

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

## **LABORATUVAR HİZMETLERİ**

### **TOPRAKTA MAKRO BESİN ELEMENTİ ANALİZLERİ**

**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 .....	iv
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1. TOPRAKTA AZOT TAYİNİ .....	3
1.1. Bitki Besin Elementleri .....	3
1.1.1. Makro Besin Elementleri .....	4
1.1.2. Mikro Besin Elementleri .....	4
1.1.3. Besin Elementlerinin Topraktaki Konumları .....	4
1.2. Azotun Bitki Beslemedeki Önemi .....	5
1.3. Toprakta Azot Tayin Metotları .....	6
1.4. Toprakta Kjeldahl Metoduyla Toplam Azot Tayini .....	6
1.4.1. Kullanılan Araç Gereçler .....	6
1.4.2. Kullanılan Kimyasallar ve Çözeltiler .....	7
1.4.3. Analizin Yapılışı .....	7
UYGULAMA FAALİYETİ .....	10
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	14
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	16
2. TOPRAKTA FOSFOR TAYİNİ .....	16
2.1. Fosforun Bitki Beslemedeki Önemi .....	16
2.2. Toprakta Fosfor Tayin Metotları .....	16
2.3. Toprakta Sodyum Bikarbonatta Çözünebilen Fosfor Tayini .....	17
2.3.1. Kullanılan Araç Gereçler .....	17
2.3.2. Kullanılan Kimyasallar ve Çözeltiler .....	17
2.3.3. Analizin Yapılışı .....	18
UYGULAMA FAALİYETİ .....	23
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	27
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 .....	29
3. TOPRAKTA POTASYUM TAYİNİ .....	29
3.1. Potasyumun Bitki Beslemedeki Önemi .....	29
3.2. Toprakta Değişebilir Potasyum Tayini .....	29
3.2.1. Kullanılan Araç Gereçler .....	30
3.2.2. Kullanılan Kimyasallar ve Çözeltiler .....	30
3.2.3. Analizin Yapılışı .....	31
3.3. Alev Fotometresi .....	32
3.3.1. Alev Fotometresinin Kısımları .....	32
3.3.2. Alev Fotometresinin Kullanımı .....	33
UYGULAMA FAALİYETİ .....	35
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	38
ÖĞRENME FAALİYETİ-4 .....	39
4. TOPRAKTA KALSİYUM VE MAGNEZYUM TAYİNİ .....	39
4.1. Kalsiyumun Bitki Beslemedeki Yeri .....	39
4.2. Magnezyumun Bitki Beslemedeki Yeri .....	40
4.3. Toprakta Kalsiyum ve Magnezyum Tayin Yöntemleri .....	41
4.4. EDTA Titrasyon Yöntemi ile Kalsiyum ve Magnezyum Tayini .....	41
4.4.1. Kullanılan Araç Gereçler .....	41

---

4.4.2. Kullanılan Kimyasallar ve Çözeltiler .....	41
4.4.3. Analizin Yapılışı.....	42
UYGULAMA FAALİYETİ .....	44
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	50
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	51
CEVAP ANAHTARI.....	53
KAYNAKÇA.....	55

# AÇIKLAMALAR

<b>ALAN</b>	<b>Laboratuvar Hizmetleri</b>
<b>DAL</b>	<b>Gıda, Tarım ve Hayvan Sağlığı Laboratuvarı</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Toprakta Makro Besin Elementi Analizleri</b>
<b>MODÜLÜN SÜRESİ</b>	40/36
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	Bireye / öğrenciye tekniğine uygun olarak toprakta makro besin elementi analizleri yapmaya yönelik bilgi ve becerileri kazandırmaktır.
	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Kjeldahl tekniğine uygun olarak toprakta azot tayini yapabileceksiniz.</li><li>2. Spektrofotometrik tekniğe uygun olarak toprakta fosfor tayini yapabileceksiniz.</li><li>3. Cihaz kullanma talimatlarına uygun olarak alev fotometresi yardımıyla toprakta potasyum tayini yapabileceksiniz.</li><li>4. EDTA titrasyon yöntemine uygun olarak toprakta kalsiyum ve magnezyum tayini yapabileceksiniz.</li></ol>
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<p><b>Ortam:</b> Laboratuvar ortamı, kütüphane, internet, bireysel öğrenme ortamları vb.</p> <p><b>Donanım:</b> Hassas terazi, kjeldahl cihazı, spektrofotometre, alev fotometresi, çeker ocak, yatay çalkalayıcı, santrifüj, santrifüj tüpü, spatül, tartım kabı, pipet, puar, yanmaz eldiven, mezür, erlen, büret, hesap makinesi, filtre kâğıdı, huni, milimetrik kâğıt, ekstraksiyon şişesi, damlalık, kjeldahl katalizör tableti, sülfürik asit, sodyum hidroksit, borik asit, tashiri indikatörü, hidroklorik asit, sodyum bikarbonat, amonyum molibdat, kalay klorür, potasyum di hidrojen fosfat, amonyum asetat, potasyum klorür, amonyum purpurat indikatörü (Mürexid), 0,01 N Disodyum etilen diamin tetra asetat dihidrat (EDTA) çözeltisi, erikrom blak-T, amonyum hidroksit, amonyum klorür</p>
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz.



# GİRİŞ

## Sevgili Öğrenci,

Bitkilerin büyüüp gelişebilmesi için çeşitli besin maddelerine ihtiyacı vardır. Bu besin maddelerinden bazılarının alınamaması durumunda gelişme problemleri yaşanır, istenilen verim alınmaz. Bitkilerden bol ve kaliteli ürün alabilmek için eksiklik problemi yaşanan bu besin maddelerinin gübreleme ile direkt bitkiye veya toprağa verilmesi gerekir.

Gübreleme rastgele olmamalı; ihtiyaç duyulan gübreler, yeterli miktarlarda ve bir program dâhilinde verilmelidir. Unutulmamalıdır ki toprakta herhangi bir besin maddesinin fazlaca bulunmasından çok, o besin maddesinden bitkinin ne oranda yararlandığı ya da yararlanıp yararlanamayacağı önemlidir. Bu nedenle yapılacak bilinçsiz gübrelemeler, hem ekonomik yönden hem de toprakların giderek verimsizleşmesi yönünden sakıncalıdır. Yanlış gübre kullanımını engellemek amacıyla toprak analizleri yapılmalı ve bunların sonuçları doğrultusunda topraklara uygun gübreler verilmelidir.

Bu modülü tamamladığınızda topraklarda bulunan makro besin elementlerinden azot, fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum elementlerinin analizlerini yapabilecek bilgi ve beceriye sahip olacaksınız.





# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## ÖĞRENME KAZANIMI

Gerekli ortam sağlandığında kjeldahl tekniğine uygun olarak toprakta azot tayini yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Azotun bitki beslemedeki önemini araştırınız.
- Toprakta azot tayininde kullanılan metotları araştırınız.

## 1. TOPRAKTA AZOT TAYİNİ

### 1.1. Bitki Besin Elementleri

Bitkiler, büyüyüp gelişebilmek ve ürün verebilmek için bazı besin elementlerine mutlak surette ihtiyaç duyar. Bitki gelişimi için mutlaka gerekli olan bu elementlere **esas bitki besin elementleri** adı verilir. Bunlar; karbon, hidrojen, oksijen, azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, kükürt, demir, manganez, bakır, çinko, molibden, bor ve klordur.

Yapılan araştırmalar, bitki bünyesinde bu 16 elementin haricinde farklı elementlerin de bulunabileceğini göstermiştir. Esas bitki besin elementlerinin haricindeki diğer elementler, bitki gelişimi için mutlaka gerekli, olmazsa olmaz olan elementler değildir. Bunlar bulunmadığı zaman da bitkiler normal gelişimlerini sürdürür.

	Makro besin elementleri	Mikro besin elementleri
<b>Daha çok su ve havadan alınanlar</b>	Karbon (C) Hidrojen (H) Oksijen (O)	—
<b>Toprakta alınanlar</b>	Azot (N) Fosfor (P) Potasyum (K) Kalsiyum (Ca) Magnezyum (Mg) Kükürt (S)	Demir (Fe) Manganez (Mn) Bakır (Cu) Çinko (Zn) Molibden (Mo) Bor (B) Klor (Cl)

Tablo 1.1: Esas bitki besin elementleri ve kaynakları

Esas bitki besin elementlerinden karbon ve oksijenin büyük bir kısmı, fotosentezle doğrudan havadan alınır. Hidrojen ise doğrudan veya dolaylı olarak sudan alınır. Diğer besin elementleri ise genel olarak topraktan alınır.

Taze bitki dokularının % 94-99,5'i karbon, hidrojen ve oksijenden oluşmaktadır. Bunlar havadan ve sudan alınan besin elementleridir. Topraktan alınan bitki besin elementleri ise bitkinin yapısında ancak % 0,5-6 oranlarında bulunmaktadır. Bununla beraber havadan ve sudan alınan besin elementlerinin yetersizliği pek gözlenmemekle beraber topraktan alınan besin elementlerinin yetersizliğinden dolayı ciddi problemler yaşanmaktadır. Bu nedenle bitki besin elementleri konusunda daha çok topraktan alınan 13 esas bitki besin elementi üzerinde durulmaktadır.

### 1.1.1. Makro Besin Elementleri

Esas bitki besin elementlerinden karbon, hidrojen, oksijen, azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum ve kükürt diğerlerine göre daha fazla miktarlarda kullanılır ve bunlar makro besin elementleri olarak adlandırılır.

Makro besin elementleri, diğerlerine oranla daha fazla kullanıldığından topraklarda bunların eksiklik problemi de daha fazla yaşanır. Özellikle azot, fosfor ve potasyum en fazla eksiklik problemi yaşanan elementlerdir. Bunların ihtiyaçlar doğrultusunda gübrelere toprağa verilmesi gerekir.

### 1.1.2. Mikro Besin Elementleri

Esas bitki besin elementlerinden demir, manganez, bakır, çinko, molibden, bor ve klor diğerlerine oranla daha az miktarlarda kullanılır ve **iz element** ya da **mikro besin elementi** olarak adlandırılır.

Mikro besin elementlerinin tamamı topraktan alınır. Bu elementlerin mikro besin elementi olarak adlandırılması, bitki gelişmesinde makro elementlerden daha az öneme sahip oldukları anlamına gelmemelidir. Bunların eksikliği veya yokluğu hâlinde de bitki gelişiminde önemli problemler yaşanır.

### 1.1.3. Besin Elementlerinin Topraktaki Konumları

Besin elementlerinin büyük bir kısmı toprakta kompleks yapıda bulunduğundan bitkiler bu besin elementlerinden faydalanamaz. Bitkilerin bu besin elementlerinden faydalanabilmesi için bunların ayrışması ve alınabilir forma dönüşmesi gerekir.

Örneğin; azotun kaynağı, topraktaki organik maddeler ve havanın serbest azotudur. Bunlar mikroorganizma faaliyeti ile bazı kimyasal olaylar (amonifikasyon, nitrifikasyon vs.) sonucunda bitkilerin faydalanabileceği amonyum ( $\text{NH}_4^+$ ) ve nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) iyonları formuna dönüştükten sonra bitkiler tarafından alınabilir. Fosfor; toprakta kalsiyum, demir ve alüminyum fosfatlar hâlinde ve çözünebilir organik bileşikler şeklinde bulunur. Bitkilerin bu fosfattan yararlanabilmesi için bunların fosfor iyonlarına ( $\text{HPO}_4^{2-}$  ve  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) çevrilmesi gerekir.

Burada unutulmaması gereken nokta, bitki gelişimi için mutlaka gerekli olan elementler, bitkilerin faydalanabileceği formlarda ve bitki gelişimi için yeterli miktarlarda bulunmalıdır.

Toprakta çözünebilir durumda olan besin elementleri arasında bir denge bulunmalıdır. Çünkü besin elementlerinden bazılarının toprakta fazla miktarda bulunması diğerlerinin alınmasına engel olabilmektedir. Bazı besin elementlerinin toprakta normalden çok fazla bulunması çeşitli besin elementlerinin bitki tarafından alınmasına engel olabilir. Bu duruma elementler arası geçimsizlik (**antagonizm**) denir. Bazı besin elementleri arasındaki antagonizm Tablo 1.2’de verilmektedir.

<b>Antagonistik Element</b>	<b>Alımına Engel Olunan Elementler</b>
Aşırı azot	Potasyum, bakır, bor
Aşırı fosfor	Potasyum, kalsiyum, çinko, demir, bakır
Aşırı potasyum	Magnezyum, bor
Aşırı çinko	Mangan, demir, bakır
Aşırı mangan	Çinko, demir
Aşırı demir	Fosfor, mangan
Aşırı bakır	Çinko, mangan, demir

**Tablo 1.2: Elementler arası geçimsizlik tablosu**

## **1.2. Azotun Bitki Beslemedeki Önemi**

Azot, canlıların temel yapı taşlarından. Aminoasitler, proteinler, nükleik asitler gibi organik bileşiklerin vazgeçilmez bileşenlerinden biridir.

Azot, bitkilerin genç ve büyüyen kısımlarında daha çok bulunur ve vegetatif aksamın (dal, sürgün, yaprak) gelişmesini sağlar. Azot eksikliği özellikle bitkinin vegetatif gelişimini olumsuz etkiler. Yaprak, gövde ve kök sistemi zayıf olur. Vegetatif gelişme periyodu kısalmır. Bitkiler erken olgunlaşır, erken çiçek açar ve erken yaşlanır. Azot yetersizliğinde bitkiler genellikle koyu yeşil görünümünün aksine soluk açık yeşil bir görünüm kazanır. Ciddi noksanlık durumlarında, yapraklarda kloroz (sarılık hastalığı) görülür.

Bitkilerde azot fazlalığı vegetatif gelişme periyodunu uzatır. Generatif gelişmeyi yani çiçeklenme ve meyve tutumunu geciktirir. Vegetatif aksam yani dal, sürgün ve yaprak miktarı fazla, iri, geniş ve uzun olur. Meyvelerde geç olgunlaşma meydana gelir. Bitkilerin depolanma kabiliyetleri düşer ve bitkiler, bazı depo hastalıklarına karşı daha hassas olur. Bitkilerde azot fazlalığı, dokuların gevşemesine ve su oranının artmasına neden olacağından sürgünlerin kışa, hastalıklara ve zararlılara karşı dayanımı azalır.

Topraklardaki toplam azot miktarı genellikle % 0,02-2,5 arasında değişir. Yüzeysel topraklarda % 0,02’den az olabileceği gibi organik topraklarda % 2,5’ten daha fazla

olabilir. Toprakta mevcut toplam azotun büyük bölümü (% 96-98) organik formdadır. Küçük bir bölümü ise amonyum, nitrat ve diğer inorganik formlarda bulunur.

### 1.3. Toprakta Azot Tayin Metotları

Toplam azot tayininde genellikle Kjeldahl ve Dumas metotları kullanılır. Dumas metodu, temelde bir kuru yakma metodudur. Pratik olmayan, zaman alıcı ve karmaşık bir metottur. Dolayısıyla toplam azot tayininde daha pratik, basit ve çabuk sonuç veren Kjeldahl metodu yaygın olarak kullanılmaktadır.

Toplam azot tayininde kullanılan başka bir yol da organik madde miktarından toplam azotun belirlenmesidir. Burada organik maddenin orijinine bağlı olarak azot içeriğinin değişmesi, doğru sonuç elde etmeyi güçleştirmektedir.

### 1.4. Toprakta Kjeldahl Metoduyla Toplam Azot Tayini

Temelde bir yaş yakma metodu olan Kjeldahl metodunda toprak örneğindeki azot, sülfürik asitle yakılarak amonyuma ( $\text{NH}_4^+$ ) dönüştürülmektedir. Bu, amonyumun alkali bir ortamda damıtılması neticesinde açığa çıkarılan amonyak borik asitte toplatılmakta ve uygun bir indikatör kullanılarak sülfürik asit ile titre edilerek toprakta bulunan azot miktarı tespit edilmektedir.

#### 1.4.1. Kullanılan Araç Gereçler

- Kjeldahl cihazı
- Kjeldahl tüpü
- Çeker ocak
- Hassas terazi
- Spatül
- Tartım kabı
- Pipet
- Puar
- Mezür
- Erlen
- Büret
- Pipet
- Hesap makinesi



Resim 1.1: Kjeldahl cihazı yakma ünitesi

**Kjeldahl cihazı:** Yaş yakma, damıtma ve titrasyon üniteleri olmak üzere üç kısımdan oluşur. Yaş yakma ve damıtma üniteleri bir arada bulunabildiği gibi ayrı ayrı da olabilir.

Yaş yakma ünitesi, bir ısıtıcı üzerine yerleştirilmiş Kjeldahl tüpleri konulabilir hazneden oluşur. Yakma esnasında açığa çıkan asit buharlarının yoğunlaştırılıp dışarı atılacağı bir asit tahliyesi sistemine sahiptir. Her ne kadar asit tahliye sistemine sahip olsa da bir miktar asit buharı ortama yayılır. Bunları dışarı atabilmek için yakma ünitesi çeker ocaklı bir üniteye çalıştırılmalıdır.

Damıtma ünitesi, yaş yakma sonunda sülfürik asitle amonyum sülfat durumuna geçmiş olan bütün azot bileşiklerindeki azotu, amonyum formuna geçirip toplamaya yarar. Isıtma, soğutma ve toplama kısımlarından oluşur.

Titrasyon ünitesi, bir büret yardımı ile titrasyon yapıp renk değişimine bağlı olarak azotlu maddelerin miktarını tespit etmeye yarar.

#### 1.4.2. Kullanılan Kimyasallar ve Çözeltiler

Toprakta Kjeldahl metodu ile toplam azot tayini yaparken aşağıdaki kimyasallar ve çözeltiler kullanılır:

- **Kjeldahl katalizör tableti**
- **Sülfürik asit ( $H_2SO_4$ )**
- **% 4'lük borik asit çözeltisi:** 40 g borik asit ( $H_3BO_3$ ), 1 litrelik balon jodede saf su ile çözündürülür ve saf su ile hacim çizgisine tamamlanır. Çözünme biraz zor olacağı için sıcak su banyosunda çözünene kadar bekletilir.
- **0,05 N hidroklorik asit çözeltisi:** 1 litrelik balon jodaye önce bir miktar saf su konur ve üzerine 4,14 ml HCl (% 37'lik 1,19 d) eklenir, saf su ile hacim çizgisine tamamlanır.
- **% 33'lük sodyum hidroksit çözeltisi:** 330 g sodyum hidroksit (NaOH) litrelik bir balon jodede çözündürüldükten sonra hacim, saf su ile çizgisine tamamlanır.
- **Tashiri indikatörü:** 0,5 g metilen kırmızısı 250 ml etil alkolde (% 95'lik) çözündürülür ve 0,25 g metilen mavisi 250 ml etil alkolde (% 95'lik) çözündürülür. Hazırlanan çözeltiler kullanılacağı zaman eşit hacimlerde alınarak karıştırılır ve kullanılır. Çözelti, karanlıkta kahverengi şişede saklanmalıdır.

#### 1.4.3. Analizin Yapılışı

Analize hazırlanan toprak numunesinden tartım kabında 1-2 g kadar tartılır. Bu miktar, organik maddece fakir olan kumlu topraklarda daha fazla alınabilir. Tartılan numune, yakma tüpüne aktarılarak üzerine 1 adet katalizör tablet ve 15 ml derişik sülfürik asit ilave edilir. Kör (şahit) için başka bir tüpe analiz numunesi konulmadan 1 adet katalizör tablet ve 15 ml derişik sülfürik asit konulur.

Tüpler Kjeldahl cihazının yakma ünitesine yerleştirildikten sonra asit tahliye sistemi takılarak yakma işlemi başlatılır. Bu şekilde hazırlanan tüp içindeki numune, köpürme bitene kadar düşük sıcaklıkta (150-200 °C), daha sonra 420 °C’de 4-5 saat yakılır. Yakma ünitesi çeker ocak içinde bulunmalı ve yakma süresince mutlaka çeker ocak çalıştırılmalıdır. Yakma işleminden sonra numune soğuyuncaya kadar bekletilir. Fakat balon uzun süre soğumaya bırakılmamalıdır. Çünkü bu durumda kristallenme oluşup çözünmesi güç tuzlar meydana gelebilir.

Tüpler soğuduktan sonra üzerine dikkatli ve yavaş bir şekilde 25 ml saf su ilave edilir. Bu esnada ısı yükselmesi olacaktır. Tüpler, soğuyuncaya kadar bekletildikten sonra destilasyon cihazına yerleştirilir. Destilasyon ünitesinin sodyum hidroksit çekme sistemi kullanılarak tüp içindeki sıvı seviyesi 150 ml oluncaya kadar % 33’lük sodyum hidroksit çekilir. 250 ml’lik bir erlene 50 ml % 4’lük borik asit ve 2-3 damla tashiri indikatör çözeltisi konularak soğutucunun altına yerleştirilir. Soğutma sistemi açılıp cihaz çalıştırılarak destilasyon işlemi başlatılır.



**Resim 1.2: Kjeldahl cihazı destilasyon ünitesi**

Erlende 150 ml destilat toplandığında destilasyon sonlandırılır. Toplanan destilat yeşil renklidir ve 0,05 N hidroklorik asit çözeltisi ile pembe renk elde edilinceye kadar titre edilir. Titrasyon sonunda harcanan hidroklorik asit miktarı kaydedilir.

Aynı işlemler kör (şahit) için tekrarlanır. Formül yardımıyla % azot miktarı hesaplanır.

$$\text{Toplam Azot (\%)} = \frac{(V_1 - V_2) \times N \times 0.014}{m} \times 100$$

Bu formülde;

$V_1$ : Numune için titrasyonda harcanan HCl miktarı (ml),

$V_2$ : Şahit deneme için harcanan HCl miktarı (ml),

N : Titrasyonda kullanılan HCl'nin normalitesi,

m : Kullanılan numune miktarı (g) dır.

% azot oranına göre toprakların sınıflandırılması Tablo 1.2'ye göre yapılır.

% AZOT	SINIFI
0,05'ten az	Fakir
0,05-0,10	Orta
0,10-0,15	İyi
0,15'ten fazla	Zengin

**Tablo 1.2: Toprakların toplam azot içeriklerine göre sınıflandırılması**

**Örnek:** Kjeldahl metodu ile yapılan toplam azot tayininde 5 g toprak örneği alınarak yaş yakma ve destilasyon yapılmıştır. 0,05 N HCl ile yapılan titrasyonda numune için 15 ml, kör için 5 ml harcandığına göre bu topraktaki % azot miktarını hesaplayınız.

**Çözüm**

$$\text{Toplam Azot (\%)} = \frac{(V_1 - V_2) \times N \times 0,014}{m} \times 100$$

$V_1$ : 15 ml

$V_2$ : 5 ml

N : 0,05

m : 5 g



$$\text{Toplam Azot (\%)} = \frac{(15-5) \times 0,05 \times 0,014}{5} \times 100$$

$$\text{Toplam Azot (\%)} = 0,14$$




## UYGULAMA FAALİYETİ





Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak Kjeldahl metodu ile toprakta azot tayini yapınız.

**Uygulamada kullanılacak araç gereç ve kimyasallar:** Hassas terazi, spatül, tartım kabı, pipet, puar, Kjeldahl cihazı, yanmaz eldiven, çeker ocak, mezür, erlen, büret, hesap makinesi, katalizör, sülfürik asit, % 33'lük sodyum hidroksit çözeltisi, % 4'lük borik asit çözeltisi, tashiri indikatörü, 0,05 N hidroklorik asit

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.</li><li>➤ Toprak numunesini analize hazırlayınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Laboratuvar önlüğü giyiniz.</li><li>➤ Laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz.</li><li>➤ Çalışma ortamını, kullanılacak araç gereç ve çözeltileri hazırlayınız.</li><li>➤ Araç gereçlerin temizliğine dikkat ediniz.</li><li>➤ Toprak numunesini analize hazırlama kurallarına uyunuz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Tartım kabında 1-2 g analiz numunesi tartınız.</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Tartım kurallarına uyunuz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Tartılan numuneyi yakma tüpüne aktarınız.</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Numunenin etrafa dökülmemesine dikkat ediniz.</li><li>➤ Tartım kabında numune kalmamasına dikkat ediniz.</li></ul>



<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tüpe 1 adet katalizör tablet ve 15 ml derişik sülfürik asit koyunuz.</li> <li>➤ Kör deneme için başka bir tüpe numune koymadan sadece 1 adet katalizör tablet ve 15 ml derişik sülfürik asit koyunuz.</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sülfürik asidi yavaş ve dikkatli ilave ediniz.</li> <li>➤ Sülfürik asidi dispenser, pipet veya büret kullanarak aktarınız.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tüpleri yakma ünitesine yerleştiriniz.</li> <li>➤ Asit tahliye sistemini takınız.</li> <li>➤ Çeker ocağı çalıştırınız.</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Asit tahliye sisteminin ve çeker ocağın çalıştığını kontrol ediniz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Köpürme bitene kadar düşük sıcaklıkta daha sonra 420 °C'de 4-5 saat yakınız.</li> <li>➤ Tüpleri soğuyuncaya kadar bekletiniz.</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sıcaklığı kademeli olarak artırınız.</li> <li>➤ Tüplerin oda sıcaklığına kadar soğumasını bekleyiniz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Her bir yakma tüpüne 25 ml saf su ilave ediniz.</li> <li>➤ Tüpleri soğuyuncaya kadar bekletiniz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tüpü yanmaz eldiven ile tutunuz.</li> </ul>

<p>➤ Tüpü destilasyon ünitesine yerleştiriniz.</p> 	<p>➤ Tüpü, cihaza boşluk kalmayacak şekilde yerleştiriniz.</p>
<p>➤ Tüpe içindeki sıvı seviyesi 150 ml oluncaya kadar % 33'lük NaOH çekiniz.</p> 	<p>➤ Destilasyon ünitesinin NaOH çekme sistemini kullanınız. ➤ NaOH çözeltisini yavaş yavaş ilave ediniz.</p>
<p>➤ 250 ml'lik erlene 50 ml % 4'lük borik asit koyunuz.</p> 	<p>➤ Toplanan destilat miktarını gözlemleyebilmek için hacim çizgili bir erlen kullanınız. ➤ Mezür veya uygun bir ölçü kabı kullanınız.</p>
<p>➤ Borik asidin üzerine 2-3 damla tashiri indikatörü damlatınız.</p> 	<p>➤ Damlalık veya uygun bir pipet kullanınız.</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Erlenmeyer soğutucunun altına yerleştiriniz.</li> <li>➤ Soğuk su girişini açarak soğutma sistemini çalıştırınız.</li> <li>➤ Destilasyon ünitesini çalıştırıp destilasyonu başlatınız.</li> <li>➤ 150 ml destilat toplandığında destilasyonu sonlandırınız.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Geri soğutucu hortumun ucunun çözelti içinde kalmasına dikkat ediniz.</li> <li>➤ Soğutma sistemini çalıştırmadan destilasyonu başlatmayınız.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Elde edilen destilatı 0,05 N HCl çözeltisi ile pembe renk gözlenene kadar titre ediniz.</li> <li>➤ Titrasyonda harcanan miktarı kaydediniz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Titrasyonda uygun bir büret kullanınız.</li> <li>➤ Titrasyon kurallarına uyunuz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Aynı işlemleri kör için tekrarlayınız.</li> <li>➤ % azot miktarını hesaplayınız.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ % azot formülünü kullanınız.</li> </ul>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi makro besin elementlerinden biridir?  
A) Kalsiyum  
B) Demir  
C) Manganez  
D) Bakır
2. Aşağıdakilerden hangisi mikro besin elementlerinden biridir?  
A) Azot  
B) Fosfor  
C) Potasyum  
D) Klor
3. Aşağıdakilerden hangisi bitkiler tarafından havadan alınan elementlerdir?  
A) Azot ve fosfor  
B) Kalsiyum ve magnezyum  
C) Karbon ve oksijen  
D) Potasyum ve kükürt
4. Aşağıdakilerden hangisi toplam azot tayininde kullanılan araç gereçlerden değildir?  
A) Kjeldahl cihazı  
B) Çeker ocak  
C) Büret  
D) Su banyosu
5. Kjeldahl metodu ile yapılan toplam azot tayininde 5 g toprak örneği alınarak yaş yakma ve destilasyon yapılmıştır. 0,05 N HCl ile yapılan titrasyonda numune için 20 ml, kör için 5 ml harcandığına göre bu topraktaki % azot miktarı aşağıdakilerden hangisidir?  
A) 0,17  
B) 0,19  
C) 0,21  
D) 0,23

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

6. Bitki gelişimi için mutlaka gerekli olan elementlere ..... adı verilir.
7. Bitkiler tarafından az miktarda ihtiyaç duyulan besin elementlerine ..... besin elementleri denir.
8. Bitkilerde ..... eksikliği özellikle bitkinin vegetatif gelişimini olumsuz etkiler.

9. Toplam azot tayininde organik maddece fakir olan kumlu topraklarda diğer topraklara göre daha ..... numune kullanılır.
10. Toplam azot tayininde ..... için yakma tüpüne analiz numunesi konulmadan diğer işlemler aynen uygulanır.
11. Toplam azot tayininde numune çözeltisine destilasyonda % 33'lk ..... eklenir.
12. Toplam azot tayininde 2-3 damla ..... indikatörü kullanılır.
13. Bitkilerde azot fazlalığı ..... gelişme periyodunu uzatır.

## **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

Gerekli ortam sağlandığında, spektrofotometrik tekniğe uygun olarak toprakta fosfor tayini yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Fosforun bitki beslenmesi açısından önemini araştırınız.
- Toprakta fosfor tayininde kullanılan metotları araştırınız.

## 2. TOPRAKTA FOSFOR TAYİNİ

### 2.1. Fosforun Bitki Beslemedeki Önemi

Fosfor, bitkide genlerin ve kromozomların yapı taşıdır. Enerji depolanması ve taşınması, besinlerin taşınması gibi fizyolojik işlevlere sahiptir. Fosfor, çiçeklenmeyi ve meyve tutumunu artırır, saçak kök oluşumunu sağlar, tohumların çimlenmesinde etkilidir, olgunlaşmayı hızlandırır.

Bitkilerin fosfor içeriği genellikle kuru ağırlığının % 0,2-0,8'i arasındadır. Eksiklik durumunda bu oran % 0,1'in altına düşmektedir. Fosfor, bitkinin tohum ve meyvelerinde yaprak ve diğer kısımlarına oranla daha fazla bulunmaktadır.

Fosfor eksikliğinde bitki türüne ve eksiklik oranına bağlı olarak farklı belirtiler görülse de genel olarak kök sistemi gelişemez, bitkiler normal büyüyemez, meyve döker, ürün az ve kalitesiz olur ve olgunlaşma gecikir. Çoğu kez meyvelerde şekil bozukluğu, koyu kırmızı renk ve çatlaklık görülür. Fosfor fazlalığı; potasyum, kalsiyum, demir, bakır ve çinko alımını engellemek suretiyle dolaylı olarak bitkiye zarar verir.

Genel olarak toprakların fosfor düzeyi % 0,02 ile % 0,15 arasında değişir, bunun da çok az bir kısmı (% 1-2) bitkiler tarafından alınabilir formdadır. Fosfor, toprakta organik ve inorganik olmak üzere iki şekilde bulunur. Bitkiler, toprak suyunda erimiş olarak bulunan inorganik ortofosfatlardan yararlanır. Bitkideki ve topraktaki fosforun tamamına yakını fosfor pentaoksit ( $P_2O_5$ ) formunda bulunur. Topraktaki organik atıkların bileşimindeki organik fosfordan bitkilerin yararlanması için organik maddenin parçalanıp bitkilerin alabileceği forma dönüşmesi gerekmektedir.

### 2.2. Toprakta Fosfor Tayin Metotları

Toprakta fosfor tayininde birçok metot geliştirilmiştir. Bu metotlarda izlenen yol, öncelikle topraktaki elverişli fosforun ekstrakte edilmesi, daha sonra ekstrakttaki fosfor miktarının belirlenmesidir.

Fosforun ekstrakte edilmesinde ekstraksiyon çözeltisi olarak asit topraklarda amonyum florür ( $\text{NH}_4\text{F}$ ) ve hidroklorik asit ( $\text{HCl}$ ) kullanılarak hazırlanan asit-florür çözeltisi, pH'ı 6,5-7,5 olan nötral topraklarda saf su, alkali topraklarda ise sodyum bikarbonat çözeltisi kullanılmaktadır.

## 2.3. Toprakta Sodyum Bikarbonatta Çözünebilen Fosfor Tayini

Toprakta bulunan fosforun sodyum bikarbonat çözeltisi ile ekstrakte edilerek hazırlanan numune çözeltisinin absorbansının spektrofotometrede okunması ve okunan değerlerin aynı şartlarda hazırlanmış standart çözeltilerin okuma değerleriyle kıyaslanması yönteminin prensibini oluşturur.

### 2.3.1. Kullanılan Araç Gereçler

- Hassas terazi
- Erlen
- Spatül
- Mezür
- Yatay çalkalayıcı
- Filtre kâğıdı
- Huni
- Pipet
- Milimetrik kâğıt
- Spektrofotometre



2.1: Spektrofotometre

### 2.3.2. Kullanılan Kimyasallar ve Çözeltiler

Toprakta sodyum bikarbonatta çözünebilen fosfor tayini yaparken aşağıdaki kimyasallar ve çözeltiler kullanılır.

- **0,5 N sodyum bikarbonat çözeltisi (pH 8,5):** Kimyaca saf 42 g sodyum bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) litrelik balon jöjeye konulur ve yeteri miktarda saf suda eritilir. Balon yaklaşık 950 ml'ye kadar saf su ile doldurulup sodyum hidroksit ( $\text{NaOH}$ ) kullanarak pH'ı 8,5'e ayarlanır ve son hacim bir litreye tamamlanır. Bu çözelti, cam şişelerde bir ay, buzdolabında polietilen şişelerde uzun süre saklanabilir. Belirli dönemlerde pH kontrolü yapılmalıdır.

- **Amonyum molibdat çözeltisi:** 15 g amonyum molibdat ((NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>.4H<sub>2</sub>O) litrelik balon jøjeye konulur. Üzerine 300 ml sıcak (60 °C civarında) saf su ilave edilerek eritilir. Üzerine 346 ml analitik saflıktaki derişik HCl yavaş yavaş ve dikkatlice ilave edildikten sonra iyice çalkalanır ve saf suyla bir litreye tamamlanır. Hazırlanan bu çözelti koyu renkli şişede saklanır.
- **Stok kalay klorür çözeltisi:** Kimyaca saf 10 g kalay klorür (SnCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O) 25 ml derişik hidroklorik asit (% 37'lik HCl, d=1,19 g/cm<sup>3</sup>) içerisinde eritilir ve kahverengi bir şişede buzdolabında muhafaza edilir. En az iki ayda bir yenilenmelidir.
- **Seyreltilmiş kalay klorür çözeltisi:** Stok kalay klorür çözeltisinden 1 ml alınıp üzerine 132 ml saf su ilave edilerek seyreltilir, iyice çalkalanır ve kullanılmadan önce 10-15 dakika dinlendirilir. Bu çözelti 1-2 saat kullanılabilir, her analizden önce yeniden hazırlanır.
- **Stok fosfor çözeltisi (100 ppm'lik):** Kimyaca saf potasyum dihidrojen fosfat (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) 40 °C'de kurutulduktan sonra 0.4393 g tartılır, litrelik balona konur ve yaklaşık 500 ml saf su ilave edilerek eritildikten sonra balonun hacmi saf su ile litreye tamamlanır. Bu çözelti 100 mg/l (ppm) fosfor kapsar.
- **Seyreltilmiş fosfor çözeltisi:** 100 mg/l fosfor içeren stok fosfor çözeltisinden 1 ml alınıp 100 ml'lik balona konularak saf su ile çizgisine tamamlanır. Bu çözelti 1 mg/l (ppm) fosfor kapsar ve hazırlanacak olan standart serilerde bu çözelti kullanılır.

### 2.3.3. Analizin Yapılışı

Analize hazırlanan toprak numunesinden 5 g tartılarak uygun bir çalkalama kabına aktarılır. Üzerine 100 ml 0,5 N sodyum bikarbonat çözeltisi ilave edilir. Çalkalama kabının ağız sıkıca kapatılarak yatay çalkalayıcıda 30 dakika çalkalanır. Bu sürenin sonunda yatay çalkalayıcıdan alınan karışım, filtre kâğıdından süzülür.

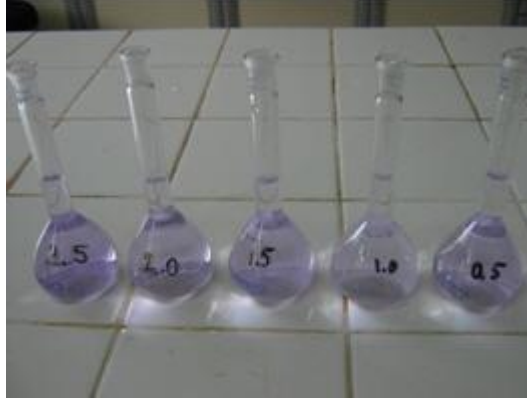
Elde edilen süzüntüden 5 ml alınarak 25 ml'lik balon jøjeye aktarılır. Üzerine 5 ml amonyum molibdat çözeltisi ilave edilerek el ile iyice çalkalanır. Çalkalama sırasında CO<sub>2</sub> çıkışı nedeniyle bir köpürme olacaktır. Bu nedenle çalkalama işlemi önce yavaş yapılmalı ve köpürme azalınca kadar devam edilmelidir. Bu işlemden sonra balonun ağızını da yıkayacak şekilde saf su ilave edilerek karışımın hacmi yaklaşık 20 ml'ye tamamlanır. Üzerine 1 ml sulandırılmış kalay klorür çözeltisi ilave edilip tekrar çalkalanır. Balon jöje, saf su ile çizgisine tamamlanıp kapağı kapatılarak tekrar çalkalanır. Bu esnada CO<sub>2</sub> çıkışı olabileceğinden çalkalama önce yavaş yapılır ve balonun kapağı açılıp CO<sub>2</sub>'nin çıkması sağlanır. Bu işlem birkaç kez tekrarlanarak balon iyice çalkalanır. 10 dakika dinlendirildikten sonra spektrofotometrede okuma yapılır. Oluşan renk sabit kalmayıp zamanla açıldığı için okumaların kalay klorür eklenmesinden tam 10 dakika sonra yapılması gerekir.

Numune çözeltisinin spektrofotometre okumasını yapmadan önce standart fosfor çözeltisi serileri hazırlanarak bunların okuması yapılır ve standart eğri (kalibrasyon eğrisi) oluşturulur. Hazırlanacak standart çözeltilerin konsantrasyonları numunenin tahmini konsantrasyonunu kapsayacak aralıkta olmalıdır.



Standart fosfor çözeltileri hazırlamak için 1 ppm fosfor kapsayan sulandırılmış fosfor çözeltilerinden 0,0 (tanık) - 0,5 - 1,0 - 1,5 - 2,0 - 2,5 ml alınarak 25 ml'lik balon jöjelere konulur. Her birinin üzerine 5 ml 0,5 N sodyum bikarbonat çözeltilisi eklenip çalkalanır ve 5 ml'de amonyum molibdat çözeltilisi eklenir. Balonun boyun kısmını yıkayacak şekilde saf su ilave edilerek karışımın hacmi yaklaşık 20 ml'ye tamamlanır. Üzerine 1 ml sulandırılmış kalay klorür çözeltilisi ilave edilir. Balon jöjelere saf su ile çizgilerine tamamlanır. Bu standart çözeltiler sırasıyla 0,00 - 0,02 - 0,04 - 0,06 - 0,08 ve 0,10 mg/l (ppm) fosfor içerir.

Balonlar, her çözeltili ilavesinden önce el ile iyice çalkalanmalıdır. Kalay klorür eklendikten sonra çözeltilerde fosfor içeriğine göre değişen yoğunlukta mavi bir renk oluşur. Mavi rengin iyice belirginleşmesi için 10 dakika beklenip spektrofotometre okumasına geçilir.



**Resim 2.2: Fosfor çözeltileri serileri**

Analizden 15-20 dakika önce çalıştırılmış olan spektrofotometrenin dalga boyu 660 nm'ye ayarlanır. Spektrofotometre boş ve kapağı açık olarak 0 ayarı ve kör çözeltili ile de 100 ayarı yapılır. Daha sonra standart fosfor çözeltileri serilerinin ve numune çözeltilisinin okumaları yapılır.

Hazırlanan standart fosfor çözeltileri serilerinin ve numune çözeltilisinin okumaları yapıldıktan sonra milimetrik kâğıda ordinat düzlemi oluşturulup yatay eksene (x) standart çözeltilerin fosfor konsantrasyonları, dikey eksene (y) okuma değerleri işaretlenerek kalibrasyon eğrisi hazırlanır. Bu eğriden numune çözeltilisinin okuma değerine karşılık gelen fosfor konsantrasyonu bulunur.

Numune çözeltilisinin fosfor konsantrasyonu, **regresyon eşitliği** kullanılarak da hesaplanabilir.

Numune çözeltisinin fosfor konsantrasyonu tespit edildikten sonra formül yardımıyla o toprağın fosfor içeriği  $P_2O_5$  olarak hesaplanır.

$$\text{Fosfor (P}_2\text{O}_5\text{) (ppm)} = A \times SF \times 2,29$$

A: Numune çözeltisinin fosfor miktarı (ppm)

SF: Seyreltme faktörü

2,29: P'nin  $P_2O_5$ 'e dönüşüm katsayısı ( $P_2O_5/P_2 = 142/62=2,29$ )

$$SF = \frac{\text{Ekstraksiyon çözeltisi miktarı (ml)}}{\text{Numune miktarı (g)}} \times \frac{\text{Numune çözeltisinin son hacmi (ml)}}{\text{Kullanılan süzöntü miktarı (ml)}}$$

Fosfor ( $P_2O_5$ ) miktarı, bir dekar toprakta kg olarak belirlenmek istendiğinde 20 cm derinliğindeki bir dekar toprağın ortalama ağırlığına göre oran orantıyla fosfor ( $P_2O_5$ ) miktarı hesaplanır. Toprakların ağırlıkları bünyelerine göre değişmekte olup kumlu topraklarda daha düşük killi topraklarda ise daha yüksektir. Örneğin killi-tınlı toprağın ortalama ağırlığı 250000 kg/da olarak kabul edilir.

Sodyum bikarbonatta çözünebilir fosfor tayinine göre belirlenen fosfor miktarı aşağıda verilen tabloya göre sınıflandırılır.

FOSFOR ( $P_2O_5$ ) MİKTARI (Kg/Da)	SINIFI
3 kg/da'dan az	Çok az
3-6	Az
6-9	Orta
9-15	Fazla
15 kg/da'dan fazla	Çok fazla

**Tablo 2.1: Toprakların fosfor içeriklerine göre sınıflandırılması**

### Örnek 1

5 g analiz numunesi 100 ml ekstaraksiyon çözeltisi ile ekstarakte edilip süzölmüş, süzöntüden 5 ml alınıp gerekli kimyasallar ilave edilerek hacmi 25 ml'ye tamamlanmıştır. Hazırlanan numune çözeltisinin absorbens değeri spektrofotometrede okunarak fosfor içeriği 0,16 ppm bulunmuştur. Numunenin fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) miktarını kg/da olarak hesaplayınız. (1 dekar toprak = 250000 kg alınız.)

### Çözüm

$$A=0,16 \quad SF= ((100 / 5) \times (25 / 5))= 100$$

$$\text{Fosfor (P}_2\text{O}_5) = A \times SF \times 2,29$$

$$\text{Fosfor (P}_2\text{O}_5) = 0,16 \times 100 \times 2,29 \Rightarrow \text{Fosfor (P}_2\text{O}_5) = 36,64 \text{ ppm (mg/kg)}$$

Fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) miktarı, bir dekar toprakta kg olarak istendiđinden;

1 kg toprakta	36,64 mg Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) var ise
<u>250000 kg toprakta</u>	<u>X mg Fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) vardır.</u>

$$X = 36,64 \times 250000 = 9160000 \text{ mg} = 9,16 \text{ kg Fosfor (P}_2\text{O}_5) \text{ vardır.}$$

Fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) = 9,16 kg/da olarak bulunur.

### Örnek 2

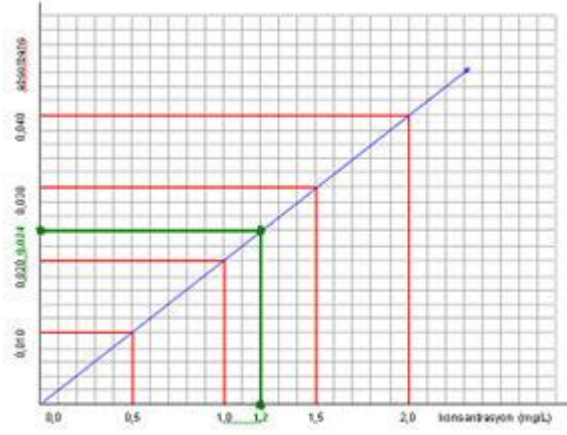
5 g analiz numunesi 10 ml ekstaraksiyon çözeltisi ile ekstarakte edilip süzölmüş, bu süzöntüden 5 ml alınıp gerekli kimyasallar ilave edilerek hacmi 25 ml'ye tamamlanmıştır. Hazırlanan numune çözeltisinin absorbens değeri 0,024, hazırlanan 0,5 - 1,0 - 1,5 - 2,0 ppm konsantrasyonlardaki standart fosfor çözelti serilerinin absorbens değerleri ise sırasıyla 0,010 - 0,020 - 0,030 - 0,040 ölçölmüştür. Numunenin fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) miktarını ppm olarak hesaplayınız.

### Çözüm

Öncelikle kalibrasyon eğrisi çizilerek veya formülle numune çözeltisinin fosfor miktarı (ppm) bulunur.

Absorbanslar	Konsantrasyonlar (mg/l)
0,000	0,0
0,010	0,5
0,020	1,0
0,030	1,5
0,040	2,0

Standart fosfor çözeltilerinin konsantrasyon değerleri ve bunların absorbens okumaları kullanılarak kalibrasyon eğrisi oluşturulduğunda numune çözeltisinin fosfor miktarı 1,2 ppm (mg/l) olarak bulunur.



**Grafik 2.1: Kalibrasyon eğrisi grafiği**

Numune çözeltisinin fosfor miktarı ( $A=1,2$  ppm) tespit edildikten sonra formül yardımıyla numunenin fosfor içeriği ppm olarak hesaplanır.

$$SF = ((10 / 5) \times (25 / 5)) = 10$$

$$\text{Fosfor (P}_2\text{O}_5) = A \times SF \times 2,29$$

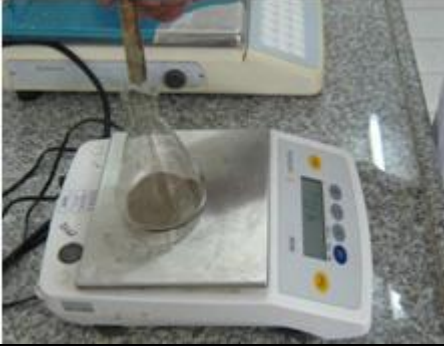

$$\text{Fosfor (P}_2\text{O}_5) = 1,2 \times 10 \times 2,29$$

$$\text{Fosfor (P}_2\text{O}_5) = 27,48 \text{ ppm}$$

## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak toprakta sodyum bikarbonatta çözünebilen fosfor tayini yapınız.

**Uygulamada kullanılacak araç gereç ve kimyasallar:** Hassas terazi, erlen, spatül, mezür, yatay çalkalayıcı, filtre kâğıdı, huni, pipet, milimetrik kâğıt, spektrofotometre, 0,5 N sodyum bikarbonat çözeltisi, amonyum molibdat çözeltisi, sulandırılmış kalay klorür çözeltisi, stok fosfor çözeltisi

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.</li><li>➤ Toprak numunesini analize hazırlayınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyiniz.</li><li>➤ Laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz.</li><li>➤ Çalışma ortamını, kullanılacak araç gereç ve çözeltileri hazırlayınız.</li><li>➤ Araç gereçlerin temizliğine dikkat ediniz.</li><li>➤ Toprak numunesini analize hazırlama kurallarına uyunuz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Erlene 5 g analiz numunesi tartınız.</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Tartım kurallarına uyunuz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Üzerine 100 ml 0,5 N sodyum bikarbonat çözeltisi ilave ediniz.</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Mezür veya uygun hacim ölçüm aracı kullanınız.</li></ul>

- Yatay çalkalayıcıda 30 dakika çalkalayınız.



- Erlenin ağzını sıkıca kapatınız.

- Filtre kâğıdından süzünüz.







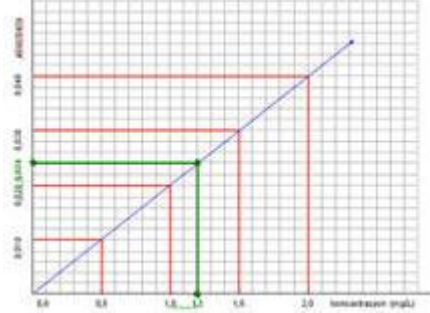
- Süzütünün ilk birkaç damlasını dışarı atınız.

- Süzütüden 5 ml alarak 25 ml'lik balon jöjeye aktarınız.



- Uygun bir pipet kullanınız.

<p>➤ Üzerine 5 ml amonyum molibdat ilave ederek çalkalayınız.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Uygun bir pipet veya dispenser kullanınız.</li> <li>➤ Köpürme bitinceye kadar çalkalama işlemine devam ediniz.</li> <li>➤ Elle çalkalayınız.</li> </ul>
<p>➤ Balondaki karışımın hacmini saf su ile yaklaşık 20 ml'ye tamamlayınız.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Uygun bir pipet veya bütet kullanınız.</li> <li>➤ Balonun ağız ve boyun kısmını saf su ile mutlaka yıkayınız.</li> </ul>
<p>➤ Üzerine 1 ml sulandırılmış kalay klorür ilave ederek çalkalayınız.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Uygun bir pipet veya dispenser kullanınız.</li> <li>➤ Elle çalkalayınız.</li> </ul>
<p>➤ Balon jøjeyi saf su ile çizgisine tamamlayıp çalkaladıktan sonra 10 dakika bekletiniz.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Balon jøjenin çizgisini geçirmemeye dikkat ediniz.</li> <li>➤ Renk oluşumunun tamamlandığı 10 dakikada okuma yapınız.</li> </ul>
<p>➤ Standart fosfor çözeltisi serileri hazırlayınız.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Standart çözelti serileri hazırlama kurallarına uyunuz.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Spektrofotometreyi çalıştırıp 660 nm dalga boyuna ayarlayınız.</li> <li>➤ Spektrofotometrenin 0 ve 100 ayarını yapınız.</li> <li>➤ Standart ve numune çözeltilerinin absorbans okumalarını yapınız.</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sıfır ayarını boş ve kapağı açık, 100 ayarını kör çözeltili ile kapak kapalı iken yapınız.</li> <li>➤ Spektrofotometrede okuma yapma kurallarına uyunuz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kalibrasyon eğrisini çiziniz.</li> <li>➤ Kalibrasyon eğrisinden numune çözeltilisinin fosfor içeriğini bulunuz.</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kalibrasyon eğrisi çizme ve kalibrasyon eğrisini kullanma kurallarına uyunuz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hesaplama yapınız.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Formülü kullanınız.</li> </ul>



## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Fosfor fazlalığı, bitkilerde aşağıdaki elementlerden hangilerinin alımını engellemektedir?  
A) Demir, bakır ve çinko  
B) Azot, hidrojen ve molibden  
C) Karbon, hidrojen ve oksijen  
D) Mangan, bor ve molibden
2. pH'ı 6,5-7,5 olan nötral topraklarda fosfor tayininde ekstraksiyon çözeltisi olarak aşağıdakilerden hangisi kullanılır?  
A) Asit-florür çözeltisi  
B) Saf su  
C) Sodyum bikarbonat çözeltisi  
D) Amonyum asetat çözeltisi
3. Fosfor tayininde aşağıdaki araç gereçlerden hangisi kullanılmaz?  
A) Yatay çalkalayıcı  
B) Filtre kâğıdı  
C) Huni  
D) Su banyosu
5. Fosfor tayininde aşağıdaki kimyasallardan hangisi kullanılır?  
A) Amonyum asetat  
B) Potasyum klorür  
C) Potasyum di hidrojen fosfat  
D) Sülfürik asit
6. Fosfor tayininde aşağıdaki kimyasallardan hangisi kullanılmaz?  
A) Sodyum bikarbonat  
B) Amonyum molibdat  
C) Potasyum klorür  
D) Potasyum di hidrojen fosfat (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

6. Fosfor, bitkilerde çiçeklenmeyi ve ..... tutumunu artırır.
7. Bitkilerin fosfor içeriği, genellikle kuru ağırlığının % ..... ' i arasındadır.
8. Genel olarak toprakların fosfor düzeyi, % ..... arasında değişir.
9. Bitki ve topraktaki fosforun tamamına yakını ..... formundadır.

10. Toprakta fosfor tayininde, çalkalama kabının ağzı sıkıca kapatılır, yatay çalkalayıcıda ..... dakika çalkalanır.
11. Fosfor tayininde süzütüden ..... ml alınarak 25 ml'lik balon jojeye aktarılır.
12. Fosfor tayininde sulandırılmış kalay klorür çözeltisinden ..... ml kullanılır
13. Fosfor tayininde fosfor miktarına bağlı olarak oluşan ..... rengin yoğunluğu spektrofotometrede okunur.
14. Fosfor tayininde spektrofotometre boş ve kapağı açık olarak 0 ayarı ve ..... çözelti ile de 100 ayarı yapılır.

## 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

Gerekli ortam sağlandığında, cihaz kullanma talimatlarına uygun olarak alev fotometresi yardımıyla toprakta potasyum tayini yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Potasyumun bitki beslenmesindeki önemini araştırınız.
- Toprakta potasyum tayininin yapılışını araştırınız.
- Alev fotometresinin çalışma prensibini araştırınız.

## 3. TOPRAKTA POTASYUM TAYİNİ

### 3.1. Potasyumun Bitki Beslemedeki Önemi

Potasyum, bitki büyümesi ve çoğalması için önemli bir besin maddesidir. Potasyum, bitkilerde su dengesini ve fotosentez ürünlerinin üretimini ve taşınmasını sağlar. Bazı enzim sistemlerini etkinleştirir. Özellikle meyveler açısından potasyum çok önemlidir.

Potasyum daha çok bitkinin genç yapraklarında, kök uçları ve tomurcuk gibi genç ve çabuk büyüyen kısımlarında bulunur. Potasyum, bitki içinde sürekli olarak hareket eder ve yaşlı kısımlarda fazla bulunduğu zaman genç kısımlara taşınır.

Potasyum, meyvenin dayanıklılığına; yağ, nişasta ve şeker oranlarının artmasına olumlu etkisi vardır. Renk, tat ve koku gibi özellikleri düzenler. Şeker oranı yüksek, tam renklenmiş, albenisi fazla, kaliteli meyveler elde edilmesini sağlar. Ürünün miktar ve kalitesine etki eder. Toprakta fazla miktarda fosfor bulunması durumunda meydana gelecek erken olgunlaşmayı önler. Meyvenin normal zamanda olgunlaşmasını sağlar. Potasyum fazlalığı, magnezyum ve kalsiyum noksanlığına sebep olabilir.

### 3.2. Toprakta Değişebilir Potasyum Tayini

Ülkemiz topraklarında, genellikle yeterli miktarda (% 0,3 - 3) potasyum mevcuttur. Potasyum miktarı her yıl ekilecek bitkinin ihtiyacını karşılar durumdadır. Bu nedenle potasyumlu gübre ancak toprak analizleriyle potasyum eksikliği tespit edilmesi durumunda kullanılmalıdır. Değişebilir potasyum miktarlarına göre toprakların sınıflandırılması Tablo 3.1'de verilmiştir

Bitkilerin potasyum alımında esas kaynak, değişebilir formdaki potasyum kabul edilmektedir. Topraktaki potasyumun oldukça küçük bir kısmı (yaklaşık % 1) değişebilir formdadır. Topraktaki değişebilir potasyum teriminden kastedilen şey, toprağa ilave edilen

tuz çözeltilerinin katyonları ile (mineral tuzları) serbest yer değiştirme özelliği gösteren toprak potasyumudur.

POTASYUM MİKTARI (Kg/da)	SINIFI
0–10	Çok az
10–25	Az
25–40	Orta
40–50	İyi
50–70	Yüksek
> 70	Çok yüksek

**Tablo 3.1: Toprakların potasyum içeriklerine göre sınıflandırılması**

Değişebilir potasyum tayini; alev fotometresi, atomik absorpsiyon spektrofotometresi gibi fotometrik yöntemlerle yapılmaktadır. Bu modülde alev fotometresi ile potasyum tayini anlatılacaktır. Alev fotometresiyle değişebilir potasyum tayini, toprakta bulunan potasyumun amonyum asetat çözeltisiyle ekstrakte edilerek çözeltiliye geçen potasyumun alev fotometrede okunması yönteminin prensibini oluşturur.

### 3.2.1. Kullanılan Araç Gereçler

Toprakta potasyum tayini yaparken kullanılan araç gereçler şunlardır:

- Hassas terazi
- Ekstraksiyon şişesi
- Spatül
- Pipet
- Yatay çalkalayıcı
- Huni
- Filtre kâğıdı
- Alev fotometresi

### 3.2.2. Kullanılan Kimyasallar ve Çözeltiler

Toprakta potasyum tayini yaparken kullanılan kimyasallar ve çözeltiler şunlardır:

- **1 N amonyum asetat çözeltisi:** Litrelük bir balon jöjeye yaklaşık 700-800 ml saf su konulduktan sonra üzerine 57 ml derişik asetik asit ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) eklenerek iyice çalkalanır. Bu karışımın üzerine 68 ml derişik amonyum hidroksit ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) eklenir, iyice çalkalanır (Amonyum hidroksit ilave edildiğinde yoğun duman çıkışı olacağı için bu işlem çeker ocak içinde yapılmalıdır.). Çözeltinin pH'ı amonyum hidroksit veya asetik asit ile 7,0'ye ayarlanır ve balon jöje çizgisine tamamlanır.

Çözelti toz amonyum asetatla hazırlanacaksa 77,09 g amonyum asetat ( $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ) tartılıp litrelük bir balon jöjeye aktarılır. Üzerine 700-800 ml saf

su eklenip çözündürülür. Çözeltinin pH'ı amonyum hidroksit veya asetik asit ile 7,0'ye ayarlanır ve balon joje çizgisine tamamlanır.

- **Stok potasyum çözeltisi (1000 ppm):** Bir miktar potasyum klorür (KCl) 105 °C'de kurutulduktan sonra bundan 1,907 g tartılarak litrelik balon jojeye aktarılır. Bir miktar, 1 N amonyum asetat çözeltisi ile çözündürüldükten sonra balon jojenin hacmi aynı çözelti ile litreye tamamlanır. Bu çözelti 1000 mg/l (ppm) potasyum kapsar.



**Resim 3.1: Alev fotometresi**

### 3.2.3. Analizin Yapılışı

Analize hazırlanan toprak numunesinden ekstraksiyon şişesine 10 g tartılır. Üzerine 25 ml 1 N amonyum asetat çözeltisi ilave edilip çalkalandıktan sonra şişenin kapağı kapatılarak bir gece (10–12 saat) bekletilir.

Ekstraksiyon şişesinde çökelen numunenin berrak kısmı filtre kâğıdı ile süzülerek 100 ml'lik balon jojeye aktarılır. Numunenin üzerine tekrar 25 ml 1 N amonyum asetat çözeltisi ilave edilip çalkalandıktan sonra filtre kâğıdı ile balon jojeye süzülür. Bu işlem iki kez daha tekrarlandıktan sonra balon joje amonyum asetatla çizgisine tamamlanır. Süzüntü bulanık ise elde edilen çözelti bir kez daha süzülür. Bulanık çözeltiyle okuma yapılırsa alev fotometresinin kılcal borusu tıkanabilir.

Numune çözeltisinin alev fotometresinde okuması yapılmadan önce standart potasyum çözeltisi serileri hazırlanarak bunların okuması yapılır ve standart eğri (kalibrasyon eğrisi) oluşturulur. Standart potasyum çözeltileri hazırlamak için 1000 mg/l K kapsayan stok potasyum çözeltisinden 0 (tanık), 1, 2, 3, 4, 5 ml alınarak 100 ml'lik balon jojelere konulur. Balon jojeler, 1 N amonyum asetat çözeltisi ile çizgilerine tamamlanır. Bu standart çözeltiler sırasıyla 0, 10, 20, 30, 40, 50 mg/l (ppm) potasyum içerir. Hazırlanacak standart çözeltilerin konsantrasyonları numunenin tahmini konsantrasyonunu kapsayacak aralıktadır.

Çözeltilerin okumalarına geçilmeden önce alev fotometresinin ayarları yapılmalıdır. Bunun için ilk önce alev fotometresinin alev ayarı yapılır. Alev ayarı ya cihazın kullanım kılavuzunda belirtildiği şekilde ya da alevin sarı renk vermeden mavi renkte en büyük uçgen

şeklini alabileceği duruma getirilerek yapılır. Alev ayarı yapıldıktan sonra cihazın ısınması için 10-15 dakika beklenir. Alev fotometresinin filtre düğmesi potasyuma alınır. Bundan sonra cihazın tanık çözelti ile sıfır "0" ayarı; konsantrasyonu en yüksek olan standart çözeltiyle de 100 ayarı yapıldıktan sonra okumaya geçilir. 0 ve 100 ayarı birkaç kez yapıp düzenli olduğu kesinleştirildikten sonra çözeltilerin okunmasına geçilir.

Hazırlanan standart potasyum klorür çözelti serilerinin ve numune çözeltisinin okumaları yapıldıktan sonra kalibrasyon eğrisi oluşturularak numune çözeltisinin potasyum konsantrasyonu belirlenir.

Numune çözeltisinin potasyum konsantrasyonu belirlendikten sonra formül yardımıyla numunenin toplam potasyum miktarı hesaplanır.

$$\text{Potasyum (K) (ppm)} = A \times SF$$

A: Numune çözeltisinin potasyum konsantrasyonu (ppm)

SF: Seyreltme faktörü (ekstraksiyon çözeltisi miktarı-ml / numune miktarı-g)

**Örnek:** 10 g analiz numunesi 1 N amonyum asetat çözeltisi ile ekstrakte edilip süzölmüş ve son hacim 100 ml'ye tamamlanmıştır. Alev fotometresinde yapılan ölçümler sonucunda kalibrasyon eğrisi kullanılarak numune çözeltisinin potasyum miktarı 21 ppm bulunmuştur. Numunenin potasyum miktarını kg/da olarak hesaplayınız.

**Çözüm:** A= 21 ppm

$$SF= 100 / 10 = 10$$

Potasyum = A x SF

Potasyum = 21 x 10

Potasyum = 210 ppm

### 3.3. Alev Fotometresi

Alev fotometreleri, alev üzerine püskürtülen çözeltideki elektronların ısı etkisiyle bir üst enerji seviyesine çıkması sonrasında tekrar eski enerji düzeylerine dönerken yaydıkları ışığın şiddetini ölçen fotometrik cihazlardır.

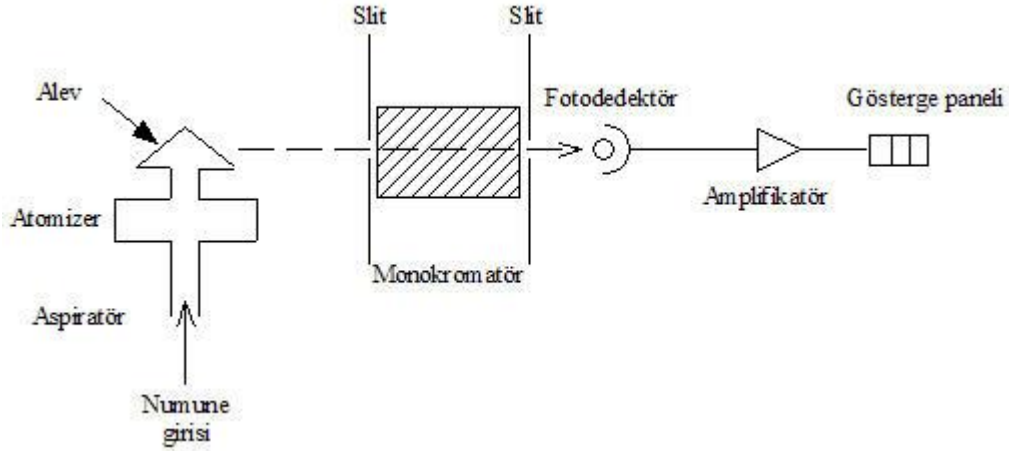
#### 3.3.1. Alev Fotometresinin Kısımları

Alev fotometreleri; alev kaynağı, atomizer, monokromotör, giriş-çıkış slitleri, dedektör ve göstergedan oluşmaktadır. Ayrıca ek parçalar bulundurur. Örneğin, gaz tüpü ile iki kademeli bir basınç regülatörüne gereksinim vardır. Yüksek basınç, gazın aleve gitmesi ve numunenin aleve ince tanecikler şeklinde püskürtülmesi için gereklidir.

Karışımın yandığı alev ile numunenin püskürtüldüğü atomizer kısmı, alev fotometresinin önemli parçalarıdır. Atomizer, gelen parçayı çok ince zerreciklere dönüştürüp aleve püskürtmeye yarar. Alevdeki ısının sabit tutulması oldukça önemlidir. Cihaz ısısının denge hâline gelmesi için çalıştırıldıktan sonra 10-15 dakika beklenmesi gerekir.

### 3.3.2. Alev Fotometresinin Kullanımı

Alev fotometrelerinde çözelti hâline getirilen numune çok küçük damlacıklar hâlinde (sis şeklinde) alev üzerine püskürtülür. Alevin ısı etkisiyle çözeltideki madde atomlarının elektronları uyarılır. Bu şekilde daha üst enerji seviyesine çıkan, durağan olmayan elektronlar daha sonra eski enerji düzeylerine dönerken aradaki enerji farkını ışık olarak dışarı salar. Bu ışık, çözeltideki madde konsantrasyonu ile orantılıdır ve alev fotometresinde ölçülür. Bu yöntem Na, K, Ca, Ba, Li elementlerinin kantitatif (nicel) olarak ölçümü amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır.



Şekil 3.1: Alev fotometresi çalışma şeması

Atomların uyarılması alevin ısısına bağlı olduğundan alevin elde edilmesinde kullanılan yakıt önemlidir. Bu amaçla alev fotometresinde farklı gaz ve oksijenler kullanılmaktadır. Bunlardan asetilen - oksijen en sıcak alevi vermektedir. Ayrıca doğal gaz, asetilen ve propan, oksijen veya basınçlı hava ile birlikte kullanılır. Alev fotometrelerinde yakıt olarak kullanılabilen çeşitli gazlar ve ısı dereceleri Tablo 3.2’de verilmiştir.

Gaz Karışımı	Alev Isısı (°C)
Doğal gaz - hava	1840
Propan - hava	1925
Hidrojen - hava	2115
Asetilen - hava	2250
Hidrojen - oksijen	2700
Doğal gaz - oksijen	2800
Propan - oksijen	2850
Asetilen - oksijen	3110

Tablo 3.2: Alev fotometrelerinde kullanılabilen yanıcı ve yakıcı gazlar ve ısı dereceleri

Kullanılacak karışımın seçimi gerekli olan ısıya göre yapılır. Örneğin, sodyum ve potasyum tayini için propan - hava karışımı yeterli olmaktadır.

### **Cihazla çalışırken şu hususlara dikkat edilmelidir:**



- Cihaz üzerindeki açma-kapama düğmesi açıldıktan sonra 1-2 dakika beklenip sistemin çalışması sağlanmalı, daha sonra gaz dedantörü açılarak yakılmalıdır.
- Cihazın verimli bir şekilde çalışabilmesi ve doğru sonuçlar verebilmesi için 15 dakika önceden yakılarak ısınması gerekir.
- Cihaz çalışırken baca ünitesinin üst kısmına dokunulmamalı, bacaya bir metreden yakın mesafeye hiçbir şey konulmamalı ve bacadan aşağıya kesinlikle bakılmamalıdır.
- Cihaza gelen hava ve gaz basınçları, kullanma kılavuzunda belirtilen değerlere ayarlanmalıdır.
- Kompresörden gelen hava hortumunda oluşacak nem, yoğunlaşma, yağ veya toz kararsız okumalara neden olacaktır. Böyle durumlarda kullanma kılavuzunda belirtilen uygun bir filtre veya su separatörü kullanılmalıdır.
- Kararsız okumalar, gazın kirli oluşundan kaynaklanabilir. Eğer bu tür bir şüphe varsa ya uygun bir filtre kullanılmalı veya gaz değiştirilmelidir.
- Alev hem kompresörden gelen hem de ortamda bulunan oksijen ile yanmaktadır. Ortamda oluşacak herhangi bir kirlilik, cihazın performansını etkiler. Ortamda buharlaşabilen hidrokarbonların mevcudiyetinden kaçınılmalıdır. Çok düşük seviyelerde bile olsa ortamda alkol, boya, parfüm ve sigara dumanı bulunması problemlere neden olacaktır.
- Numune, daima numune kabının üst yarısından emdirilmelidir. Kabın alt kısmında oluşabilecek tortu veya parçacıklar, nebulizerin ucuna takılan kılcal boruda tıkanmalara neden olabilir. Herhangi bir şekilde zedelenecek veya tıkanan kılcal boru değiştirilmelidir.
- Standartların hazırlanmasında gereken titizlik gösterilmelidir. Cihazın performansı kalibrasyon standartlarının saflığına ve doğruluğuna bağlıdır.
- Standart solüsyonların uzun bir süre veya yüksek sıcaklıkta muhafaza edilmesi gerektiğinde solüsyonlara uygun bir küf önleyici madde ilave edilmelidir.
- Kalibrasyon standartları, kör solüsyonu veya saf su, kesinlikle cam şişe veya kaplarda muhafaza edilmemeli, depolama için plastik kap kullanılmalıdır.
- Cihaza tuz konsantrasyonu yüksek solüsyonlar emdirildiğinde kapatma işleminden önce daha uzun süre saf su verilmeli ve iyi bir temizleme sağlanmalıdır. Cihaz kapatılmadan önce en az 5 dakika saf su kullanılarak çalıştırılmalıdır.
- Cihaz kısa süre için kapatılacaksa açma-kapama düğmesine basarak kapatmak yeterli olacaktır. Ancak uzun süreli kapatmalarda mutlaka önce gaz tüpünün vanasının, ondan sonra açma-kapama düğmesinin kapatılması gerekir.
- Cihazın periyodik bakımları mutlaka zamanında ve yetkili teknik servislerce yapılmalı, standartlara uygun yedek parçalar kullanılmalıdır.



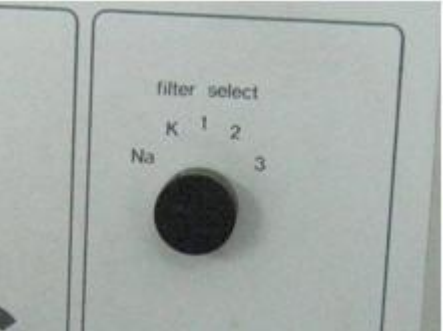




## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak toprakta potasyum tayinini yapınız.

**Uygulamada kullanılacak araç gereç ve kimyasallar:** Hassas terazi, ekstraksiyon şişesi, spatül, pipet, yatay çalkalayıcı, huni, filtre kâğıdı, alev fotometresi, 1 N amonyum asetat çözeltisi, stok potasyum çözeltisi

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.</li><li>➤ Toprak numunesini analize hazırlayınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyiniz.</li><li>➤ Laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz.</li><li>➤ Çalışma ortamını, kullanılacak araç gereç ve çözeltileri hazırlayınız.</li><li>➤ Araç gereçlerin temizliğine dikkat ediniz.</li><li>➤ Toprak numunesini analize hazırlama kurallarına uyunuz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Ekstraksiyon şişesine 10 g analiz numunesi tartınız.</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Tartım kurallarına uyunuz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Üzerine 25 ml 1 N amonyum asetat çözeltisi ilave edip elle çalkalayınız.</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Dispenser, pipet veya uygun bir hacim ölçüm aracı kullanınız.</li></ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Şişenin kapağını kapatıp bir gece (10–12 saat) bekletiniz.</li> <li>➤ Berrak kısmı süzerek 100 ml'lik balon jøjeye aktarınız.</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Şişenin kapağını sıkıca kapatınız.</li> <li>➤ Uygun filtre kâğıdı kullanınız.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Numunenin üzerine 25 ml 1 N amonyum asetat çözeltisi ilave edip elle çalkalayarak balon jøjeye süzünüz.</li> <li>➤ Bu işlemi iki kez daha tekrarlayıp balon jøjeyi amonyum asetatla çizgisine tamamlayınız.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hazırlanan numune çözeltisi bulanık ise bir kez daha süzünüz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Standart potasyum çözeltisi serileri hazırlayınız.</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Standart çözelti serileri hazırlama kurallarına uyunuz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Alev fotometresini çalıştırıp filtre düğmesini potasyuma alınız.</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Cihazın kullanım kılavuzunda belirtildiği şekilde alev ayarı yapınız.</li> <li>➤ Cihazın ısınması için 10-15 dakika bekleyiniz.</li> </ul>

<p>➤ Cihazın 0 ve 100 ayarlarını yapınız.</p> 	<p>➤ Tanık çözelti ile 0 ayarını, en yüksek konsantrasyonlu standart çözeltiyle de 100 ayarını yapınız.</p>
<p>➤ Standart ve numune çözeltilerinin okumalarını yapınız.</p> 	<p>➤ Okuma değerlerini kaydediniz.</p>
<p>➤ Kalibrasyon eğrisini çiziniz. ➤ Kalibrasyon eğrisinden numune çözeltisinin potasyum içeriğini bulunuz.</p>	<p>➤ Kalibrasyon eğrisi çizme ve kalibrasyon eğrisini kullanma kurallarına uyunuz.</p>
<p>➤ Hesaplama yapınız.</p>	<p>➤ Formül kullanınız. ➤ Hesaplamaları dikkatli yapınız. ➤ Seyreltme faktörünü dikkate alınız.</p>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Potasyum, bitkilerde ..... dengesini sağlar.
2. Potasyum, fosfor fazlalığından kaynaklanabilecek .....nın normal zamanda olmasını sağlar.
3. Potasyum fazlalığı ..... ve ..... noksanlığına sebep olabilir.
4. Topraklarda % ..... arasında değişen miktarlarda toplam potasyum vardır.
5. Topraktaki potasyumun yaklaşık %.....'lik kısmı değişebilir formdadır.
6. Toprakta potasyum tayininde numune ..... çözeltilisiyle ekstrakte edilir.
7. Toprakta potasyum tayininde genellikle ..... g analiz numunesi alınır.
8. Toprakta potasyum tayininde numune çözeltilisinin son hacmi ..... ml'ye tamamlanır.

### 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-4

## ÖĞRENME KAZANIMI

Gerekli ortam sağlandığında EDTA titrasyon yöntemine uygun olarak toprakta kalsiyum ve magnezyum tayini yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Kalsiyumun bitki beslenmesi açısından önemini araştırınız.
- Toprakta kalsiyum tayininde kullanılan metotları araştırınız.

## 4. TOPRAKTA KALSİYUM VE MAGNEZYUM TAYİNİ

### 4.1. Kalsiyumun Bitki Beslemedeki Yeri

Kalsiyum, diğer bitki besin elementlerine göre topraklarda daha fazla bulunur ve miktarı genellikle ihtiyacı karşılayacak düzeydedir. Bununla beraber kalsiyum kapsamları bakımından topraklar arasında büyük farklılıklar vardır. Kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde fazla yıkanma olmadığından topraklardaki kalsiyum oranı oldukça yüksekken yağışın bol olduğu yerlerde yıkanmanın çok fazla olması nedeniyle daha düşüktür.

Kalsiyum, bitki dokusunda potasyumdan sonra en fazla bulunan elementtir. Bitki hücre duvarlarının yapısında yer alır, hücrelerin bölünmesine ve büyümesine yardımcı olur. Kök gelişimini güçlendirir, biyolojik aktiviteyi artırır.



**Resim 4.1: Kalsiyum eksikliğinin meyvedeki görünümü**

Kalsiyum eksikliği durumunda bitkinin kök sistemi zayıflar, gelişme geriler veya tamamen durur. Genç yaprakların şeklinde bozulma, küçük kalma ve çeşitli nekrozlar meydana gelir. Meyveler yumuşar, dayanıklılıkları azalır, depolama ömürleri kısalmır.

Kalsiyum fazlalığı fosfor ve bazı iz elementlerin (demir, manganez, bor, alüminyum gibi) alımını engelleyebilir. Ayrıca kalsiyumun fazla olması durumunda toprak pH'ı yükselir.

## 4.2. Magnezyumun Bitki Beslemedeki Yeri

Toprakların magnezyum kapsamı geniş sınırlar arasında değişmekle beraber ortalama % 1.9 civarındadır. Bu miktar yağışlı bölgelerin kaba bünyeli topraklarında % 0,1'e kadar düşerken kurak ve yarı kurak bölgelerin ince tekstürlü topraklarında ise % 4'e kadar çıkmaktadır.

Topraklarda magnezyum değişebilir formda, suda çözünebilir formda ve değişik minerallerle bileşikler oluşturmuş şekilde (magnezit, dolomit gibi) bulunur. Bitkiler, toprak çözeltisindeki değişebilir ve suda çözünebilir formdaki magnezyumdan yararlanır. Aynı durum potasyum ve kalsiyum için de geçerlidir.



**Resim 4.2: Magnezyum eksikliğinin yapraktaki görünümü**

Magnezyum, kalsiyum gibi kolay yıkanabilen bir elementtir. Yağışlı bölgelerdeki kaba tekstürlü topraklarda magnezyum eksikliğine genellikle daha sık rastlanır. Böyle topraklarda değişebilir magnezyum miktarı azdır. Ancak genel olarak topraklardaki magnezyum miktarı bitkilerin ihtiyaçlarını karşılayacak düzeydedir.

Magnezyum içerikleri yönünden bitkiler arasında önemli farklar vardır. Baklagiller diğer bitkilere göre daha fazla magnezyuma sahiptir. Magnezyum, bitkilerin yaprak ve tohumlarında diğer organlarına nazaran daha fazla bulunur. Bitkilerde klorofilin yapısında yer alarak yeşil rengi oluşturur. Bazı bitkilerin enzim sistemlerinde aktif görevler alır, karbon ve protein metabolizmasında görevlidir.

Magnezyum eksikliği sonucunda bitkilerde gelişme geriler, tohum ve meyve oluşumu zayıflar, meyve dökülmesi fazlalaşır. Ayrıca magnezyum bitkide şeker, yağ ve nişasta oluşumuna katkıda bulunduğundan meyve kalitesi düşer. Bitkilerde magnezyum noksanlığı protein sentezini engeller, yaprak damarları arasında sararmalar görülür. Sararmaların ileri aşamalarında yaprak rengi sarıdan kahverengiye döner. Bitkilerde magnezyum fazlalığı nadiren görülür. Magnezyum fazlalığı potasyum alımını engeller. Ayrıca ağaçların kök gelişimini olumsuz yönde etkiler.

### 4.3. Toprakta Kalsiyum ve Magnezyum Tayin Yöntemleri

Topraklarda kalsiyum ve magnezyum tayinlerinde farklı formlardaki kalsiyum ve magnezyum miktarları tespit edilmektedir. Fakat bitkiler büyük oranda değişebilir formdaki kalsiyum ve magnezyumdan yararlandıklarından bitki yetiştiriciliğinde çoğunlukla değişebilir kalsiyum ve magnezyum tayinleri yapılmaktadır.

Toprakta kalsiyum ve magnezyum tayinlerinde volumetrik ve fotometrik yöntemler kullanılmaktadır. Fotometrik yöntemde, hazırlanan numune çözeltisinin konsantrasyonu atomik absorpsiyon spektrofotometresinde ölçülerek, volumetrik yöntemde ise hazırlanan numune çözeltisi uygun indikatörler eklendikten sonra EDTA çözeltisi ile titre edilerek kalsiyum ve magnezyum miktarları tespit edilir.

### 4.4. EDTA Titrasyon Yöntemi ile Kalsiyum ve Magnezyum Tayini

Amonyum asetat çözeltisiyle hazırlanmış toprak ekstraktının; amonyum purpurat indikatörü eklenip EDTA çözeltisiyle titre edilerek kalsiyum miktarının belirlenmesi, erihochorme black-T indikatörü eklenip EDTA çözeltisiyle titre edilerek de kalsiyum+magnezyum miktarının belirlenmesi yöntemin prensibini oluşturur. Belirlenen kalsiyum+magnezyum miktarından kalsiyum miktarı çıkarılarak magnezyum miktarı belirlenir.

#### 4.4.1. Kullanılan Araç Gereçler

Toprakta EDTA titrasyon yöntemi ile kalsiyum ve magnezyum tayinleri yapılırken aşağıdaki araç ve gereçler kullanılmaktadır:

- Hassas terazi
- Santrifüj
- Yatay çalkalayıcı
- Santrifüj tüpü
- Spatül
- Pipet
- Balon joje
- Erlen
- Büret
- Filtre kâğıdı

#### 4.4.2. Kullanılan Kimyasallar ve Çözeltiler

Toprakta EDTA titrasyon yöntemi ile kalsiyum ve magnezyum tayinleri yapılırken aşağıdaki çözeltiler kullanılmaktadır:

- **1 N amonyum asetat çözeltisi:** Litrelik balon jøjeye 700-800 ml saf su konulduktan sonra üzerine 57 ml derişik asetik asit ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) eklenerek iyice çalkalanır. Bu karışımın üzerine 68 ml derişik amonyum hidroksit ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) eklenir, iyice çalkalanır (Amonyum hidroksit ilave edildiğinde yoğun duman

çıkışı olacağı için bu işlem çeker ocak içerisinde yapılmalıdır.). Çözeltinin pH'ı amonyum hidroksit veya asetik asit ile 7,0'ye ayarlanır ve balon joje saf su ile hacim çizgisine tamamlanır.

- **4 N sodyum hidroksit:** 160 g sodyum hidroksit (NaOH) bir miktar saf suda eritilerek litreye tamamlanır.
- **Tampon çözelti:** 67,5 g amonyum klorür (NH<sub>4</sub>Cl), 200 ml saf suda eritilir, çeker ocak içerisinde üzerine 570 ml konsantre amonyum hidroksit (NH<sub>4</sub>OH) ilave edilir, son hacim saf su ile litreye tamamlanır.
- **Amonyum purpurat indikatörü (Mürexid):** 0,5 g amonyum purpurat toz halindeki 100 g potasyum sülfat (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ile karıştırılır.
- **Eriochrome black-T indikatörü:** 0,2 g eriochrome black-T, 50 ml alkol içinde eritilerek hazırlanır. Bu indikatör çözeltisi 3 haftada bir yeniden hazırlanmalıdır.
- **0,01 N disodyum etilen diamin tetra asetat dihidrat (EDTA) çözeltisi:** 2 g disodyum etilendiamin tetraasetat dihidrat ve 0,039 g magnezyum klorür (MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O) suda çözündürülerek son hacim litreye tamamlanır.

#### 4.4.3. Analizin Yapılışı

- **Toprak ekstraktının hazırlanması**

Analize hazırlanmış toprak numunesinden 4-6 g tartılarak santrifüj tüpüne aktarılır. Üzerine 33 ml 1 N amonyum asetat çözeltisi ilave edilerek tıpası kapatılıp 5 dakika çalkalanır. Çalkalama işleminden sonra tüp santrifüje yerleştirilerek 2000 devir/dakikada yaklaşık 5 dakika santrifüj edilir. Tüp santrifüjden alınıp berrak kısım filtre kâğıdı ile süzülerek 100 ml'lik balon jojeye aktarılır. Santrifüj tüpüne tekrar 33 ml amonyum asetat çözeltisi konularak aynı işlemler tekrarlanır. Bu işlemler 3 kez tekrarladıktan sonra balon joje amonyum asetatla çizgisine tamamlanır.

- **Kalsiyum tayini**

Hazırlanan numune ekstraktından 5–25 ml alınarak uygun bir erlene aktarılır. Üzerine 4 N sodyum hidroksitten 5 damla ilave edilir. 0,5 g amonyum purpurat indikatörü ilave edilerek karıştırılır ve EDTA çözeltisi ile titre edilir. Renk, pembe veya portakal kırmızısından yavaş yavaş eflatuna dönmeye başlayınca titrasyon yavaşlatılır. Son damlalar 5-10 saniye aralıklarla damlatılır. Çözelti rengi mor veya eflatun olunca titrasyona son verilerek harcanan EDTA miktarı kaydedilir.

Şahit için numune çözeltisinin titrasyonunda kullanılan ekstrakt miktarı kadar (5–25 ml) amonyum asetat çözeltisinden alınarak aynı işlemler yapılır ve harcanan EDTA miktarı kaydedilerek hesaplamaya geçilir.



$$Ca = \frac{(A-B) \times N \times 1000}{a}$$

Ca: Topraktaki kalsiyum miktarı (miliekivalent/litre)  
A: Analizde harcanan EDTA miktarı (ml)  
B: Şahitte harcanan EDTA miktarı (ml)  
N: EDTA çözeltisinin normalitesi  
a: Alınan süzöntü miktarı (ml)

Bulunan kalsiyum miktarı 20,04 (kalsiyumun ekivalent ağırlığı) ile çarpılarak mg/l olarak ifade edilir.

### ➤ **Magnezyum tayini**

Hazırlanan numune ekstraktından 5-25 ml alınarak uygun bir erlene aktarılır. Üzerine 5-10 damla tampon çözelti ve 3-4 damla erihochorme black T indikatörü ilave edilir. Renk şarap kırmızısından gök mavisine dönüşüncüye kadar EDTA çözeltisi ile titre edilir. Çözelti rengi mavi olunca titrasyona son verilerek harcanan EDTA miktarı kaydedilir.

Şahit için numune çözeltisinin titrasyonunda kullanılan ekstrakt miktarı kadar amonyum asetat çözeltisinden alınıp aynı işlemler yapılır; harcanan EDTA miktarı kaydedilerek hesaplamaya geçilir. Formül kullanılarak Ca+Mg miktarı hesaplanır.

$$Ca + Mg = \frac{(A-B) \times N \times 1000}{a}$$

Ca+Mg: Topraktaki kalsiyum ve magnezyum miktarlarının toplamı (me/l)  
A= Analizde harcanan EDTA miktarı (ml)  
B= Şahitte harcanan EDTA miktarı (ml)  
N= EDTA çözeltisinin normalitesi  
a= Alınan süzöntü miktarı (ml)



Ca+Mg miktarından kalsiyum analizinde elde edilen kalsiyum miktarı çıkarılarak magnezyum miktarı hesaplanır.

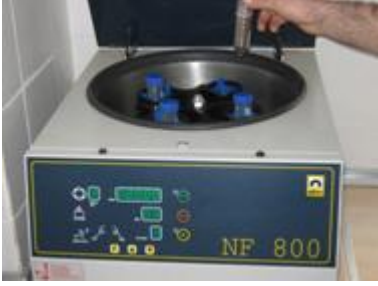

Bulunan magnezyum miktarı 12,16 (magnezyumun ekivalent ağırlığı) ile çarpılarak mg/l olarak ifade edilir.

## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak EDTA titrasyon yöntemiyle toprakta değişebilir kalsiyum ve magnezyum tayini için ekstrakt hazırlayınız.

**Uygulamada kullanılacak araç gereç ve kimyasallar:** Hassas terazi, santrifüj tüpü, spatül, santrifüj, pipet, huni, filtre kâğıdı, balon joje, 1 N amonyum asetat çözeltisi



İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.</li><li>➤ Toprak numunesini analize hazırlayınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Laboratuvar önlüğü giyiniz.</li><li>➤ Laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz.</li><li>➤ Çalışma ortamını, kullanılacak araç gereç ve çözeltileri hazırlayınız.</li><li>➤ Araç gereçlerin temizliğine dikkat ediniz.</li><li>➤ Toprak numunesini analize hazırlama kurallarına uyunuz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Santrifüj tüpüne 4-6 g analiz numunesi tartınız.</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Tartım kurallarına uyunuz.</li><li>➤ Tartım kabında numune kalmamasına dikkat ediniz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Üzerine 33 ml 1 N amonyum asetat çözeltisi ilave ediniz.</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Uygun bir büret veya hacim ölçüm aracı kullanınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Santrifüj tüpünü yaklaşık 5 dakika çalkalayınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Santrifüj tüpünün tıpasını kapatmayı unutmayınız.</li></ul>


<p>➤ Tüpü santrifüje yerleştirilerek 2000 devir/dakikada yaklaşık 5 dakika santrifüj ediniz.</p> 	<p>➤ Santrifüjle çalışma kurallarına uyunuz.</p>
<p>➤ Berrak kısmı filtre kâğıdı ile süzerek 100 ml'lik balon jöjeye aktarınız.</p> 	<p>➤ Uygun bir filtre kâğıdı kullanınız.</p>
<p>➤ Santrifüj tüpüne tekrar 33 ml amonyum asetat çözeltisi koyarak aynı işlemleri tekrarlayınız. ➤ Bu işlemleri 3 kez tekrarladıktan sonra balon jöjeyi amonyum asetatla çizgisine tamamlayınız.</p>	<p>➤ Hacim çizgisine dikkat ediniz.</p>

## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak toprak ekstraktında EDTA titrasyon yöntemiyle değişebilir kalsiyum tayini yapınız.

**Uygulamada kullanılacak araç gereç ve kimyasallar:** Hassas terazi, spatül, tartım kayıkçığı, pipet, erlen, damlalık, büret, 4 N sodyum hidroksit çözeltisi, amonyum purpurat indikatörü (Mürexid), 0,01 N Disodyum etilen diamin tetra asetat dihidrat (EDTA) çözeltisi



İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyiniz.</li><li>➤ Laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz.</li><li>➤ Çalışma ortamınızı ve kullanacağınız araç gereçleri hazırlayınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Toprak ekstraktı hazırlayınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Bir önceki uygulama faaliyetinde verilen işlem basamaklarını uygulayınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Hazırlanan süzüntüden 25 ml alarak uygun bir erlene aktarınız.</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Uygun bir pipet veya hacim ölçüm aracı kullanınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Üzerine 5 damla 4 N sodyum hidroksit ve 0,5 g amonyum purpurat indikatörü ilave ediniz.</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Amonyum purpurat ilavesinden sonra pembe veya portakal kırmızısı rengin oluştuğunu gözlemleyiniz.</li></ul>


<ul style="list-style-type: none"><li>➤ EDTA çözeltisi ile mor veya eflatun renk elde edinceye kadar titre ediniz.</li><li>➤ Harcanan EDTA miktarını kaydediniz.</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Titrasyonda uygun bir büret kullanınız.</li><li>➤ Titrasyon kurallarına uyunuz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Şahit deneme için titrasyonda kullanılan süzüntü miktarı kadar amonyum asetat çözeltisi alarak aynı işlemleri tekrarlayınız.</li><li>➤ Harcanan EDTA miktarı kaydediniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Titrasyon kurallarına uyunuz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Hesaplama yapınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Formül kullanınız.</li></ul>

## UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak toprak ekstraktında EDTA titrasyon yöntemi ile değişebilir magnezyum tayini yapınız.

**Uygulamada kullanılacak araç gereç ve kimyasallar:** Pipet, erlen, damlalık, büret, 1 N amonyum asetat çözeltisi, tampon çözelti, erikrom blak-T indikatörü, 0,01 N disodyum etilen diamin tetra asetat dihidrat (EDTA) çözeltisi

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyiniz.</li><li>➤ Laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz.</li><li>➤ Çalışma ortamınızı ve kullanacağınız araç gereçleri hazırlayınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Toprak ekstraktı hazırlayınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Toprak ekstraktı hazırlama işlem basamaklarını uygulayınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Hazırlanan süzüntüden 25 ml alarak uygun bir erlene aktarınız.</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Uygun bir pipet veya hacim ölçüm aracı kullanınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Üzerine 10 damla tampon çözelti ve 3-4 damla erikrom blak indikatörü ilave ediniz.</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Erikrom blak ilavesinden sonra şarap kırmızısı rengin oluştuğunu gözlemleyiniz.</li></ul>

<ul style="list-style-type: none"><li>➤ EDTA çözeltisi ile gök mavisi renk elde edinceye kadar titre ediniz.</li><li>➤ Harcanan EDTA miktarını kaydediniz.</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Titrasyonda uygun bir büret kullanınız.</li><li>➤ Titrasyon kurallarına uyunuz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Şahit deneme için titrasyonda kullanılan süzüntü miktarı kadar amonyum asetat çözeltisi alarak aynı işlemleri tekrarlayınız.</li><li>➤ Harcanan EDTA miktarı kaydediniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Titrasyon kurallarına uyunuz.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Hesaplama yapınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Formül kullanınız.</li></ul>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Topraklarda kalsiyum ve magnezyum tayinlerinde fotometrik veya ..... yöntemler kullanılmaktadır.
2. Topraklarda EDTA titrasyon yöntemi ile kalsiyum ve magnezyum tayininde ..... g analiz numunesi kullanılır.
3. Topraklarda EDTA titrasyon yöntemi ile kalsiyum ve magnezyum tayininde ..... çözeltilisi ile toprak ekstraktı hazırlanır.
4. Topraklarda EDTA titrasyon yöntemi ile kalsiyum ve magnezyum tayininde hazırlanan süzüntüden ..... ml alınarak titrasyon yapılır.
5. EDTA ile kalsiyum tayininde indikatör olarak ..... kullanılır.
6. Topraklarda EDTA titrasyon yöntemi ile kalsiyum tayininde numune çözeltilisi mor/eflatun rengi elde edilinceye kadar ..... çözeltilisi ile titre edilir.
7. Topraklarda EDTA titrasyon yöntemi ile magnezyum tayininde indikatör olarak ..... kullanılır.

### 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 mikro besin elementlerinden birisidir?  
A) Kalsiyum  
B) Magnezyum  
C) Kükürt  
D) Demir
2. Doğrudan veya dolaylı olarak sudan alınan element aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Klor  
B) Demir  
C) Hidrojen  
D) Bor
3. Fosfor tayininde aşağıdaki araç gereçlerden hangisi kullanılır?  
A) Soxhalet  
B) Alev fotometresi  
C) Kjeldahl  
D) Spektrofotometre
4. Potasyum tayininde aşağıdaki araç gereçlerden hangisi kullanılır?  
A) Soxhalet  
B) Alev fotometresi  
C) Kjeldahl  
D) Spektrofotometre
5. Potasyum tayininde aşağıdaki kimyasallardan hangisi kullanılmaz?  
A) Amonyum asetat  
B) Potasyum di hidrojen fosfat  
C) Amonyum hidroksit  
D) Potasyum klorür

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

6. Yapılan araştırmalarda ..... adet esas bitki besin elementi tespit edilmiştir.
7. Bitkiler tarafından fazla miktarda ihtiyaç duyulan besin elementlerine ..... besin elementleri denir.
8. Topraklardaki toplam azot miktarı genellikle % ..... arasında değişir.
9. Azot tayininde tartılan numune yakma tüpüne aktarılarak üzerine 1 adet katalizör tablet ve 15 ml derişik ..... ilave edilir.

10. Azot tayininde numune ..... °C'de 45 dakika yakılır.
11. Kjeldahl cihazının yakma ünitesi mutlaka ..... içerisinde çalıştırılmalıdır.
12. Azot tayininde destilatın toplanacağı erlene 50 ml % 4'lük ..... konur.
13. Azot tayininde erlende ..... ml destilat toplandığında destilasyon sonlandırılır.
14. Azot tayininde destilat 0,05 N hidroklorik asit çözeltisi ile ..... renk elde edilinceye kadar titre edilir.
15. Topraktaki fosforun % .....'lik kısmı bitkiler tarafından alınabilir formdadır.
16. Fosfor tayininde amonyum molibdat çözeltisinden ..... ml kullanılır.
17. Fosfor tayininde oluşan mavi renk zamanla açıldığı için okumaların ..... eklenmesinden tam 10 dakika sonra yapılması gerekir.
18. Fosfor tayininde spektrofotometrenin dalga boyu ..... nm'ye ayarlanmalıdır.

## 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.	A
2.	D
3.	C
4.	D
5.	C
6.	Esas bitki besin elementleri
7.	Mikro
8.	Azot
9.	Fazla
10.	Kör
11.	Sodyum hidroksit
12.	Tashiri
13.	Vegetatif

## ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1.	A
2.	B
3.	D
4.	C
5.	C
6.	Meyve
7.	0,2-0,8
8.	0,02-0,15
9.	Fosfor pentaoksit (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )
10.	30
11.	5
12.	1
13.	Mavi
14.	Kör

## ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1.	Su
2.	Erken olgunlaşma
3.	Magnezyum, kalsiyum
4.	0,3-3

5.	1
6.	Amonyum asetat
7.	10
8.	100

### ÖĞRENME FAALİYETİ-4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1.	Volümetrik
2.	4-6
3.	Amonyum asetat
4.	5-25
5.	Amonyum purpurat
6.	EDTA
7.	Erihoforme black-T

### MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1.	D
2.	C
3.	D
4.	B
5.	B
6.	16
7.	Makro
8.	0,002-2,5
9.	Sülfürik asit
10.	420
11.	Çeker ocak
12.	Borik asit
13.	150
14.	Pembe
15.	1-2
16.	5
17.	Kalay klorür
18.	660

## KAYNAKÇA

- AYDEMİR Orhan, Nesrin YILDIZ, **Bitki Besleme Uygulama Kitabı I. Toprak Testleri**, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum, 2003.
- BAYRAKLI Fethi, **Toprak ve Bitki Analizleri**, Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Samsun, 1986.
- ERGENE Abdüsselam, **Toprak Biliminin Esasları**, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum, 1993.
- GÜNDÜZ Turgut, **İnstrümental Analiz**, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları, Ankara, 1993.
- KACAR Burhan, **Toprak Analizleri**, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 2009.
- MAHMUTOĞLU İdris, Osman ÇAĞLAYAN, Mehmet GÜRBİLEK, Abdurrahim KOÇYİĞİT, **Klinik Biyokimya Laboratuvarı El Kitabı**, Konya, 2004.
- SEZEN Yıldırım, Adil AYDIN, **Toprak Kimyası Laboratuvar Kitabı**, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum, 1995.
- SEZEN Yıldırım, **Toprak Verimliliği**, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum, 2002.
- TÜZÜNER Aslan, **Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı**, Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, 1990.
- YILMAZ Canan, **Bitkisel Üretimde Besin Elementleri**, Hasad Yayıncılık, İstanbul, 2004.