hacimdeki mezürler			
		Görsel 1.21: Büret			Komisyon-123 RF-134020967
		Görsel 1.22: Büret çeşitleri			Komisyon-123RF-59352683
		Görsel 1.23: Büreti açıp kapama			Komisyon
Görsel 1.24: Dispenser ve şişesi					
Görsel 1.25: Dispenser ile hacim ölçümü					

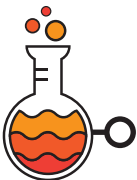




Öğrenme Birimi	Konu Adı	Görsel numaraları	ID Numarası/ Alan Uzmanı
Katı ve Sıvılarda Ölçüm	1.3. Yoğunluk Ölçümü	Görsel 1.26: Çeşitli dansimetreler	
		Görsel 1.27: Bomemetre	
		Görsel 1.28: Alkolimetre	
Karışımları Ayırma	Öğrenme Birimi Kapağı		123RF-102889671
	2.1. Süzme ile Ayırma	Görsel 2.1: Türk kahvesi	Shutterstock- 90959657
		Görsel 2.2: Ayran	Shutterstock_595250555
		Görsel 2.3: Zeytinyağı – su karışımı	Komisyon
		Görsel 2.4: Mayonez	Shutterstock_1211895682
		Görsel 2.5: Sis	Shutterstock_736023025
		Görsel 2.6: Bulut	Shutterstock_616333076
		Görsel 2.7: Kan	Shutterstock_1056359993
		Görsel 2.8: Süt	Shutterstock_568076731
		Görsel 2.9: Meyve salatası	Shutterstock_1235394859
		Görsel 2.10: Kurutulmuş sebze karışımı	Shutterstock_1621084834
		Görsel 2.11: Tabaka halinde ve yuvarlak kesilmiş filtre kâğıdı	Komisyon
		Görsel 2.12: Büchner hunisi	Komisyon
		Görsel 2.13: Goochkrozesi	Komisyon
		Görsel 2.14: Hirsch hunisi	Komisyon
	Görsel 2.15: Basit süzme düzeneği	Komisyon	
	Görsel 2.16 Süzme işlemi ve çökeleğin filtre kâğıdına aktarılması	Komisyon	
	Görsel 2.17: Vakumlu süzme düzeneği	Komisyon	
	2.2. Damıtma ile Ayırma	Görsel 2.18: Basit damıtma düzeneği	Komisyon
		Görsel 2.19: Ayrımsal damıtma düzeneği	Komisyon
		Görsel 2.20: Başlıca ayrımsal damıtma kolonları	Komisyon
2.3. Ayırma Hunisiyle Ayırma	Görsel 2.21: Çeşitli boyutlardaki ayırma hunileri	Komisyon	
	Görsel 2.22: Ayırma hunisi ile ayırma düzeneği	Komisyon	



Öğrenme Birimi	Konu Adı	Görsel numaraları	ID Numarası/ Alan Uzmanı
Karışımları Ayırma	2.4. Ekstraksiyon (Çekme) ile Ayırma	Görsel 2.23: Ayırma hunisini, ekstraksiyon sırasında uygun tutma metodu	Komisyon
		Görsel 2.24: Soxhalet cihazı, soxhalet düzeneği ve döner buharlaştırıcı	Komisyon
	2.5. Kristallendirme ile Ayırma	Görsel 2.25: Kristallenmiş katı parçacıkları	Komisyon
	2.6. Santrifüj ile Ayırma	Görsel 2.26: Santrifüj cihazı	Komisyon
		Görsel 2.27: Santrifüj tüpü	Shutterstock_600173441
	Değerler Eğitimi		Shutterstock_1090075589
Volumetrik Analiz İşlemleri	Öğrenme Birimi Kapağı		123RF-102144550
	3.1. Titrasyon Öncesi Hazırlıklar	Görsel 3.1: Titrasyon işlemi	Komisyon
		Görsel 3.2: Dijital büret, düz büret	Komisyon
		Görsel 3.3: Büretin sıfır çizgisi kontrolü	Komisyon
	3.2.Titrasyon	Görsel 3.4: Büret musluğu ve erlenin tutuş şekli	Komisyon
		Görsel 3.5: Titrasyon	Shutterstock_1573400206
	3.3.Titrasyon Sonrası İşlemler	Görsel 3.6: Büretin göz hizasında okunması	Komisyon
		Görsel 3.7: Büretin temizliği ve bakımı	Komisyon
Gravimetrik Analiz İşlemleri	Öğrenme Birimi Kapağı		123RF-93878028
	4.2. Çökeleği Süzme ve Yıkama	Görsel 4.1: Basit Süzme Düzeneği	Komisyon
		Görsel 4.2: Süzme İşlemi ve Çökeleğin Süzgeç Kağıdına Aktarılması	Komisyon
		Görsel 4.3: Vakumlu Süzme Düzeneği	Komisyon
	4.3. Çökeleği Kurutma	Görsel 4.4: Etüv	Komisyon
		Görsel 4.5: Desikatör	Komisyon
		Görsel 4.6: Kroze	Komisyon
		Görsel 4.7: Maşa	Komisyon





Öğrenme Birimi	Konu Adı	Görsel Numaraları	ID Numarası/Alan Uzmanı
Gravimetrik Analiz İşlemleri	4.4. Çökeleği Yakma ve Kül Etme	Görsel 4.8: Kül Fırını	Komisyon
	Değerler Eğitimi		123 RF-113996573
Kalibrasyon Eğrisi	Öğrenme Birimi Kapağı		123 RF-21059757
	5.1. Standart Çözelti Serileri Hazırlama	Görsel 5.1: Standart çözelti serisi	Komisyon
	5.2. Spektrofotometrede Okuma	Görsel 5.2: Spektrofotometre	Komisyon
		Görsel 5.3: Spektrofotometre kuvvetleri	123 RF-61086260
		Görsel 5.4: Spektrofotometre içerisinde kuvetin yerleştirildiği yuvalar.	Komisyon
Görsel 5.5: Spektrofotometrede okuma		123 RF-96251915	

Öğrenme Birimi	Konu Adı	Görsel Numaraları	ID Numarası/Alan Uzmanı
Katı ve Sıvılarda Ölçüm	1.2. Hacim Ölçümü	Şekil 1.1: Küp	123RF-109244904
Karışımları Ayırma	2.1. Süzme ile Ayırma	Şekil 2.1: Vakumlu süzme sistemleri	Komisyon
	2.2. Damıtma ile Ayırma	Şekil 2.2: Su buharı damıtması düzeneği	Komisyon
Kalibrasyon Eğrisi	5.1. Standart Çözelti Serileri Hazırlama	Şekil 5.1: Kalibrasyon eğrisi grafiği	Komisyon
	5.2. Spektrofotometrede Okuma	Şekil 5.2: Işığın dalga boylarına göre dağılımı	123RF-22981790
		Şekil 2.2: Gözümüzün algıladığı dalga boyları	123RF-24756049
		Şekil 5.3: Spektrofotometrenin kısımları	123RF-27561584
		Şekil 5.4: Işık kaynağı	123RF-97413189
		Şekil 5.5: Monokromatör	123RF-48052937
		Şekil 5.6: Yarıklı levha	123RF-27561584
		Şekil 5.7: Dedektör	123RF-27561584
		Şekil 5.8: Fotometre	123RF-31779991
		Şekil 5.9: Tek ışık yollu spektrofotometre diyagramı	Komisyon
		Şekil 5.10: Çift ışık yollu spektrofotometre diyagramı	Komisyon
	Şekil 5.11: Beer Lambert yasası	Komisyon	
	5.3. Kalibrasyon Eğrisi Çizme	Şekil 5.12: Milimetrik kâğıt kullanarak kalibrasyon eğrisi çizme	Komisyon
		Şekil 5.13: Excel programı kullanarak kalibrasyon eğrisi çizme	Komisyon
	5.4. Kalibrasyon Eğrisinden Konsantrasyon Hesaplama	Şekil 5.14: Milimetrik kâğıt üzerindeki grafikten konsantrasyon hesaplama	Komisyon
Şekil 5.15: Excel programı kullanarak konsantrasyon hesaplama		Komisyon	

Öğrenme Birimi	Konu Adı	Tablo Numaraları	Id Numarası/ Alan Uzmanı
Katı ve Sıvılarda Ölçüm	1.1. Kütle Ölçümü	Tablo 1.1: Kütle Temel Biriminin Üst ve Alt Katları	Komisyon
	1.2. Hacim Ölçümü	Tablo 1.2: Hacim Ölçüleri	Komisyon
		Tablo 1.3: Sıvı Hacim Ölçüleri	Komisyon
		Tablo 1.4: Hacim Birimleri ve Dönüştürme Çarpanları	Komisyon
	1.3. Yoğunluk Ölçümü	Tablo 1.5: Bazı Maddelerin Özkütleleri	Komisyon
		Tablo 1.6: Yoğunluk Birimleri ve Çevrilmesi	Komisyon
Karışımları Ayırma	2.1. Süzme ile Ayırma	Tablo 2.1: Karışımların Sınıflandırılması	Komisyon
Volumetrik Analiz İşlemleri	3.1. Titrasyon Öncesi Hazırlıklar	Tablo 3.1: Kimyasal Analizlerin Sınıflandırılması	Komisyon
Gravimetrik Analiz İşlemleri	4.4. Çökeleği Yakma ve Kül Etme	Tablo 4.1: Bazı Çökeleklerin Kül Edilme Sıcaklıkları	Komisyon
		Tablo 4.2: Bazı Bileşiklerin Gravimetrik Faktörleri	Komisyon

