

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

LABORATUVAR HİZMETLERİ

ANALİZ ÖNCESİ VE SONRASI İŞLEMLER

Ankara, 2015

- Bu modül, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul/Kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. ANALİZ ÖNCESİ HAZIRLIKLAR.....	3
1.1. Laboratuvarda Tutulan Kayıtlar.....	3
1.2. Numune Kayıt ve Kabulü	4
1.3. Analiz Öncesinde Yapılacak Hazırlıklar.....	5
1.4. Laboratuvarda Kullanılan Malzemeler	5
UYGULAMA FAALİYETİ	14
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	15
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	16
2. ANALİZ SONRASI İŞLEMLER	16
2.1. Analiz Sonrası Yapılacak İşlemler.....	16
2.2. Deney Sonuç Formları ve Doldurulması.....	16
2.3. Laboratuvar Atıkları.....	18
2.3.1. Katı Atıklar	19
2.3.2. Kimyasal Atıklar.....	19
2.3.3. Biyolojik Atıklar.....	20
UYGULAMA FAALİYETİ	22
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	23
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	24
3. ANALİZ HATA KAYNAKLARINI ÖNLEME.....	24
3.1. Analiz Hata Kaynakları.....	24
3.2. Analiz Hatalarının Önlenmesi.....	26
3.2.1. Analize Başlamadan Önce Alınan Önlemler	27
3.2.2. Analiz İşlemleri Sırasında Alınan Önlemler	28
UYGULAMA FAALİYETİ	30
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	32
MODÜL DEĞERLENDİRME	33
CEVAP ANAHTARLARI	36
KAYNAKÇA	38

AÇIKLAMALAR

ALAN	Laboratuvar Hizmetleri
DAL	Alan Ortak
MODÜLÜN ADI	Analiz Öncesi ve Sonrası İşlemler
MODÜLÜN SÜRESİ	40/24
MODÜLÜN AMACI	Bireye/öğrenciye analiz öncesi ve sonrası işlemler yapma ile analizlerde hata kaynaklarını önlemeye yönelik bilgi ve becerileri kazandırmaktır.
MODÜLÜN ÖĞRENİM KAZANIMLARI	<ol style="list-style-type: none">1. Kullanılacak yöntemin gerektirdiği analiz öncesi hazırlıkları yapabileceksiniz.2. Kullanılacak yöntemin gerektirdiği analiz sonrası işlemleri yapabileceksiniz.3. Analizlerde hata kaynaklarını önleyebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Donanım: Atık toplama kapları, deney sonuç formu, kalem, hassas terazi, tartım kabı, spatül, balon joje, büret, pipet, piset, huni, çözelti şişesi, genel laboratuvar araç ve gereçleri Ortam: Laboratuvar ortamı, kütüphane, Yerel Ağ(İnternet), bireysel öğrenme ortamları vb.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak, modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerilerinizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Gıda, tarım ve hayvancılık sektöründe verimin ve kalitenin artması, güvenli ürün elde edilmesi bakımından laboratuvar çalışmaları önem kazanmıştır. Laboratuvar çalışmalarının başarılı olması için analiz öncesi ve sonrası işlemlerin eksiksiz yapılması, hata kaynaklarının önlenmesi gerekir.

Gıda, tarım ve hayvancılık alanındaki laboratuvar çalışmaları birçok analizi kapsamaktadır. Bu analizler laboratuvar çalışanları tarafından yapılmaktadır. Laboratuvar personeli, analizleri doğru yapmak ve doğru sonuç almak zorundadır. Bunun için laboratuvar personelinin laboratuvarı, kullanılan araç ve gereçleri çok iyi tanınması, analizleri hatasız yapması ve analiz raporlarını eksiksiz düzenlemesi gerekir.

Bu modülü başarı ile tamamladığınızda analiz öncesi hazırlıkları yapma, analizde hataların nelerden kaynaklandığı ve nasıl önleneceği/azaltılacağı, analiz sonrası işlemleri yapma ve laboratuvar atıklarının zararsız hâle getirilmesi ile ilgili bilgi ve becerileri kazanacaksınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

ÖĞRENME KAZANIMI

Kullanılacak yöntemin gerektirdiği analiz öncesi hazırlıkları yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Analiz öncesi hazırlıklar nelerdir? Araştırınız.

1. ANALİZ ÖNCESİ HAZIRLIKLAR

1.1. Laboratuvarda Tutulan Kayıtlar

Laboratuvarlarda yapmış oldukları faaliyetlerle ilgili mutlaka bir kayıt ve arşiv sistemi bulunmalı ve bu kayıtlar on yıl süreyle saklanmalıdır. Tutulan kayıtlar anlaşılır, güvenilir ve gizlilik esaslarına uygun olmalıdır.

Laboratuvarda oluşturulan başlıca kayıtlar şunlardır:

- Numune kayıt defteri
- Alet ve ekipman listesi
- Kimyasal madde kayıt defteri
- Aylık faaliyet raporu
- Analiz ile ilgili çalışma detaylarını gösteren analiz defteri
- Alet ve ekipmanların bakım, onarım ve kalibrasyon çizelgesi
- Analiz yöntemlerinin kaynakları ile birlikte kayıtları

NUMUNE KAYIT DEFTERİ

Sayfa No:

Sıra No	Geliş Tarihi	Cinsi ve Üretici Firma	Geliş Nedeni	Ambalaj Durumu	Ambalaj Durumu ve Miktarı	Gelen Yazının Tarih ve No	Geldiği Yer	İstenilen Analizler	Numunenin Gönderildiği Laboratuvar	Rapor Çıkış Tarihi

Tablo1.1: Kayıt defteri

NUMUNENİN CİNSİ	:	
LABORATUVARA GELİŞ TARİH ve NO	:	
AMBALAJ VE ETİKET DURUMU	:	
NUMUNENİN GELDİĞİ YER	:	
ANALIZE ALINDIĞI TARİH	:	
<hr/>		
ANALİZ YÖNTEMİ	:	
ANALİZ SONUÇLARI	:	
Rutubet	:	% 15.69
<hr/>		
HESAPLAMALAR		
Rutubet :	Kap+Numune	: 47.8568
	Kap	: <u>45.9816</u>
	Numune Miktarı	: 1.8752
	Kap+Numune	: 47.8568
	Kurutma sonunda Kap+Numune	: <u>47.5624</u>
	Kurutma Sonucu Kayıp	: 0.2944
	Rutubet	: %15.69
<hr/>		
Raporun çıkış tarihi :		
Analizi Yapanların Adı-Soyadı, Ünvanı ve İmzası:		

Tablo 1.2: Analiz defteri

1.2. Numunenin Kaydı ve Kabulü

Numunenin kabul işlemi numune kabul ve rapor düzenleme birimi tarafından yapılır. Numunelerin kabulü, kaydı, kodlanması, analiz ücreti hesaplama, numunenin ilgili laboratuvarlara teslimi, numuneye ait analiz raporunun ön şablonlarının hazırlanması ve rapor yazımı bu birimce yapılır.

Laboratuvarlara analiz için gelen numuneler aşağıdaki şartları taşımaktadır:

- Numuneler uygun ambalajda olmalı ve ambalajı bozulmadan laboratuvara ulaştırılmış olmalıdır.
- Numune mümkün olan en kısa sürede, orijinalliğini kaybetmeyecek şekilde laboratuvara gelmiş olmalıdır.
- Numunenin resmî yazısında hangi analizlerin yapılacağı açıkça belirtilmelidir.
- Özel istek numunelerinde, hangi analizlerin istendiğinin analizi isteyen tarafından belirtilmesi gerekir.
- Numune miktarı; numunenin parti büyüklüğüne, istenilen analiz çeşidine ve sayısına göre yeterli miktarda olmalıdır.

Laboratuvara gelen numune önce laboratuvar defterine kaydedilir. Ambalajın ve ambalaj içindeki numunenin durumu, etiket bilgileri, numunenin ağırlığı, nakil esnasında bozulup bozulmadığı, geldiği tarih, istenen analizler deftere kaydedilir. Numuneye laboratuvar sıra numarası veya kod verilir. Kayıt işlemleri tamamlandıktan sonra numune iki kısma ayrılır. Birinci kısım, uygun bir saklama kabına konulup etiketlenerek olduğu gibi muhafaza edilir. İkinci kısım ise analizler için gerekli hazırlıklara tabi tutulur.

1.3. Analiz Öncesinde Yapılacak Hazırlıklar

Öncelikle analizde hangi metodun uygulanacağı belirlenip metotla ilgili dokümanlar okunarak analizin işlem basamakları belirlenir. Daha sonra analizde kullanılacak araç gereç ve kimyasallar belirlenir. İhtiyaç duyulan araç gereç, kimyasal ve çözeltiler hazırlanır.

1.4. Laboratuvarda Kullanılan Malzemeler

Laboratuvarda kullanılan malzemeler çoğunlukla cam malzemeler olup plastik, metal veya porselen malzemeler de mevcuttur. Analiz yapabilmek için bu malzemeleri tanımak ve analiz metodunda belirtilen araç gereçleri analiz öncesinde hazırlamak gerekir.

Analizlerde yaygın olarak kullanılan araç gereçler ve kullanım amaçları aşağıda açıklanmıştır.

- **Beherglas (Beher):** Bardak şeklinde olup içindekilerin kolayca boşaltılabilmesi için ağız kısmında bir oluk vardır. Taksimatlı, taksimatsız, kısa, uzun, geniş, dar tipleri bulunur. Laboratuvarda aktarma, ısıtma, kaynatma ve tartım gibi işlerde kullanılır.
- **Erlenmayer (Erlen):** Ağız kısmına doğru daralan konik şekilli bir malzemedir. Şilifli-şilifsiz, kapaklı-kapaksız, taksimatlı-taksimatsız tipleri vardır. Daha çok titrasyonlarda ayrıca ısıtma, aktarma işlemlerinde kullanılır. Kapaklı olanları saklama kabı olarak da kullanılır. Boyun kısmında emzik bulunan nuçe erleni ise vakumlu süzme işlemlerinde kullanılır.



Resim 1.1: Beherglas



Resim 1.2: Erlenmayer

- **Balon:** Boyunlu bir balon şeklinde olup uzun boyunlu, kısa boyunlu, şilifli-şilifsiz, kapaklı-kapaksız, dibi düz-dibi yuvarlak, 2 boyunlu, 3 boyunlu tipleri vardır. Isıtma, kaynatma, damıtma, karışım hazırlama ve çözeltilerin saklanması için kullanılır.
- **Balon joje (Ölçü balonu):** İnce, uzun boyunlu, şilifli, kapaklı, dibi düz balonlardır. Boyun kısmında hacim çizgisi vardır. Üzerinde belirtilen sıcaklıkta hacim çizgisine kadar doldurulduğunda yine üzerinde yazılı olan hacimde sıvı alır. Balon jöjeler çözeltilerin hazırlanmasında kullanılır.



Resim 1.3: Balon



Resim 1.4: Balon joje

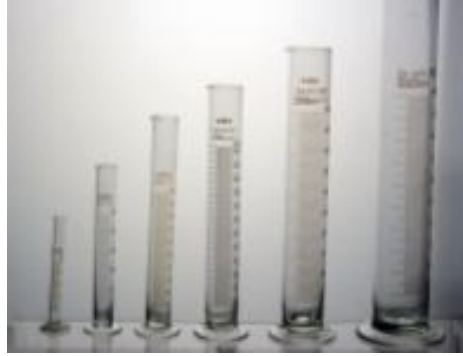
- **Pipet:** Pipetler belli hacimdeki sıvının aktarılması amacıyla kullanılır. Çok küçük hacimlerdeki sıvıların ölçülüp aktarılmasında kullanılan mikropipetler ayrıca otomatik pipetler ve dijital pipetler de mevcuttur.

Pipetler dereceli ve bullu pipetler olarak ikiye ayrılır. Bunların mililitre taksimatlı olanları bulunduğu gibi yalnız belirlenmiş hacmi ölçenleri de vardır. Pipetin üzerinde ölçüm miktarı ve hangi sıcaklık için kalibre edildiği yazılıdır.



Resim 1.5: Pipetler

- **Dereceli silindir (Mezür):** Silindirik yapıda bir malzeme olup üzeri taksimatlıdır. Kaba hacim ölçümlerinde kullanılır. Uzun, kısa, plastik veya cam tabanlı tipleri vardır.



Resim 1.6: Dereceli silindirler

- **Büret:** Mililitre olarak taksimatlandırılmış cam boru ve alt kısmında musluktan oluşur. Belirli hacimde sıvı alınmasında ve titrasyonda sıvıların damla damla aktarılmasında kullanılan hassas ölçüm aracıdır. Büretlerin düz ve otomatik olmak üzere iki farklı tipi mevcuttur. Düz olanlar bir spora bağlanarak otomatik olanlar ise bir çözelti şişesine takılarak kullanılır. Bunların dışında günümüzde yaygınlaşmakta olan digital büretler de mevcuttur.
- **Piset:** Kapağına geçirilmiş bir hortumu bulunan farklı hacim ve büyüklüklerdeki plastik kaptır. Saf su ekleme ve saf su ile durulama işlemlerinde kullanılır.
- **Huni:** Süzme, sıvıların aktarılması ve toz haline getirilmiş katıların dar boğazlı kaplara aktarılmasında kullanılan malzemedir. Farklı çaplarda, kısa veya uzun saplı tipleri mevcuttur.
- **Ayrırma hunisi:** Konik, silindirik veya küresel bir gövdesi, üstte şilifli ağız kısmı ve kapağı, altında musluklu bir cam borusu vardır. Ekstraksiyon işlemlerinde ve farklı yoğunluklardaki sıvı karışımların birbirinden ayrılmasında kullanılır.



Resim 1.7: Huni



Resim 1.8: Piset

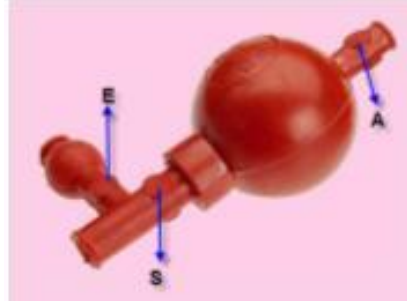


Resim 1.9: Ayrırma hunisi

- **Puar:** Pipetle birlikte kullanılan, sıvı çekmeye yarayan plastikten yapılmış malzemedir.
- A harfi puarın havasını boşaltır.
 - S harfi sıvının pipete çekilmesini sağlar.
 - E harfi ise sıvının boşaltılmasını sağlar.



Resim 1.10: Büret



Resim 1.11: Puar

- **Soğutucu:** Damıtma işlemlerinde içinden soğuk su geçen boru yardımı ile buharın yoğunlaşmasını sağlayan cam malzemedir. Düz, spiral ve bullu tipleri vardır.



Resim 1.12: Düz soğutucu

- **Tartı kabı:** Farklı şekil ve büyüklüklerde olup tartım işlemlerinde kullanılan malzemedir.
- **Saat camı:** Ortası çukur, dairesel, saat camı görünümündeki cam malzemedir. Çeşitli çapta olanları vardır. Tartı kabı ve kapak olarak kullanılır.



Resim 1.13: Saat camı

- **Spatül:** Katı hâldeki maddelerin buldukları kaplardan alınmasında, başka bir kaba aktarılmasında, tartım işleminde kullanılan kaşık şeklindeki malzemedir.



Resim 1.14: Spatül

- **Çözelti şişesi:** Çözeltilerin muhafaza edilmesinde kullanılan ağız kısımları dar, cam veya plastik kapaklı şişedir. Farklı hacimlerde tipleri mevcut olup çoğunlukla renkli camdan yapılır.
- **Damlalıklı şişe:** Damlalıklı şişe az miktarda sıvı ve çözeltinin konulduğu koyu renkli camdan yapılmış şişedir. Damlalık kısmı şişenin ağzına vidalanır şeklindedir.
- **Deney tüpü:** Bir tarafı kapatılmış cam boru olarak tanımlanabilir. Laboratuvarlarda farklı amaçlarla kullanılabilir.



Resim 1.15: Deney tüpleri

- **Maşa:** Sıcak kapları tutmak için kullanılan metal veya tahta maşalardır.



Resim 1.16: Maşa

- **Baget:** İçi dolu cam çubuklardır. Karıştırma işlemlerinde kullanılır.

- **Kroze:** Buharlaştırma, yakma ve külleştirme işlemlerinde kullanılan fincan şeklindeki porselen veya metal malzemedir. Porselen krozeler ateşe dayanıklı kilden yapılmış olup sırlanmıştır. Metal krozeler içinde en çok kullanılanları nikel, demir ve platin krozelerdir.

Süzgeçli krozeler ise süzme işleminde kullanılır. Krozenin altı süzme işlemine uygun gözenekli olarak yapılmıştır. En çok kullanılanı Gooch Krozesi'dir.



Resim 1.17: Krozeler

- **Kil üçgen:** Porselen kroze gibi malzemelerin ısıtma işleminde üç ayak üzerine düzgün yerleşmesini sağlamak amacıyla kullanılan malzemedir.
- **Havan ve eli:** Katı ve iri kimyasalların toz hâline getirilmesinde kullanılır.



Resim 1.18: Kil üçgen



Resim 1.19: Havan ve eli

- **Asbestli tel:** Cam malzemelerin bunzen bekinde ısıtılmasında kullanılır. Isının cam malzeme ile direkt temasını önlemek amacıyla saç ayağının üzerine konulan malzemedir.
- **Pipetlik:** Pipetlerin dik durumda konularak muhafaza edildiği sehpadır. Pipetler yerleştirilirken uçları yukarı gelecek şekilde konulursa hem uçları korunmuş olur hem de daha çabuk kurur.
- **Tüplük:** Deney ve satrifüj tüplerinin yerleştirilmesinde kullanılan malzemedir.
- **Statif (Spor):** Büret ve diğer bazı cam malzemelerin tutturulması için kullanılır. Ayak, metal çubuk, kısıkaç, saplı halka ve bağlama parçalarından oluşan malzemedir.



Resim 1.20: Statif (spor), kısıkaç ve ayak

- **Filtre kâğıdı:** Süzme işlemlerinde kullanılır. Preslenmiş selüloz liflerinden yapılmış kâğıtlardır. Farklı çeşitleri mevcut olup en çok kullanılanları; adi filtre kâğıtları, Whatman filtre kâğıtları ve Schleicher-Schüll filtre kâğıtlarıdır.

Adi filtre kâğıtlarının boyutları 40x40 cm olup istenilen büyüklükte kesilerek kullanılır. Whatman ve Schleicher-Schüll filtre kâğıtları ise daire şeklinde ve kullanıma hazır olup çapları 5,5-12,5 cm arasında değişmektedir. Karton kutu içinde ambalajlanmış olarak satılır.



Resim 1.21: Hazır filtre kâğıtları

Whatman filtre kâğıtları kalitatif ve kantitatif analizlerde kullanılmalarna göre ayrılır. Yakıldıklarında 0,1 mg'dan az kül bırakanlar kantitatif, 0,1 mg'dan çok kül bırakanlar ise kalitatif olarak adlandırılırlar. Whatmanın kalitatif filtre kâğıtları 1-6, kantitatif filtre kâğıtları ise 40-44 arasında numaralandırılmıştır. Numara büyüdükçe gözeneklerin çapı küçülmekte ve süzme işlemi yavaşlamaktadır.

Schleicher-Schüll filtre kâğıtları kantitatif özellikte olup farklı tipleri mevcuttur. Siyah bant, yeşil bant, beyaz bant ve mavi bant en fazla kullanılanlarıdır. Siyah banttan mavi banta doğru gözenek çapı küçülmektedir.

- **Dispenser:** Çözelti şişesi, üzerine yerleştirilmiş bir ölçü kabı ve musluktan oluşur. Ölçü kabı istenilen hacme ayarlanabilir. Çözeltilerin kolay ve tehlikesiz bir şekilde ölçülüp aktarılmasında kullanılır.



Resim 1.22: Dispenser

- **Bek:** Laboratuvarlarda en sık kullanılan ısı kaynağıdır. Bütan gazı, hava gazı ve doğalgaz ile çalışır. Beke boruyla gelen gaz, hava ile karışarak alev şeklinde yanar. Oluşan ısı; ısıtma, yakma ve kızdırma işlemlerinde kullanılır. Farklı çeşitleri bulunmakla beraber en çok kullanılanı bunzen beki.



Resim 1.23: Bunzen beki

- **Desikatör:** Desikatörler alt kısmına nem alıcı maddenin konulduğu, ortada delikli porselen tabla ve üstte kapaktan oluşan cam kaplar olup kurutulmuş veya yakılmış numunelerin havanın neminden etkilenmeden soğutulması amacıyla ve

bazı kimyasal maddelerin kurutulmasında kullanılır. İyice kapanmasını sağlamak için kapak yüzeyi traşlıdır. Hava geçişini önlemek için kapak kenarları vazelinlenir.

Bazı desikatörlerin kapağında ise havayı boşaltmaya yarayan musluklu bir cam boru vardır. Bu tip desikatörlere “vakumlu desikatör” denir.



Resim 1.24: Desikatör

Desikatörlerde nem alıcı olarak en çok silika jel veya susuz kalsiyum klorür kullanılır. Silika jel pembe renge döndüğünde, kalsiyum klorür ise taşlaşmış bir görünüm aldığı anda aktiviteleri bitmiş demektir.


Desikatör kullanıma hazırlanırken şu işlemler yapılır:

- Kapağı açıldıktan sonra içi tamamen boşaltılır.
- Önce su, daha sonra gerekiyorsa deterjan veya sabunla yıkanır.
- Kurulandıktan sonra tamamen kurutulur.
- Alt kısma nem çekici madde konur ve porselen tabla yerleştirilir.
- Kapak kenarları vazelinlenip kapatılır.
- Desikatörün içindeki havanın nemden arınması için 2-3 saat beklendikten sonra desikatör kullanılmaya başlanır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamakları ve önerileri dikkate alarak analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

Uygulamada kullanılan araç gereçler: Laboratuvar önlüğü, analiz dokümanları, kâğıt, kalem, genel laboratuvar malzemeleri

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Laboratuvar önlüğünü giyiniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Önlüğünüzü laboratuvarın dışında giyip çıkarınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Yapılacak analizle ilgili dokümanları inceleyiniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Analize ait standart varsa mutlaka standardı uygulayınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Analizin işlem basamaklarını belirleyiniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ İşlem basamaklarını düzgün sıralayınız.➤ Çözeltilerin derişimlerini belirtmeyi unutmayınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Analiz metodundaki araç gereç ve kimyasalları belirleyiniz. <p>Kullanılan Araç-Gereçler</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Pipet➤ Cam baget➤ Huni➤ Piset➤ Kil üçgen veya tel kafes➤ Bunzen beki➤ Porselen kroze➤ Kül finni➤ Spatül➤ Maşa➤ Puar➤ Hassas terazi➤ Tartım kabı➤ Numune kabı➤ 100 ml'lik beher➤ Saf su➤ Erlen➤ Deney tüpü➤ Balon joje➤ Bunzen beki➤ Halka	<ul style="list-style-type: none">➤ Kullanılacak araç gereçleri ve kimyasalları eksiksiz olarak belirleyip listeleyiniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Gerekli araç gereç ve kimyasalları çalışma tezgâhı üzerine hazırlayınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Eksik malzemeleri laboratuvar sorumlusuna bildirerek tamamlayınız.➤ Temizliğinden emin olmadığınız malzemeleri analizde kullanmayınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda verilen cümlelerdeki noktalı yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Isıtma, yakma ve kızdırma işlemlerinde kullanılan; bütan gazı, hava gazı ve doğalgaz ile çalışan araca denir.
2. Ayırma hunisi işlemlerinde ve farklı yoğunluklardaki sıvı karışımların birbirinden ayrılmasında kullanılır.
3. Sıvıların ve toz hâline getirilmiş katıların dar boğazlı kaplara aktarılmasında kullanılır.
4. Puarın havasını boşaltmak için harfinin bulunduğu kısma basılmalıdır.
5. buharlaştırma, yakma ve külleştirme işlemlerinde kullanılan porselen veya metal malzemedir.
6. mililitre olarak taksimatlandırılmış cam boru ve alt kısmında musluktan oluşan, titrasyonda sıvıların damla damla aktarılmasında kullanılan hassas ölçüm aracıdır.
7. ince ve uzun boyunlu, şilifli, kapaklı, dibi düz balon olup boyun kısmında hacim çizgisi vardır.
8. katı hâldeki maddelerin buldukları kaplardan alınmasında, başka bir kaba aktarılmasında, tartım işleminde kullanılan kaşık şeklindeki malzemedir.
9. Altı süzme işlemine uygun gözenekli olarak yapılan kroze krozesi denir.
10. Desikatörlerin iyice kapanmasını sağlamak için kapak yüzeyi tıraşlıdır. Hava geçişini önlemek için kapak kenarlarına sürülür.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

ÖĞRENME KAZANIMI

Kullanılan yöntemin gerektirdiği analiz sonrası işlemleri yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Analiz sonrası neler yapılır? Laboratuvarlara giderek araştırınız.
- Analiz raporu nasıl yazılır? Araştırınız.

2. ANALİZ SONRASI İŞLEMLER

2.1. Analiz Sonrası Yapılacak İşlemler

Analiz sonrası işlemler, kayıtların tutulması, laboratuvar ve malzemelerin temizlenerek bir sonraki çalışmaya hazırlanması işlemlerini kapsar.

Analiz sonrası işlemleri yaparken şu hususlara dikkat edilmelidir:

- Öncelikle kullanılmamış malzemeler ve kimyasallar yerlerine kaldırılmalıdır.
- Kırılan, özelliğini kaybeden, tek kullanımlık malzeme, kimyasal ve çözeltiler usulüne uygun toplanmalı ve imha edilmelidir.
- Analizde kullanılan tüm malzemeler usulüne uygun olarak temizlenmelidir.
- Çalışma alanları temizlenerek bir sonraki çalışmaya hazır hâle getirilmelidir.
- Analiz sonunda eller sabunla iyice yıkanmalıdır.
- Analiz ile ilgili bir sonuç raporu hazırlanmalıdır.

2.2. Deney Sonuç Formları ve Doldurulması

Yapılan her analizin sonunda mutlaka sonuç raporu düzenlenmelidir. Laboratuvarların düzenleyecekleri analiz raporları reklam amacıyla kullanılmamalı ve raporlarının gizliliği sağlanmalıdır.

Analiz sonuç raporu aşağıdaki bilgileri içermelidir:

- Çalışmanın, test ve referans maddesinin tanımlanması ile ilgili bilgiler
- Test birimiyle ilgili bilgiler
- Çalışmanın başladığı ve bittiği tarihler
- Materyaller ve test yöntemleri:
 - Kullanılan yöntem ve materyallerin tanımı
 - Kullanılan kaynaklara ve test kılavuzlarına atıf

- Bulgularla ilgili bilgiler:
 - Bulguların özeti
 - Çalışma planında gerekli görülen bütün bilgi ve veriler
 - Bulguların hesaplamalar ve istatistiksel yöntemlerle sunulması
 - Bulguların değerlendirilmesi ve ulaşılan sonuçlar

ANALİZ DEFTERİ		
<hr/>		
NUMUNENİN CİNSİ	:	
LABORATUVARA GELİŞ TARİH ve NO	:	
AMBALAJ VE ETİKET DURUMU	:	
NUMUNENİN GELDİĞİ YER	:	
ANALIZE ALINDIĞI TARİH	:	
<hr/>		
ANALİZ YÖNTEMİ	:	
ANALİZ SONUÇLARI :		
Rutubet	:	% 15.69
<hr/>		
HESAPLAMALAR		
Rutubet :	Kap+Numune	: 47.8568
	Kap	: <u>45.9816</u>
	Numune Miktarı	: 1.8752
	Kap+Numune	: 47.8568
	Kurutma sonunda Kap+Numune	: <u>47.5624</u>
	Kurutma Sonuçta Kayıp	: 0.2944
	Rutubet	: %15.69
<hr/>		
Raporun çıkış tarihi :		
Analizi Yapanların Adı-Soyadı, Ünvanı ve İmzası:		

Tablo 2.1: Analiz defteri

Analiz raporlarının hazırlanmasında aşağıdaki hususlara dikkat edilir:

- Enstrümantal cihazlarla yapılan analizlerde kullanılan cihaz, metot adı, miktarın en düşük limiti ve ölçüm limiti analiz raporuna yazılır.
- Analiz raporu resmî işlemlerde kullanılacaksa analiz sonuçlarından çıkarılan herhangi bir yorum içermemelidir.
- Aynı numunede yapılan bütün analizler aynı raporda belirtilmelidir.
- Analiz raporunun kısmen kullanılmayacağına dair uyarıcı ifade yazılmalıdır.

**LABORATUVARIN ADI, ADRESİ
İHRACAT VEYA ÜRETİM YERİ ANALİZ RAPORU**

Rapor No: Tarih:

Analiz Amacı.....
 Numuneyi Gönderen Kuruluş.....
 Numunenin Laboratuvara Geliş Tarihi.....
 Analiz Başlama ve Bitiş Tarihi.....
 Numunenin Cinsi.....
 Numunenin Miktarı.....
 Numunenin Ambalajı.....
 Numunenin Gönderildiği Yazının Tarihi ve Sayısı.....
 Numune Alma Tutanağının Tarihi ve Sayısı.....
 Numunenin Alındığı Yer, Adres ve Tarih.....
 Numunenin Üretim Tarihi, Son Kullanma Tarihi ve Seri-Parti No.....
 İhracatçı Firma Adı.....
 Üretici Firma Adı.....
 İhraç Edilecek Ülke Adı.....
 İhraç Edilecek Miktar.....

ANALİZLER

A-Yapılan Analizler	B-Sonuçlar
1- Ambalaj ve Etiket Kontrolü	
2- Duyusal	
3- Fiziksel	
4- Kimyasal	
5- Mikrobiyolojik	

Yapılan analiz sonucunda yukarıdaki değerler tespit edilmiştir.

Not: Bu analiz raporunun, hiç bir bölümü tek başına veya ayrı ayrı kullanılamaz.

Bölüm Sorumlusu: Adı, Soyadı, Unvanı ve İmzası

Tasdik Olunur
Tarih, İmza
Sorumlu Yönetici

Tablo 2.2: İhracat için analiz raporu

2.3. Laboratuvar Atıkları

Laboratuvar çalışmalarının sonunda tekrar kullanılmayacak veya özelliğini kaybetmiş malzeme ve kimyasallar, usulüne uygun toplanmalı ve imha edilmelidir. Bu atıkların depolanarak imha edilmesi, Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik, Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği ve Atık Yönetimi Yönetmeliği'ne uygun olarak yapılmalıdır.

Laboratuvar atıkları; **katı, kimyasal ve biyolojik atıklar** olarak üçe ayrılırlar. Bunların toplama, depolama, taşıma ve imha edilme aşamalarında karıştırılmaması gerekir. Analiz yapılan tüm kurum ve kuruluşlarda kimyasal ve biyolojik atıkların toplandığı atık odaları mutlaka bulunmalıdır. Geçici depolama ünitelerinde biriken atıkların toplanması ve taşınmasından belediyeler sorumludur.

Atıkların üretilmesinden nihai bertarafına kadar geçen sürede atık üreticileri, toplayıcılar, atıkların el değıştirdiği tüm taşıyıcılar, nihai bertaraf ediciler sırası ile sorumludurlar.

2.3.1. Katı Atıklar

Laboratuvar çalışmalarında ortaya çıkan kullanılmış ve tekrar kullanılmayacak malzemeler katı atıkları oluşturur. Örneğin tek kullanımlık malzemeler, özelliğini kaybetmiş malzemeler, kimyasal şişeleri, kontamine olmayan pipetler, pipet uçları, deney tüpleri ve plastik atıklar vb. katı atıklar olarak değerlendirilir. Bu malzemelerin usulüne uygun imha edilmeleri gerekir.

Katı atıklar imha edilirken şu hususlara dikkat edilmelidir:

- Tüm kırılmış veya çatlamış kontaminant içermeyen katı atıklar en az 3 kere yıkanmalı ve sonra atılmalıdır.
- Kırık cam malzemeler normal çöp kutularına konmamalı, özel etiketli atık kapları içine konmalıdır.
- Boş asit, baz şişeleri su ile çalkalandıktan sonra atılmalıdır.
- Uçucu maddelerle bulaşık atık içeren kaplar, çeker ocakta kapağı açılarak uçucu maddelerden tamamen arınması sağlanmalıdır.
- Atılacak boş şişe ve kapların etiketi sökülüp kapakları kapalı olarak atılmalıdır.

2.3.2. Kimyasal Atıklar

İnsan sağlığına ve çevreye zararlı etkileri olan, çevre dengesini bozan ve risk faktörü içeren kimyasal madde atıklarına **kimyasal atık** denir.

Laboratuvarlarda oluşan kimyasal atıklar şunlardır:

- Son kullanım süresi (raf ömrü) geçmiş olan kimyasal maddeler
- Bulaşma olmuş, kirlenmiş kimyasal maddeler
- Özelliğini kaybetmiş kimyasal maddeler
- Deney ekipmanlarını temizleme sırasında ortaya çıkan atıklar
- Ham madde döküntüleri ve deney sonrasında ortaya çıkan kimyasal karışımlar
- Yasa ile kullanımı yasaklanmış olan ürün, madde ve materyaller
- Laboratuvar elemanı tarafından artık kullanılmayan kimyasallar ile kaynağı ve niceliği bilinmeyen kimyasal maddeler

Laboratuvarlarda ortaya çıkan kimyasal atıklar doğrudan lavaboya dökülmemeli veya çöpe atılmamalı, gruplandırılarak atık kaplarında biriktirilmeli ve gerekli önlemler alındıktan sonra tekniğine ve mevzuatına uygun bir şekilde laboratuvardan uzaklaştırılmalıdır. Laboratuvar atıklarının biriktirilmesinde kimyasal etkilere dayanıklı ve sızdırmaz kaplar kullanılmalıdır.

Atık kapları kullanırken şu hususlara dikkat edilmelidir:

- Kimyasal atıklar özelliğine uygun atık kaplarında toplanmalıdır.
- Atık kabında birbiri ile uyumlu kimyasalların bulunmasına dikkat edilmelidir.
- Madde ekleme ve çıkarılması dışında bu kaplar her zaman kapalı tutulmalıdır.
- Kaplar mutlaka etiketlenmeli ve etikette kimyasalın türü mutlaka belirtilmelidir.
- Atık madde kapları dolduğunda gerekli form işlenerek atık toplama ünitesine teslim edilmelidir.

2.3.3. Biyolojik Atıklar

Biyolojik atıklar, laboratuvar ve sağlık kuruluşlarından kaynaklanan enfeksiyöz, patolojik, kesici-delici alet, genotoksik, farmasötik atıklar ile ağır metal içeren atıkları ve basınçlı kapları içermektedir. Laboratuvarlarda üretilen biyolojik atıkların toplanması, taşınması, depolanması ve bertaraf edilmesi bulaşıcı hastalıkları önlemede ve çevre sağlığını korumada önemli bir yere sahiptir.



Şekil 2.1: Biyolojik atık torbasına atılacak atıklar

Biyolojik atıklar ile ilgili şu hususlara dikkat edilmelidir:


- Biyolojik atıklar, kimyasal ve evsel atıklar ile karıştırılmamalıdır.
- Biyolojik atıkların toplanmasında yırtılmaya, delinmeye, patlamaya ve taşımaya dayanıklı; orijinal orta yoğunluklu polietilen ham maddeden sızdırmaz, çift taban dikişli ve körüksüz üretilen, çift kat kalınlığı 100 mikron olan, en az 10 kilogram kaldırma kapasiteli kırmızı renkli plastik torbalar kullanılmalıdır.
- Torbaların her iki yüzünde görülebilecek büyüklükte uluslararası biyotehlike amblemi ile “**DİKKAT TIBBİ ATIK**” ibaresini taşımalıdır.
- Torbalar en fazla $\frac{3}{4}$ oranında doldurulmalı, torbaların ağızları sıkıca bağlanmalı ve gerekliyse her bir torba yine aynı özelliklere sahip diğer bir torbaya konularak kesin sızdırmazlık sağlanmalıdır.

- Biyolojik atık torbaları hiçbir şekilde geri kazanılmaz ve tekrar kullanılmaz. Atık torbalarının içeriği hiçbir suretle sıkıştırılmamalı, torbasından çıkarılmamalı, boşaltılmamalı ve başka bir kaba aktarılmamalıdır.
- Atık torbaları tekerlekli, paslanmaz çelikten yapılmış ve yalnız bu iş için ayrılmış araçlar ile toplanmalı ve taşınmalıdır.
- Kesici ve delici özelliği olan atıklar diğer tıbbi atıklardan ayrı olarak delinmeye, yırtılmaya, kırılmaya ve patlamaya dayanıklı, su geçirmez ve sızdırmaz, açılması ve karıştırılması mümkün olmayan, üzerinde uluslararası biyotehlike amblemi ile “**DİKKAT! KESİCİ ve DELİCİ TIBBİ ATIK**” ibaresi taşıyan plastik veya aynı özelliklere sahip lamine kartondan yapılmış kutu veya konteynerler içinde toplanmalıdır.
- Biyolojik atıklar otoklav torbaları ve otoklavlanabilir kesici-delici tıbbi atık kaplarına konularak basınçlı buhar ile sterilizasyon işlemine tabi tutulabilir. Otoklav torbaları 140°C'ye kadar nemli-basinçlı ısıya dayanıklı ve buhar geçirgenliğine sahip olmalıdır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamakları ve önerileri dikkate alarak analiz sonrası işlemleri yapınız.

Uygulamada kullanılan araç gereçler: Atık kapları, genel laboratuvar malzemeleri, deney sonuç formu, kalem

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Kullanılmamış malzemeleri yerlerine kaldırınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Her malzemeyi kendi yerine koymayı unutmayınız.➤ Cam malzemeleri kırmadan yerleştirmeye özen gösteriniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Kimyasalları yerlerine kaldırınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Kimyasalları yerine kaldırırken kendi yerine koymayı unutmayınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Zararlı atık ve kimyasalları güvenli şekilde toplayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Zararlı atık ve kimyasalları toplama ve saklama kurallarına uymayı unutmayınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Araç gereçlerin temizliğini yapınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Araç gereç temizliği yaparken dikkatli olmayı unutmayınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Çalışma alanını temizleyerek bir sonraki çalışmaya hazırlayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Temizlik kurallarına uyunuz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Deney sonuç formlarını doldurunuz. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Analiz sonunda verileri not etmeyi unutmayınız.➤ Analiz raporunu yazmayı unutmayınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi analiz sonrası işlemlerden değildir?
A) Çalışma alanları temizlenerek bir sonraki çalışmaya hazır hâlde bırakılmalıdır.
B) Özelliğini kaybeden malzemeler usulüne uygun olarak imha edilmelidir.
C) Analiz sonunda eller sabunla iyice yıkanmalıdır.
D) Analiz araç gereçleri hazırlanmalıdır.
2. Aşağıdakilerden hangisi analiz raporlarının hazırlanmasında dikkat edilecek hususlardan değildir?
A) Cihazla yapılan analizlerde cihazın hassasiyet sınırları belirtilmelidir.
B) Analiz raporunun, kısmen kullanılmayacağına dair uyarıcı ifade yazılmamalıdır.
C) Analiz raporu resmi işlemlerde kullanılacaksa herhangi bir yorum içermemelidir.
D) Aynı numunede yapılan bütün analizler aynı raporda belirtilmelidir.
3. Aşağıdakilerden hangisi kimyasal atık değildir?
A) Son kullanım süresi (raf ömrü) geçmiş olan ürünler
B) Bulaşma olmuş, kirlenmiş kimyasal maddeler
C) Özelliğini kaybetmiş kimyasal maddeler
D) Asit bulaşmış cam kaplar

Aşağıda verilen cümlelerdeki noktalı yerlere doğru sözcükleri yazınız.

4. Laboratuvar ve sağlık kuruluşlarından kaynaklanan enfeksiyöz, patolojik, kesici-delici alet, genotoksik, farmasötik atıklar ile ağır metal içeren atıklar ve basınçlı kaplar atıkları oluşturur.
5. İnsan sağlığına ve çevreye zararlı etkileri olan, çevre dengesini bozan ve risk faktörü içeren kimyasal madde atıklarına atık denir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

ÖĞRENME KAZANIMI

Laboratuvar çalışmalarında hata kaynaklarını belirleyebilecek ve önleyebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Analizlerde hata kaynakları nelerdir? Araştırınız.
- Analizlerde hataları önlemek veya gidermek için neler yapılır? Araştırınız.

3. ANALİZ HATA KAYNAKLARINI ÖNLEME

Bir çalışmada elde edilen ölçümün/sonucun gerçek değerden farklı olmasına **hata** denir. Analiz sırasında yapılan tartım, hacim ölçümü, çözündürme, çöktürme, süzme, seyreltme, cihazla okuma/ölçüm gibi işlemlerde çeşitli hatalar yapılmakta, bu da analiz sonucunun yanlış çıkmasına sebep olmaktadır. Bu hatalar birçok farklı kaynaktan gelebilir. Hata kaynaklarının bilinmesi ve ortadan kaldırılması, analiz sonuçlarının doğruluğunu, güvenilirliğini artıracaktır.

3.1. Analiz Hata Kaynakları

Analizlerde başlıca hata kaynaklarını; yöntemden, araç gereç ve cihazlardan, kimyasallardan, laboratuvar ortamından ve dikkatsizlikten kaynaklanan hatalar şeklinde sınıflandırabiliriz.

➤ Yöntemden kaynaklanan hatalar

Kimyasal analizlerde uygulanan yöntemler üç grupta toplanmaktadır. Her yöntemin kendine özgü hata olasılığı vardır.

- **Gravimetrik analizlerde;** çökmenin tam olmaması, ortamdaki istenmeyen maddelerin çökmesi, çökeleğin az da olsa çözünmesi vb. hatalara sebep olmaktadır.
- **Volumetrik analizlerde;** belirlenecek maddeden başka maddelerin de tepkime vermesi, uygun bir indikatör bulunmaması, indikatörlerin titrasyon sonunu tam eş değerlik noktasında göstermemeleri, yanlış bir indikatörün seçilmesi gibi hatalar yöntemden kaynaklanan hatalardır.

- **Enstrümantal analizlerde;** cihazın kalibrasyonunun doğru olmaması, numune konsantrasyonunun ölçüm aralığının dışında olması, standart çözeltilerin konsantrasyonlarının tam ayarlanmaması, kalibrasyon grafiğinin doğru oluşturulmaması gibi hatalar yaşanabilmektedir.

➤ **Araç gereç ve cihazlardan kaynaklanan hatalar**

Laboratuvar çalışmalarında araç gereç ve cihazlarla ilgili hata kaynakları şöyle sıralanabilir;

- Pipet, büret, balon joje vb. malzemelerin hacim ayarlarının hatalı olması,
- Terazilerin bozuk olması, ayarlarının tam yapılmaması,
- Cihazların kalibrasyonlarının bozuk olması, ışık kaynağı, detektör gibi kısımların doğru çalışmaması, kuvvetlerin çizik olmasıdır.

➤ **Kimyasallardan kaynaklanan hatalar**

Laboratuvar çalışmalarında kimyasal ve çözeltilerle ilgili belli başlı hata kaynakları şöyle sıralanabilir;

- Kullanılan kimyasal maddelerin saf olmaması,
- Kimyasal maddelerin son kullanma tarihinin geçmiş olması,
- Çözeltilerin ayarlarının yapılmaması veya bozulmuş olması,
- Çözeltilerin faktör tayinlerinin doğru yapılmaması,
- Çözeltinin pH'nın iyi ayarlanamaması,
- Çözeltilerde iyonlaşma, flüoresans ve kompleksleşme gibi kimyasal sapmalardır.

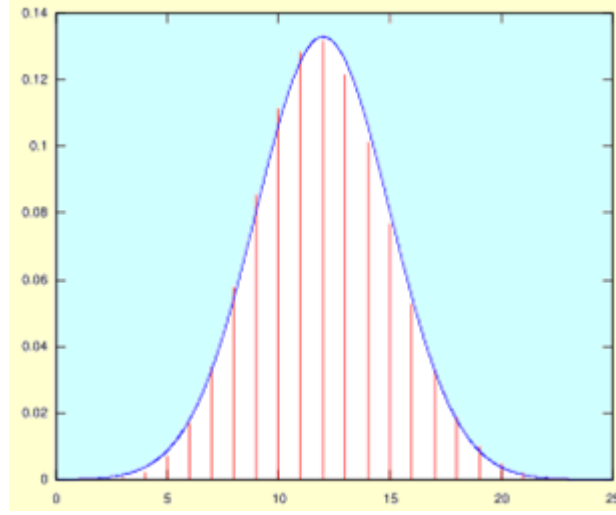
➤ **Dikkatsizlikten kaynaklanan hatalar**

Laboratuvar çalışmalarında dikkatsizlikten kaynaklanan hatalar şöyle sıralanabilir;

- Pipet, mezür, büret gibi hacim ölçüm araçlarıyla ölçümlerin yanlış yapılması veya yanlış okunması,
- Terazilerde tartımların yanlış yapılması,
- Damıtma, süzme, titrasyon vb. işlemlerin dikkatli ve duyarlı yapılmaması,
- Çözeltilerin gereğinden fazla eklenmesi,
- Uygun olmayan ölçü kaplarının kullanılması,
- Numune ve çözeltilerin nem ya da ışıktan etkilenen bir yere konulması,
- Çözelti veya çökeltinin taşınması sırasında dökülmesi,
- Baget ve cam malzemelerde artık kalması,
- Sıcaklık ayarlaması ve düzeltmenin yapılmamasıdır.

➤ Belirli olmayan hatalar

Laboratuvarlarda yapılan her ölçümün bir belirsizliği vardır. Belirli olmayan hatalar, belirsizliğin neden olduğu düzensiz hatalardır. Ne kadar dikkatli çalışılırsa çalışılsın bu hatalar fark edilemez ve tamamen giderilemez. Örneğin; büretlerde 0.1ml duyarlılığındaki okumalar rahatlıkla yapılabilir fakat 0.01ml duyarlılığında okuma yapmak oldukça güçtür. 0.01ml duyarlılığında 5 öğrenciye okuma yaptırıldığında her birinin bulacağı değer farklı olacaktır. Bu tür hatalar azaltılabilirse bile tamamen giderilemez. Bu tür hatalar için normal dağılım eğrisi kullanılır.



Resim 3.1: Normal dağılım eğrisi

Aynı kişi, aynı analizi iki kez yaptığında bile tartma, titrasyon, çöktürme vb. işlemler farklı zamanlarda gerçekleştirildiğinden sonuçlar az da olsa birbirinden farklı olur. Çünkü iki analiz arasındaki geçen zamanda sıcak, basınç, nem gibi bazı ortam koşulları değişmekte, bu da belirsiz hatalara neden olmaktadır.

3.2. Analiz Hatalarının Önlenmesi

Analizlerde yukarıda açıklanan hata kaynaklarından meydana gelen birçok hata yapılabilmektedir. Bu hataları azaltmak, önlemek ya da düzeltmek için alınması gerekli önlemleri iki başlık altında toplayabiliriz. **Bunlar;**

- Analiz işlemine başlamadan önce alınması gereken önlemler,
- Analiz işlemleri sırasında alınması gereken önlemlerdir.

Analiz öncesinde ve analiz esnasında alınabilecek önlemlerle birçok hata azaltılabilir hatta önlenebilir.

3.2.1. Analize Başlamadan Önce Alınan Önlemler

Analizlerde hataların önlenmesi için analize başlamadan gerekli tedbirlerin alınması gerekir. Analizlere başlarken alınabilecek bu önlemleri; araç gereçlerin temizliği, tartım ve ölçüm araçlarının ve çözeltilerin ayarlanması, sabit tartıma getirme, cihazların kalibrasyonu şeklinde sıralayabiliriz.

➤ Araç gereçlerin temizliği

Laboratuvarlarda hatasız çalışmanın en önemli şartlarından biri temizliktir. Hem laboratuvarın hem de analizlerde kullanılan kapların temiz olması gerekir. Kapların çok az da olsa kirli olması analiz sonuçlarının yanlış çıkmasına neden olur. Bunun için her türlü cam malzeme iyice yıkanıp saf sudan geçirilmeli, kurutulduktan sonra kullanılmalıdır.

➤ Tartım ve ölçüm araçlarının ayarlanması

- Tartım işlemi, analiz sırasında dikkat edilmesi gereken en temel işlemlerden biridir. Tartımdan kaynaklanan hataları en aza indirmek için hassas ve analitik terazilerin kullanımında kurallara titizlikle uyulmalıdır.
- Ölçü kaplarında (balon joje, büret, pipet) hatayı azaltmak için kap üzerinde yazılı olan sıcaklıklarda çalışılmalıdır.
- Büret ve pipetlerle hacim ölçümleri yapılırken başlangıç ve bitiş noktası ölçümleri tam yapılmalıdır.
- Balon jocuların sertifikalı olması gerekir. Piyasaya sürülmeden önce kontrol edilerek üzerlerine gerçek hacimden ne kadar farklı oldukları yazılır. Bu tip balon jocularere **sertifikalı balon joje** denir. Balon joje sertifikalı değilse sertifikalı bir balon joje ile karşılaştırılarak hacim ayarı kontrol edilmelidir.

➤ Çözeltilerin ayarlanması

Analizlerde kullanılan çözeltilerin gerçek derişimlerini bulmak amacıyla faktör tayini yapılması çözeltilerden gelebilecek hataları da engellemiş olacaktır. Analizlerde kullanılan çözeltilerin ayarlanmış olmalarına, faktörlerinin belirlenmiş olmasına dikkat edilmelidir.

Çözelti faktörlerinin belirlenmesi analiz sonuçlarının sağlıklı olması ve hataların azaltılması için önemlidir. Çözeltilerin ayarlanması konusu “Çözelti Hazırlama” modülünde ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

➤ Sabit tartım işlemleri

En az üç tartım arasındaki farkın $\pm 0,3$ mg olmasına sabit tartım denir. Sabit tartım işlemleri; porselen krozelerin ve kurutma kaplarının daralarının belirlenmesi, analizi

yapılacak maddenin neminin tam olarak uzaklaştırılması, gravimetrik analizlerde yakma ile tartılan maddenin sabit bir bileşiminin elde edilmesi için yapılır.

Bir maddeyi sabit tartıma getirmek için;

- Yakma ve kurutma işlemi sonunda bu madde desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulur ve tartılır.
- Madde aynı koşullarda tekrar 30 dk. yakılır ya da kurutulur. Desikatörde soğutulup tekrar tartılır. Bu işlem bir kez daha tekrarlanır.
- Elde edilen üç tartım sonundaki değerler arasındaki fark 0,3 mg'dan küçükse madde sabit tartıma gelmiştir. Bu durumda tartımların ortalaması alınarak tartım değeri bulunur.
- Eğer üç tartım sonundaki değerler arasındaki fark 0,3 mg'dan büyükse işlemler tekrarlanır.

Sabit tartım işleminde şu hususlara mutlaka dikkat edilmelidir;

- Sabit tartım yapılmadan önce kapların iyice temizlenip kurutulması gerekir.
- Analizde kullanılan kaplar analizin yapıldığı sıcaklıkta sabit tartıma getirilmelidir.
- Tüm tartım işlemleri sıcaklık, nem, terazi vb. açısından aynı koşullarda yapılmalıdır.

➤ **Cihazların kullanımı ve kalibrasyonu**

Analizlerde kullanılan cihazlar öncelikle laboratuvarında doğru yerlere yerleştirilmeli, kullanma talimatına uygun olarak kullanılmalı, ölçümlerden yeterli süre önce çalıştırılarak ısınması sağlanmalı ve belirli aralıklarla mutlaka kalibrasyon kontrolü yapılmalıdır.

3.2.2. Analiz İşlemleri Sırasında Alınan Önlemler

Analizler sırasında oluşabilecek hataların önlenmesi amacıyla başlıca yapılan işlemler; kör deneme, paralel çalışma ve sıcaklık düzeltmesi yapmadır.

➤ **Kör deneme**

Analizde kullanılan kaplar, çözeltiler ve diğer bazı kaynaklardan ileri gelen hataları belirlemek ve gidermek için kör deneme yapılır. Numunenin analizinin yapıldığı koşullarda numunesiz olarak gerçekleştirilen analize kör deneme denir.

Kör denemede genellikle numune yerine aynı miktarda saf su kullanılır. Numuneli ve numunesiz yapılan analizlerin sonucunda bulunan değerlerin birbirinden çıkarılması ile düzeltme yapılabilir. Örneğin asit tayininde önce saf suyun asitliğinin ölçülmesi ve daha sonra asit miktarının ölçülmesi ile suyun asitliğinin neden olduğu hata önenebilir.

Örneğin, yapılan asitlik tayininde numunenin titrasyonunda 8,5 ml, kör denemede ise 0,2 ml titrasyon çözeltisi harcanmışsa numunenin titrasyonunda harcanan gerçek titrasyon çözeltisi hacmi ne kadardır?

$$V = V_1 - V_2$$

V = Gerçek hacim

V₁ = Numunenin titrasyonunda harcanan hacim

V₂ = Kör denemede harcanan hacim

$$\begin{aligned} V &= V_1 - V_2 \\ V &= 8,5 - 0,2 \\ V &= 8,3 \text{ ml} \end{aligned}$$

➤ **Paralel (koşut) belirleme**

Yapılan analizin doğruluğunu kontrol etmek, duyarlılığını artırmak ve hatayı azaltmak için aynı numune üzerinde en az iki hatta üç paralel çalışılarak analiz yapılır. Paralel denemeler sonucunda elde edilen değerler arasındaki fark yöntem için verilen maksimum farktan fazla değilse sonuç doğru kabul edilir. Paralel deneme sonuçlarının ortalaması alınarak sonuç hesaplanır. Eğer fark yöntem için verilen maksimum farktan fazla ise analiz tekrarlanır.

➤ **Sıcaklık düzeltmesi**



Yoğunluk ölçümünde kullanılan areometreler gibi bazı ölçüm araçları belirli sıcaklık derecelerine göre ayarlanmıştır. Bunların hangi sıcaklık derecelerine göre ayarlandıkları üzerlerinde yazılıdır. Bu araçlarla çalışırken üzerinde yazılı olan sıcaklıklarda çalışılması hataları azaltacaktır. Eğer belirtilen sıcaklıkta çalışılması mümkün değilse o durumda mutlaka sıcaklık düzeltmesi yapılmalıdır.


Örneğin dansimetre ile ölçüm yapılabilmesi için numunenin sıcaklığının belirli bir aralıkta olması gerekir. Dansimetre bu aralıktaki bir sıcaklığa göre ayarlanmıştır. Bu aralığın içinde olmak kaydı ile tespit edilen derecenin dışında yapılan ölçümlerde düzeltme faktörü uygulanarak hesaplama yapılır. Sıcaklık düzeltme katsayısı her 1⁰C için 0,2'dir. Sıcaklık arttığında yoğunluk azalacaktır. Numunenin sıcaklığı, dansimetrenin ölçüm sıcaklığından yüksekse hesaplanan sıcaklık düzeltmesi okunan değer üzerine eklenir, düşük ise okunan değerden çıkarılır. 15⁰C'ye ayarlı bir dansimetre ile 19⁰C'deki sıvının ölçümü yapılmışsa dansimetre değerine (19-15) x 0,2 = 0,8 eklenerek gerçek değer bulunur.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamakları ve önerileri dikkate alarak volumetrik bir analizde, analiz hatalarını önleme işlemleri yapınız.

Uygulamada kullanılan araç gereçler: Hassas terazi, tartım kabı, spatül, balon joje, büret, pipet, piset, huni, çözelti şişesi

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Kullanılacak araç gereçlerin temiz olduğundan emin olunuz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Cam malzemeleri temizlik kontrolü yaptıktan sonra kullanınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Tartım işlemini doğru yapınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Terazileri kurallara uygun kullanınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Ölçü kaplarını belirtilen sıcaklıklarda kullanınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Balon joje, büret, pipet kullanırken üzerinde yazılı sıcaklığa dikkat ediniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Büret ve pipetlerle hacim ölçümleri yapılırken başlangıç ve bitiş noktası ölçümleri tam yapılmalıdır. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Büret ve pipet kullanma kurallarına uygun çalışınız.➤ Göz hizasında çalışmayı unutmayınız.

<p>➤ Balon jojeleri hacim ayarını kontrol ettikten sonra kullanınız.</p>	<p>➤ Balon jojeyi sertifikalı balon joje ile karşılaştırarak hacim ayarı yapmayı unutmayınız.</p>
<p>➤ Çözeltileri tam derişimlerini bilerek kullanınız.</p> 	<p>➤ Etiketli bulunmayan çözeltileri kullanmayınız.</p> <p>➤ Ayarlı çözeltileri faktör hesaplaması yaparak kullanınız.</p>
<p>➤ Analizlerde mutlaka kör deneme yapınız.</p>	<p>➤ Analiz metoduna uygun kör deneme yapmayı unutmayınız.</p>
<p>➤ Analizleri mutlaka iki veya üç paralel çalışınız.</p>	<p>➤ Analiz metodunda belirtilen sayıda paralel çalışma yapmayı unutmayınız.</p>

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda verilen cümlelerdeki noktalı yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Laboratuvar çalışmalarında hata kaynaklarından biri de pipet, büret, balon joje gibi hacim ölçüm araçlarının ayarlarının hatalı olmasıdır.
2. Laboratuvar çalışmalarında hata kaynaklarından biri de kullanılan kimyasal maddelerin olmamasıdır.
3. Laboratuvar çalışmalarında hata kaynaklarından biri de kimyasal maddelerin geçmiş olmasıdır.
4. Büret ve pipetler kullanılırken ayarları tam yapılmalıdır.
5. En az üç tartım arasındaki farkların $\pm 0,3$ mg olmasına denir.
6. Kör denemede genellikle numune yerine aynı miktarda kullanılır.

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

7. () Laboratuvar çalışmalarında hata kaynaklarından biri de çözeltilerin ayarlarının bozulmasıdır.
8. () Ölçü kaplarında (balon joje, büret, pipet) hatayı azaltmak için kap üzerinde yazılı olan sıcaklıklarda çalışılmalıdır.
9. () Sabit tartım esnasında tartım işlemleri birden çok terazide yapılmalıdır.
10. () Enstrümantal cihazlar, fazla ısınmaması için ölçümlerden hemen önce çalıştırılmalıdır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi analiz raporlarının hazırlanmasında dikkat edilecek hususlardan değildir?
 - A) Cihazla yapılan analizlerde kullanılan cihaz ve metot belirtilmelidir.
 - B) Analiz raporunun kısmen kullanılmayacağına dair uyarıcı ifade yazılmamalıdır.
 - C) Analiz raporu resmî işlemlerde kullanılacaksa herhangi bir yorum içermemelidir.
 - D) Aynı numunede yapılan bütün analizler aynı raporda belirtilmelidir.
2. Aşağıdakilerden hangisi numunelerin taşınması gereken özelliklerden değildir?
 - A) Özel istek numuneleri mutlaka resmî kurye aracılığı ile gönderilmelidir.
 - B) Numunenin resmî yazısında hangi analizlerin yapılacağı açıkça belirtilmelidir.
 - C) Numune yeterli miktarda olmalıdır.
 - D) Numuneler uygun ambalajda olmalı ve ambalajı bozulmadan laboratuvara ulaşmalıdır.
3. Bardak şeklinde olup içindekilerin kolayca boşaltılabilmesi için ağız kısmında oluk bulunan malzeme aşağıdakilerden hangisidir?
 - A) Beherglas
 - B) Erlenmayer
 - C) Kroze
 - D) Mezür
4. Silindirik yapıda ve üzeri taksimatlı olup kaba ölçümlerde kullanılan malzeme aşağıdakilerden hangisidir?
 - A) Büret
 - B) Pipet
 - C) Mezür
 - D) Deney tüpü
5. Pipete takılan ve sıvı çekmeye yarayan plastik malzeme aşağıdakilerden hangisidir?
 - A) Büret
 - B) Puar
 - C) Piset
 - D) Baget

6. Büret ve diğer cam malzemelerin tutturulması için kullanılan; ayak, metal çubuk, saplı halka ve bağlama parçalarından oluşan malzeme aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Pipetlik
- B) Tüplük
- C) Bek
- D) Spor

Aşağıda verilen cümlelerdeki noktalı yerlere doğru sözcükleri yazınız.

7. Laboratuvar çalışmalarında görülen hatalardan biri de çözeltilerin tayinlerinin doğru yapılmamasıdır.
8. Analiz esnasında değişen basınç, nem, gibi ortam koşulları hatalara neden olmaktadır.
9. Numunenin analizin yapıldığı koşullarda numunesiz olarak gerçekleştirilen analize denir.
10. Piyasaya sürülmeden önce kontrol edilerek üzerlerine gerçek hacimden ne kadar farklı oldukları yazılan balon jöjelere denir.
11. Enstrümantal cihazlara belirli aralıklarla mutlaka kontrolü yapılmalıdır.

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

12. Laboratuvar çalışmalarında hata kaynaklarından biri de numune ve çözeltilerin ışıktan etkilenen bir yere konulmasıdır.
13. Porselen krozelere ve kurutma kaplarının daralarının belirlenmesinde sabit tartım uygulanır.
14. Volümetrik analizlerde yakma ile sabit bir bileşimin elde edilmesi için sabit tartım uygulanır.
15. Analizlerde hata kaynaklarından biri de çözeltilerin gereğinden fazla eklenmesidir.
16. Analizde kullanılan kaplar her zaman 105 °C'de sıcaklıkta sabit tartıma getirilmelidir.
17. Analizde kullanılan kaplar, çözeltiler ve diğer bazı kaynaklardan ileri gelen hataları belirlemek ve gidermek için sıcaklık düzeltilmelidir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	bek
2	ekstraksiyon
3	huni
4	A
5	kroze
6	büret
7	balon joje
8	spatül
9	gooch
10	vazelin

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	B
3	D
4	biyolojik
5	kimyasal

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	hacim
2	saf
3	son kullanma tarihinin
4	sıfır
5	sabit tartım
6	saf su
7	D
8	D
9	Y
10	Y

MODÜL DEĞERLENDİRME'NİN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	A
3	A
4	C
5	B
6	D
7	faktör
8	sıcaklık
9	kör deneme
10	sertifikalı balon joje
11	kalibrasyon
12	D
13	D
14	Y
15	D
16	Y
17	Y

KAYNAKÇA

- CANEL Muammer, **Laboratuvar Güvenliđi**, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü Yayınları, Ankara, 1998.
- ÇELİK Handan Ak, **Laboratuvar Güvenliđi**, Ege Üniversitesi, İzmir, 2007.
- DEMİR Mustafa, Şahinde DEMİRCİ, Ali USANMAZ, **Analitik ve Sınai Kimya Laboratuvarı**, MEB Yayınları, Ankara, 2001.
- DEMİR Mustafa, **Analitik Kimya Nicel**, MEB Yayınları, Ankara, 2001.
- GÜNDÜZ Turgut, **İnstrümental Analiz**, Bilge Yayıncılık, Ankara, 1990.
- GÜVEN Selma, **Laboratuvar Güvenliđi**, Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı, Yalova, 1999.
- KAZAZ Neşe, ÖZDEMİR Musa, **Tıbbi Atıkların Yönetimi**, İzmir, 2005.
- YÜCESOY Ferah, **Organik Kimya Laboratuvarı**, MEB Yayınları, Ankara, 2001.
- www.aof.anadolu.edu.tr