

**T.C.  
MILLİ EĞİTİM BAKANLIĞI**

# **LABORATUVAR HİZMETLERİ**

## **YAPRAK ANALİZLERİ YAPMA**

**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 .....	ii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1. YAPRAKLARDA AZOT TAYİNİ .....	3
1.1. Kullanılan Araç Gereçler .....	6
1.2. Kullanılan Kimyasal ve Çözeltiler .....	6
1.3. Yapılışı .....	7
UYGULAMA FAALİYETİ .....	11
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	15
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	16
2. YAPRAKLARDA FOSFOR TAYİNİ .....	16
2.1. Kullanılan Araç Gereçler .....	17
2.2. Kullanılan Kimyasallar ve Çözeltiler .....	18
2.3. Yapılışı .....	18
UYGULAMA FAALİYETİ .....	22
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	24
ÖĞRENME FAALİYETİ-3 .....	25
3. YAPRAKLARDA POTASYUM TAYİNİ .....	25
3.1. Kullanılan Araç Gereçler .....	26
3.2. Kullanılan Kimyasallar ve Çözeltiler .....	26
3.3. Yapılışı .....	27
UYGULAMA FAALİYETİ .....	29
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	31
ÖĞRENME FAALİYETİ-4 .....	32
4. YAPRAKLARDA MİKROBESİN ELEMENTİ TAYİNİ .....	32
4.1. Kullanılan Araç Gereçler .....	37
4.2. Kullanılan Kimyasal ve Çözeltiler .....	37
4.3. Yapılışı .....	38
UYGULAMA FAALİYETİ .....	39
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME .....	41
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	42
CEVAP ANAHTARLARI .....	44
KAYNAKÇA .....	46

# AÇIKLAMALAR

<b>ALAN</b>	<b>Laboratuvar Hizmetleri</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Tarım Laboratuvarı / Tarım Laboratuvar Teknisyeniği (Teknisyeni)</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Yaprak Analizleri Yapma</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Bitkilerde mikro besin elementi analizlerinin yapılması ile ilgili bilgilerin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/32
<b>ÖNKOŞUL</b>	Yaprak Numunesini Analize Hazırlama modülünü başarmış olmak
<b>YETERLİK</b>	Yaprak analizleri yapmak
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Uygun laboratuvar ortamı sağlandığında tekniğine uygun olarak yaprak analizleri yapabileceksiniz. <b>Amaçlar</b> 1. Yapraklarda azot tayini yapabileceksiniz. 2. Yapraklarda fosfor tayini yapabileceksiniz. 3. Yapraklarda potasyum tayini yapabileceksiniz. 4. Yapraklarda mikro besin elementi tayini yapabileceksiniz.
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Ortam:</b> Yaprak analizleri laboratuvarı <b>Donanım:</b> Hassas terazi, tartım kabı, spatül, piset, pipet, mezür, erlen, büret, hesap makinesi, yanmaz eldiven, kjeldahl cihazı, çeker ocak, tuz karışımı, salisilik asit, sülfürik asit, sodyum tiyosülfat, sodyum hidroksit, borik asit, indikatör, hidroklorik asit, balonjoje, pH metre, amonyum molibdat, kalay klorür, stok fosfor çözeltisi, balonjoje, alevfotometre, atomik absorpsiyon spektrofotometresi, stok çözelti vb.
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	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 becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

# GİRİŞ

**Sevgili Öğrenci,**

Tarımsal üretimde amaç, birim alandan daha fazla ve kaliteli ürün elde etmektir. Gübreleme, bu hedeflere ulaşılmasında en önemli uygulamalardandır. Toprak ve bitki analizleri, toprak özellikleri ve bitki beslenme düzeyinin belirlenmesi dengeli gübrelemenin ön şartıdır.

Toprak analizleri yanında yaprak ve meyve analizleri de yapılarak gübreleme programları hazırlanmaktadır. Bitki analizleri bitkinin mineral madde içeriği ve beslenme durumu hakkında bilgi verir. Toprağın verimlilik durumu ve uygulanan gübre programının uygun olup olmadığı tespit edilir. Bitki analizleri sap, gövde, dal, sürgün gibi bitkinin değişik kısımlarından yapılabilir. En uygun olanı yaprak analizleridir çünkü yaprak, bitkinin besin maddesinin fazlalık ve noksanlıklarını en iyi gösteren organdır.

Bu modülde kazandığınız yeterlikle yaprak analizleri yöntemlerini öğreneceksiniz ve elde edeceğiniz analiz sonuçlarına göre ihtiyaç duyulan besin elementlerini direkt bitkiye veya toprağa gübreleme yoluyla vererek bitkilerden bol ve kaliteli ürün alınmasını sağlayacaksınız.



# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

## AMAÇ

Bu faaliyette kazandığınız bilgilerle yapraklarda azot tayini yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Makro elementlerin bitki beslenmesindeki rolünü araştırınız.
- Yapraklarda azot tayininde kullanılan yöntemleri araştırınız.

## 1. YAPRAKLARDA AZOT TAYİNİ

Bitkiler, büyüyüp gelişebilmek ve bol miktarda ürün verebilmek için çeşitli besin maddelerine ihtiyaç duyar. Bu besin maddelerinden bazılarının alınamaması durumunda ise gelişme problemleri yaşanır.

Toprakta herhangi bir besin maddesinin fazla miktarda bulunmasından çok, o besin maddesinden bitkinin ne oranda yararlandığı ya da yararlanıp yararlanamayacağı önemlidir. Bitkilerden bol ve kaliteli ürün alabilmek için eksiklik problemi yaşanan besin maddeleri yaprak analizleri ile tespit edilmeli, analiz raporu doğrultusunda ihtiyaç duyulan besin elementleri direkt bitkiye veya toprağa gübreleme ile verilmelidir.



**Resim 1.1: Yaprak örneği alma**

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. Bu elementler bulunmadığında bitkiler normal gelişimlerini sürdüremez. Karbon, hidrojen, oksijen, azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, kükürt, demir, manganez, bakır, çinko, molibden, bor ve klor esas bitki besin

elementleridir. Bu elementler kullanım durumuna göre makro besin ve mikro besin elementleri olarak iki grupta incelenir.

Esas bitki besin elementlerinden karbon, hidrojen, oksijen, azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum ve kükürt, bitkiler tarafından daha fazla kullanılır ve bunlar makro besin elementleri olarak adlandırılır. Makro besin elementleri daha fazla kullanıldığı için bunların eksikliği veya yokluğu hâlinde bitki gelişmesinde önemli problemler yaşanır. Özellikle azot, fosfor ve potasyum en fazla eksiklik problemi yaşanan elementlerdir. İhtiyaçlar doğrultusunda bitkilere gübreleme ile bunların verilmesi gerekir.

Hava; içinde %21 oksijen, %79 azot ve %0,03 karbondioksit bulunan bir gazdır. Bitkiler, ihtiyaçları olan karbon ve oksijeni hava içerisinde bulunan karbondioksit gazından alır. Bu gaz, solunum yoluyla canlıların ciğerlerinden çıktığı gibi kömür, odun ve diğer organik materyalin yanması veya çürümesi yoluyla da oluşur. Havanın %0,03 gibi çok az bir kısmını teşkil ederse de bu miktar hemen her zaman bitki büyümesine yetecek seviyededir. Hidrojen, bitki tarafından topraktan alınan su yoluyla sağlanır. Karbon, oksijen ve hidrojen bitkinin kuru ağırlığının onda dokuzundan fazlasını teşkil eder.

	<b>Makro Besin Elementleri</b>	<b>Mikro Besin Elementleri</b>
<b>Daha Çok Su ve Havadan Alınanlar</b>	Karbon (C) Hidrojen (H) Oksijen (O)	
<b>Topraktan 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: Kaynaklarına göre esas bitki besin elementleri**

Makro ve mikro besin elementlerine göre gübreleme programları hazırlanır. Karbon (C), hidrojen (H) ve oksijen (O) için gübreleme programı yapılmaz çünkü karbon, karbondioksit hâlinde havadan, hidrojen ve oksijen sudan temin edilir.

Azot, canlıların temel yapı taşlarından. Aminoasitler, proteinler ve nükleik asitler gibi organik bileşiklerin vazgeçilmez bileşenlerinden biridir. Azot, bitkilerin genç ve büyüyen kısımlarında (vegetatif gelişim) daha çok bulunur ve dal, sürgün, yaprak gelişmesini sağlar.



Bitkilerde 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. Büyük azot eksikliği durumlarında ise yapraklarda kloroz (sarılık, sarıcalık) görülür.

Bitkilerde azot fazlalığı, vegetatif gelişme periyodunu uzatır. Generatif gelişmeyi yani çiçeklenme ve meyve tutumunu geciktirir. Vegetatif aksam miktarı fazla, iri, geniş ve uzun olur. Meyvelerde geç olgunlaşma meydana gelir. Bitkilerde azot fazlalığı, dokuların gevşemesine ve su oranının artmasına neden olacağından sürgünlerin kışa, hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılığı azalır. Ürünler bazı depo hastalıklarına karşı daha hassas olur, bu nedenle de depolanma kabiliyetleri düşer.



**Resim 1. 2: Azot elementi eksikliğinde narenciye yaprağının görünümü**

Azot bitkilerde çoğunlukla organik formda ve az miktarda da inorganik formda (nitrat hâlinde) bulunur. Azot kapsamı; bitkinin türü, yaşı ve alınan bitki aksamı vs. gibi faktörlere bağlı olarak farklılıklar gösterir. Genel olarak bitkilerde toplam azot miktarı 1000-60000 ppm (%0,2 ile %6) arasında değişmektedir.

Toplam azot tayininde genellikle Kjeldahl ve Dumas metodları kullanılır. Ancak Dumas metodu temelde, bir kuru yakma metodudur; pratik olmayan, zaman alıcı ve karmaşık bir metottur. Toplam azot tayininde daha pratik, basit ve çabuk sonuç veren ve temelde bir yaş yakma metodu olan Kjeldahl metodu yaygın olarak kullanılır.

Kjeldahl metodunda numunelerdeki azot, sülfürik asit ile yakılarak amonyuma ( $\text{NH}_4$ ) çevrilmekte ve güçlü alkali tepkimeli bir ortamda yapılan damıtma sonunda ortaya çıkan amonyak ( $\text{NH}_3$ ) miktarından azot tayin edilmektedir.

## 1.1. Kullanılan Araç Gereçler

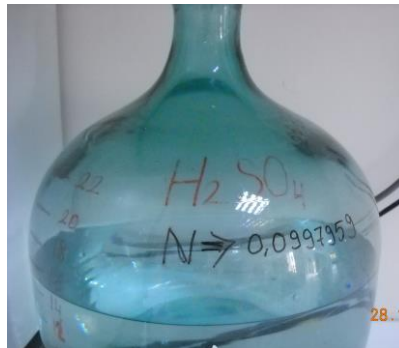
- Kjeldahl cihazı
- Kjeldahl tüpü
- Damıtma cihazı
- Hassas terazi
- Tartım kayıkçığı
- Erlen
- Mezür
- Büret
- Spatül
- Yanmaz eldiven
- Çeker ocak



Resim 1. 3: Otomatik büret

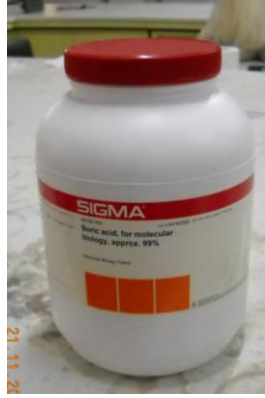
## 1.2. Kullanılan Kimyasal ve Çözeltiler

- Katalizör tablet
- Konsantre sülfürik asit (%92-95'lik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)



Resim 1. 4: Konsantre sülfürik asit

- %40'lık sodyum hidroksit çözeltisi: Litrelık bir erlene 330 g sodyum hidroksit (NaOH) tartılır. Üzerine yeterince saf su eklenip çalkalanarak çözünmesi sağlanır. Bu esnada aşırı ısınma olacağından soğutulması için balonjoje çeşme suyu altına tutulur. Çözündürme işlemi tamamlandıktan sonra çözelti, litrelik bir balonjojeye aktarılıp hacim, saf su ile çizgisine tamamlanır.
- %4'lük borik asit çözeltisi: 40 g borik asit (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>), 1 litrelik balonjojede saf su ile çözündürülür ve saf su ile hacim çizgisine tamamlanır. Çözünme biraz zor olacağı için balonjoje, benmaride-sıcak su banyosunda çözünene kadar bekletilir.



**Resim 1.5: Borik asit**

- Standart sülfürik asit (0,1 N) : Sodyum karbonattan (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) 0,2-0,25 g'lık bir kısım 250 ml'lik erlene alınıp üzerine 25 ml saf su ilave edilir. 1 damla fenolfitaleyn damlatılır. 0,1'lik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile titre edilir ve normalitesi hesaplanır.
- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Normalite = Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> g x 1000/ml sarfiyat x 53
- İndikatör (%5'lik brom cresol green + %1'lik metil red karışımı): 0,5 g brom cresol green ve 0,1g metil red, 100 ml'lik %95'lik etil alkolde çözündürülür. pH'ı 4,5'e ayarlanır. Çözelti, karanlık yerlerde ve kahverengi şişe içinde saklanmalıdır.

### 1.3. Yapılışı

Kjeldahl yöntemiyle toplam azot tayini üç aşamada gerçekleştirilir. Bunlar; yaş yakma, damıtma ve titrasyon aşamalarıdır.

- **Yaş Yakma**
  - Analiz öncesinde öğütülerek hazırlanmış yaprak numunesinden azot kapsamı dikkate alınarak 0,5-1 g numune tartılır ve Kjeldahl tüpüne aktarılır.
  - Kjeldahl tüpüne 1 adet katalizör-tuz tablet konulur.
  - Üzerine büret veya dispenser yardımıyla 10 ml konsantre sülfürik asit eklenir. Sülfürik asit eklenirken yakma tüpü hafif eğik tutulup yavaşça döndürülerek, tüpün iç yüzeyine yapışıp kalan numune parçaları asit yardımıyla yıkanarak dip kısma toplanmalıdır. Bu suretle numunenin asit ile tamamen ıslanması sağlanır.
  - Yakma tüpü Kjeldahl yakma düzeneğine yerleştirilir. Yakma esnasında açığa çıkan asit buharlarının yoğunlaştırılıp dışarı atılmasını sağlayan asit tahliyesi sistemi ve çeker ocak çalıştırılır.

- Yakma tüpünde taşma olmaması için köpürme bitene kadar öncelikle 90-100  C'de 15-20 dakika  n yakma yapılır. Bu işlem esnasında organik maddenin tamamen yanması için tüpler ara sıra çevrilir.
- Reaksiyon bittikten sonra 420  C'ye getirilerek 60 dakika yakma yapılır. Bu süreçte karışım önce siyaha sonra kahverengiye döner. Yanma s resinin sonuna doğru karbonlu parçalar yanarak karışım berraklaşır ve sarı ile parlak yeşil arası bir renk alır. Parlak yeşil-sarı (fıstıki yeşil) renk oluşması yanmanın tamamlandığı anlamına gelir.

#### ➤ **Damıtma**

- Damıtmaya geçilmeden önce öncelikle sisteme buhar sağlayan balondaki su miktarı kontrol edilir, eksik ise tamamlanır. Daha sonra damıtma cihazı çalıştırılıp sisteme buhar sağlayan balondaki suyun kaynaması sağlanır. Sistemin soğutma suyu açılır.
- Yaş yakma işlemi tamamlandıktan sonra tüpler yakma setinden alınır ve yaklaşık 40-50  C'ye kadar soğuması beklenir. Birden fazla t p varsa ilk tüpün damıtma ve titrasyon işlemleri bitinceye kadar diğer tüplerin çok soğuyup içeriğin kristalleşmemesine  zen gösterilmelidir.
- Yeterince soğuduktan sonra t p hafif eğik tutularak üzerine yavaş yavaş ve çalkalayarak 75 ml saf su eklenir. Bu esnada t p döndürülerek i yüzeyin yıkanması sağlanır. Tekrar ısınan t p, eşme suyu altında soğutulur.
- Yaş yakma tüpü destilasyon cihazındaki yerine yerleştirilir.  zerine cihaz yardımıyla yavaş yavaş 100 ml %40'lık NaOH ilave edilir.
- 250 ml'lik bir erlene 25 ml %4'l k borik asit çözeltisi konulur.  zerine 2-5 damla indikatör damlatılır.
- Erlen, hortumun ucu borik asit çözeltisinin içinde olacak şekilde yoğunlaştırıcının altına yerleştirilir ve destilasyon işlemine başlanır. Yaklaşık 150 ml destilat birikince destilasyon tamamlanır. Bu esnada damıtma sırasında açığa çıkan amonyak, borik asit ile birleşerek amonyum boratı oluşturur ve menekşe renk, yeşile döner.
- Damıtma sonunda boş bir yakma tüpüne saf su konulup cihaza takılarak bir süre çalıştırılıp damıtma sistemi temizlenir.



**Resim 1.6: Destilasyon cihazı**

➤ **Titrasyon**

- Elde edilen destilat, 0,1 N sülfürik asit (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) çözeltisi ile ilk indikatör eklendiği andaki menekşe renk gözlenene kadar titre edilir ve harcanan 0,1 N sülfürik asit çözeltisi miktarı kaydedilir (V<sub>N</sub>). Bu esnada borat iyonları, asit çözeltisi ile titrasyon sonucu tekrar borik aside dönüşür ve renk tekrar menekşe rengine döner.
- Şahit deneme için yaş yakma, damıtma ve titrasyon işlemleri numune konulmadan aynı şartlarda tekrarlanarak titrasyonda harcanan 0,1 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözeltisi miktarı kaydedilir (V<sub>Ş</sub>).
- Şahit ve numunelerin titrasyon işlemleri tamamlandıktan sonra aşağıdaki formül yardımıyla numunenin azot miktarı hesaplanır.

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

**V<sub>N</sub>**: Numune için titrasyonda harcanan sülfürik asit miktarı (ml)

**V<sub>Ş</sub>**: Şahit deneme için harcanan sülfürik asit miktarı (ml)

**N**: Titrasyonda kullanılan sülfürik asidin normalitesi (0,1 N)

**m**: Kullanılan numune miktarı (g)

**Örnek:** Kjeldahl metodu ile yapılan toplam azot tayininde 1 g yaprak örneği alınarak yaş yakma ve destilasyon yapılmıştır. Sülfürik asit ile yapılan titrasyonda numune için 15,5 ml, şahit için 0,5 ml 0,1 N sülfürik asit harcandığına göre toplam azot miktarını hesaplayınız.

### Çözüm




$V_N$ : 15,5 ml  $V_S$ : 0,5 ml      m: 1 g    N: 0,1




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

$$\text{Toplam Azot (\%)} = \frac{(15,5 - 0,5) \times 0,1 \times 0,014}{1} \times 100 = 2,1$$

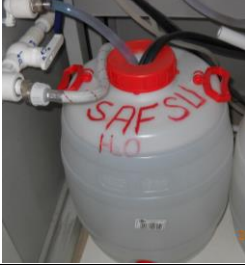


## UYGULAMA FAALİYETİ

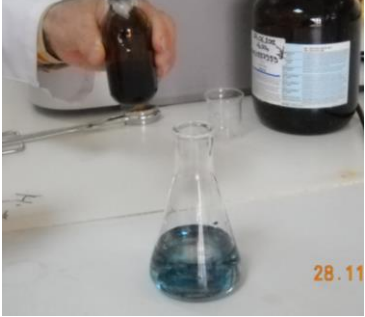



### Yapraklarda azot tayini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p><b>Yaş yakma</b></p> <p>➤ Analiz öncesi hazırlık yapınız.</p>	<p>➤ Laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz.</p> <p>➤ Çalışma ortamını, kullanılacak araç gereç ve çözeltileri hazırlayınız.</p>
<p>➤ Yaprak numunesini analize hazırlayınız.</p>	<p>➤ Yaprak numunesini analize hazırlama kurallarına uyunuz.</p> <p>➤ Yıkayıp kurutulmuş ve öğütülmüş numuneyi analize hazırlayınız.</p> 
<p>➤ Numuneden 0,5–1 g tartarak Kjeldahl tüpüne aktarınız.</p> 	<p>➤ Azot kapsamını dikkate alarak yaprak numune miktarını ayarlayınız.</p>
<p>➤ Üzerine 10 ml konsantre sülfürik asit karışımı ekleyiniz.</p> 	<p>➤ Numunenin üzerine önce 1 veya 2 adet katalizör tablet koymayı unutmayınız.</p> <p>➤ Sülfürik asit eklerken yakma tüpünü hafif eğik tutup yavaş yavaş döndürerek, tüpün iç yüzeyine yapışıp kalan numune parçalarını asit yardımıyla yıkayarak dip kısma toplanmasını sağlayınız.</p> <p>➤ Sülfürik asidi yavaş ve dikkatli ilave ediniz.</p> <p>➤ Sülfürik asidi dispenser veya büret kullanarak aktarınız.</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kjeldahl tüpünü hafifçe çalkalayarak numunenin asitle ıslanmasını sağlayınız.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Asitle çalışırken dikkatli olunuz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kjeldahl tüpünü ağzını sıkıca kapatarak bir gece bekletiniz.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Üzerine 4-5 g sodyum tiyosülfat ilave ediniz.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kjeldahl tüpünü yağ yakma setine yerleştirip düşük sıcaklıkta ısıtınız.</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Yakma esnasında açığa çıkan asit buharlarının yoğunlaştırılıp dışarı atılması için asit tahliyesi sistemi ve çeker ocak çalıştırmayı unutmayınız.</li> </ul> 
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kjeldahl tüpünü yağ yakma ünitesinden alıp soğutunuz.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Üzerine 10 g tuz karışımı ekleyiniz.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kjeldahl tüpünü yağ yakma ünitesine yerleştirip köpürme bitene kadar düşük sıcaklıkta yakınız.</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Yakma tüpünde taşma olmaması için köpürme bitene kadar öncelikle 90-100 °C'de 15-20 dakika ısıtınız.</li> <li>➤ Isıtma-yakma esnasında tüpleri ara sıra çeviriniz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Köpürme bittikten sonra sıcaklığı artırınız.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sıcaklığı kademeli olarak artırınız.</li> <li>➤ En son olarak sıcaklığı 420 °C'ye kadar artırınız.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Açık sarı veya gri renkli berrak bir çözelti elde edilinceye kadar yakmaya devam ediniz.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Berraklaşmadan sonra 1 saat daha kaynatmaya devam ediniz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Yanmanın tamamlanması için mutlaka süre tamamlanncaya kadar bekleyiniz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Damıtma</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Yağ yakma işlemi tamamlandıktan sonra</li> </ul>



<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Balonda asit buharı kayboluncaya kadar bekleterek soğutunuz.</li> </ul>	<p>tüpleri, yakma setinden alıp yaklaşık 40-50 °C'ye kadar soğuması için bekletiniz.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kristalleşme başladığı an amonyaksız saf su ekleyiniz.</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Yeterince soğuduktan sonra tüpü hafif eğik tutup üzerine yavaş yavaş ve çalkalayarak 75 ml kadar saf su ekleyiniz.</li> <li>➤ Saf suyu eklerken bir taraftan da tüpü döndürerek iç yüzeyinin yıkanmasını sağlayınız.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kjeldahl balonları destilasyon cihazına yerleştiriniz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Numuneye göre destilasyon programını seçiniz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Numunenin üzerine % 40'lık NaOH ekleyiniz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Cihaz yardımıyla yavaş yavaş 100 ml kadar NaOH ilave ediniz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Erlene, 50 ml % 2'lik borik asit çözeltisi ile 5 damla indikatör ekleyiniz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 250 ml'lik erlen kullanınız.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Geri soğutucunun ucunu erlendeki borik asit ve indikatör çözeltisinin içine girecek şekilde yerleştiriniz.</li> </ul> 	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Damıtma düzeneğini çalıştırıp destilasyonu başlatınız.</li> </ul> 	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 150 ml destilat toplandığında damıtma düzeneğini kapatınız.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Damıtma işlemi sırasında menekşe rengin mavi-yeşil renge dönüştüğünü gözlemleyiniz.</li> </ul>

	
<p><b>Titrasyon</b></p> <p>➤ Destilatı, 0,1 N sülfürik asit çözeltisi ile titre ediniz.</p> 	<p>➤ Destilatı, 0,1 N sülfürik asit çözeltisi ile ilk indikatör eklendiği andaki menekşe renk gözlenene kadar titre ediniz.</p>   <p>➤ Harcanan 0,1 N sülfürik asit çözeltisi miktarını kaydetmeyi unutmayınız (VN).</p>
<p>➤ Aynı işlemleri bir de numune koymadan kör denemede aynı şartlarda tekrarlayınız.</p>	<p>➤ Kör deneme için yağ yakma, damıtma ve titrasyon işlemlerini numune koymadan aynı şartlarda tekrarlayarak titrasyonda harcanan 0,1 N sülfürik asit çözeltisi miktarını kaydediniz (VŞ).</p>
<p>➤ Titrasyonda harcanan miktarları kullanarak formülden sonucu hesaplayınız.</p>	<p>➤ Hesabı dikkatli yapınız.</p>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi yapraklarda azot tayininde kullanılan çözeltilerden biri değildir?  
A) Sülfürik asit  
B) Sodyum hidroksit çözeltisi  
C) Amonyum molibdat çözeltisi  
D) Borik asit çözeltisi
2. Yaş yakma işlemi tamamlandıktan sonra yakma setinden alınan tüpler, en fazla 40-50 °C'ye kadar soğutulur. Daha fazla soğutulmamasının sebebi aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Tüplerin çok soğuyup içeriğin kristalleşmesinin önlenmesi  
B) Tüplerin çok soğuyup içeriğin donmasının önlenmesi  
C) Tüplerin çok soğuyup içeriğin karışmasının önlenmesi  
D) Tüplerin çok soğuyup içeriğin buharlaşmamasının önlenmesi
3. Aşağıdakilerden hangisi bitkilerde azot eksikliğine bağlı sonuçlarından biri değildir?  
A) Azot eksikliğinde bitkilerin yaprak, gövde ve kök sistemi zayıf olur.  
B) Azot eksikliğinde bitkilerin çiçeklenme ve meyve tutumu gecikir.  
C) Azot eksikliğinde bitkiler, genellikle koyu yeşil görünümünün aksine soluk, açık yeşil bir görünüm kazanır.  
D) Azot eksikliğinde yapraklarda kloroz görülür.
4. Aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?  
A) Bitkilerde azot fazlalığı, vegetatif gelişme periyodunu uzatır.  
B) Bitkilerde azot fazlalığı, dokuların gevşemesine, su oranının artmasına neden olur.  
C) Bitkilerde azot fazlalığı, ürünlerin depolanma kabiliyetlerini düşürür.  
D) Bitkilerde azot fazlalığı dal, sürgün, yaprak gelişmesini sağlar.

## 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

## AMAÇ

Bu faaliyette kazandığınız bilgilerle yapraklarda fosfor tayini yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Makro elementlerden fosforun bitki beslenmesi bakımından önemini araştırınız.
- Yapraklarda fosfor tayin yöntemlerini araştırınız.

## 2. YAPRAKLARDA FOSFOR TAYİNİ

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.

Fosfor, bitkinin tohum ve meyvelerinde yaprak ve diğer kısımlarına oranla daha fazla bulunur. 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, olgunlaşma gecikir. Öte yandan çoğu kez meyvelerde şekil bozukluğu, koyu kırmızı renk ve çatlaklık görülür. Fosfor fazlalığı demir, bakır ve çinko alımını engellemek suretiyle dolaylı olarak bitkiye zarar verir.





**Resim 2.1: Fosfor elementi eksikliğinde tütün ve domates yaprağının görünümü**

Bitkilerde toplam fosfor miktarı %0,05 ile %0,5 (500-5000 ppm) arasında değişmektedir. Bitkiler, toprak suyunda erimiş olarak bulunan inorganik fosfatlardan yararlanır. Bitkideki fosforun tamamına yakını fosfor pentaoksit ( $P_2O_5$ ) formunda bulunur. Bitkilerin organik fosfordan yararlanması için organik maddenin parçalanıp bitkilerin alabileceği forma dönüşmesi gerekir.

Yapraklarda fosfor tayininde birçok metot geliştirilmiş, gravimetrik ve volümetrik metotlar uzun zaman kullanılmıştır. Günümüzde zor olan ve uzun zaman alan bu metotlar yerine daha hassas olan ve kısa sürede sonuç veren fotometrik yöntem (spektrofotometre) kullanılmaktadır. Bu metotların hepsinde izlenen yol, öncelikle fosforun ekstrakte edilmesi, daha sonra ekstrakttaki fosfor miktarının belirlenmesidir.

Günümüzde fotometrik fosfor tayininde molibdofosforik mavi renk yöntemi veya vanadomolibdofosforik sarı renk metodu kullanılır.

Daha duyarlı olması nedeniyle genellikle molibdofosforik mavi renk yöntemi kullanılır. Bu yöntemin prensibini, fosforun ekstrakte edilerek hazırlanan numune çözeltisinin absorbanasının spektrofotometrede okunması ve okunan değerlerin aynı şartlarda hazırlanmış standart çözeltilerin okuma değerleriyle kıyaslanması oluşturur.

## 2.1. Kullanılan Araç Gereçler

- Hassas terazi
- Erlen
- Huni
- Milimetrik kâğıt
- Spektrofotometre
- Balonjoje
- Pipet
- Piset
- Puar
- pH metre
- Hesap makinesi

## 2.2. Kullanılan Kimyasallar ve Çözeltiler

- 0,5 N sodyum bikarbonat çözeltisi (pH 8,5): Kimyaca saf 42 g sodyum bikarbonat (NaHCO<sub>3</sub>) litrelik balonjojeye konur ve yeteri miktarda saf suda eritilir. Balon yaklaşık 950 ml'ye kadar saf su ile doldurulup sodyum hidroksit (NaOH) kullanılarak 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 1 litrelik balonjojeye konur. 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 25 ml derişik hidroklorik asit (% 37'lik HCl, d=1,19 g/cm<sup>3</sup>) içinde eritilir ve kahverengi bir şişede buzdolabında muhafaza edilir. Bu çözelti en geç iki ayda bir yenilenmelidir.
- Sulandırılmış kalay klorür çözeltisi: 533 ml saf su üzerine stok kalay klorür çözeltisinden 1 ml ilave edilmek suretiyle seyreltilir, iyice çalkalanır ve kullanılmadan önce 10-15 dakika dinlendirilir. Bu çözelti 4 saat kullanılabilir, her analizden önce yeniden hazırlanır.
- Stok fosfor çözeltisi (100 ppm'lik): Kimyaca saf potasyum dihidrojen fosfat 40 °C'de kurutulduktan sonra 0,4387 g tartılır, 1 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.
- Sulandırılmış fosfor çözeltisi (çalışma çözeltisi): 100 mg/l (ppm) fosfor içeren stok fosfor çözeltisinden 25 ml alınıp 1000 ml'lik balona konulup saf su ile çizgisine tamamlanır. Bu çözelti 2,5 mg/l (ppm) fosfor kapsar. Hazırlanacak olan standart serilerde bu çözelti kullanılır.
- 2,4-dinitrofenol indikatörü: 2,5 g 2,4-dinitrofenol 250 ml'lik beher içerisinde sıcak saf su ile eritilir. Bu çözelti 1000 ml ölçü balonuna aktarılır ve saf su ile derecesine tamamlanır.
- 2 N sülfürik asit çözeltisi (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>): 1000 ml balona yarısına kadar saf su eklenir, üzerine yavaş yavaş 54,4 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edilir, çalkalanır ve son hacim çizgisine tamamlanır.

## 2.3. Yapılışı

- **Analizin Yapılışı**
  - Analiz öncesinde öğütülerek hazırlanmış yaprak numunesinden fosfor kapsamı dikkate alınarak 0,5-1 g numune tartılarak erlene aktarılır. Yaş yakma metodlarından biri ile yakılarak analize hazırlanır.
  - Yakılarak elde edilen numune çözeltisinden 10 ml alınarak 100 ml 'lik balonjojeye aktarılır ve son hacim saf su ile çizgisine tamamlanarak iyice çalkalanır.
  - Sulandırılmış olan bu çözeltiden 5 ml alarak 50 ml'lik balonjojeye aktarıldıktan sonra numune çözeltisinin pH değeri 3'ten çok farklı ise 3'e ayarlanır.
  - Çözeltiye 2 ml 0,5 N sodyum bikarbonat çözeltisi eklenip çalkalanır.

- Üzerine 25 ml saf su ve daha sonra 2 ml amonyum molibdat ilave edilip köpürme bitene kadar kuvvetlice çalkalanır.
- Son olarak balona 5 ml sulandırılmış kalay klorür çözeltisi ilave edilir.
- Son hacim saf su ile çizgisine tamamlanıp çalkalandıktan sonra 8 dakika beklenir.
- 15–20 dakika önceden çalıştırılarak ısınması sağlanan spektrofotometre 660 nm dalga boyuna ayarlanır.
- Standart fosfor çözeltisi serilerinin ve numune çözeltisinin okuması yapılır ve standart eğri (kalibrasyon eğrisi) oluşturulur.
- Bu eğriden numune çözeltisinin okuma değerine karşılık gelen fosfor konsantrasyonu bulunur.
- Formül kullanılarak toplam fosfor miktarı (ppm olarak) bulunur.

#### ➤ **Standart Serilerin Hazırlanışı**

- Sadece numunenin yakıldığı metotta kullanılan çözeltiler ile blank (kör) hazırlanır (Balonjojelere bir miktar saf su ilave edildikten sonra 1 ml nitrik asit + perklorik asit karışımı ilave edilir.) ve saf su ile 100 ml'ye tamamlanır.
- Numunenin analizinde yapıldığı gibi bu çözeltilerden 10 ml alınarak saf su ile 100 ml'ye tamamlanır.
- Bu sulu çözeltilerden numune tayininde kullanılan miktar kadar (5 ml) alınarak 50 ml'lik ölçü balonlarına konulur ve pH değeri 3'e ayarlanır.
- Standart seri balonlarına 2,5 ppm fosfor (P) içeren çalışma çözeltisinden sırası ile 0,0-0,5-1-2-3-4-6 ve 8 ml konulur.
- Standart serilerin üzerlerine 2 ml 0,5 N sodyum bikarbonat çözeltisi eklenip çalkalanır.
- Standart serilerin üzerlerine 25 ml saf su ve daha sonra 2 ml amonyum molibdat ilave edilip köpürme bitene kadar kuvvetlice çalkalanır.
- Son olarak üzerlerine 5 ml sulandırılmış kalay klorür çözeltisi ilave edilir.
- Son hacimleri saf su ile çizgisine tamamlanan bu çözeltiler sıra ile 0,0-0,025-0,05-0,10-0,15-0,20-0,30 ve 0,40 ppm fosfor (P) kapsayan standart serileri meydana getirir.
- Son hacimleri saf su ile çizgisine tamamlanıp çalkalandıktan sonra 8 dakika beklenir.
- Spektrofotometre 660 nm dalga boyuna ayarlanarak okuması yapılır.
- Standart fosfor çözeltisi serilerinin okuması yapılır ve standart eğri (kalibrasyon eğrisi) oluşturulur.

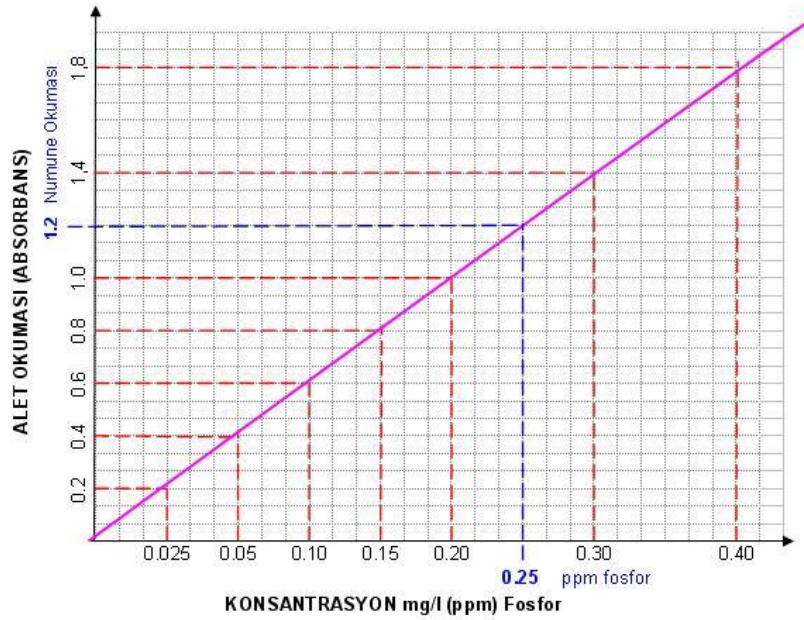
#### ➤ **Test Yapılırken Dikkat Edilecek Hususlar**

- Standart fosfor çözeltisi serilerinin ve numune çözeltisinin hazırlanması ve okunması aynı anda yapılmalıdır.
- Hazırlanacak standart çözeltilerin konsantrasyonları, numunenin tahmini konsantrasyonunu kapsayacak aralıkta olmalıdır.
- Spektrofotometre boş ve kapağı açık olarak "0" ayarı ve kör çözelti ile de "100" ayarı yapılır.
- pH değeri 3'ten çok farklı ise 2 damla 2,4-dinitrofenol indikatörü ilave edilir. Renk sarı olursa pH değerinin 3'ün üzerinde olduğu anlaşılır. Bu durumda sarı renk kayboluncaya kadar 2 N sülfürik asitten damla damla ilave edilir.

- İndikatör ilave edildiğinde renk değişmemişse pH değerinin 3'ün altında olduğu anlaşılır. Bu durumda sarı renk elde edilinceye kadar damla damla 4 N sodyum karbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) ilave edilir. Bu durumda tekrar sarı renk kayboluncaya kadar damla damla 2 N sülfürik asit (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ilave edilir. Sonuç olarak renksiz bir sıvı elde edilmelidir.
- Hazırlanan standart fosfor çözeltileri serilerinin ve numune çözeltisinin 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 çözeltisinin okuma değerine karşılık gelen fosfor konsantrasyonu bulunur.

Konsantrasyonlar ppm (mg/l) Fosfor (P)	Absorbans Değerleri (alet okuması)
0,0	0,0
0,025	0,2
0,05	0,4
0,10	0,6
0,15	0,8
0,20	1,0
0,30	1,4
0,40	1,8

Numune Okuması:1.2



Şekil 2.1: Kalibrasyon eğrisi grafiği

Numune çözeltisinin fosfor konsantrasyonu kalibrasyon eğrisi grafiğinden tespit edildikten sonra formül yardımıyla toplam fosfor içeriği hesaplanır.

$$\text{Toplam Fosfor (ppm)} = A \times SF \text{ (ppm)}$$



**A:** Numune çözeltisinin fosfor miktarı (ppm)

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

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


**Örnek:** Nitrik + perklorik asit karışımı ile yaş yakma sonucunda elde edilen numune çözeltisinde;


- 1 g numune yakılarak 100 ml'ye tamamlanmıştır.
- Bu şekilde hazırlanan analiz çözeltisinden 5 ml alınarak 50 ml'ye tamamlanmıştır.
- En sonunda da bu çözeltiden 10 ml alınarak 100 ml'ye tamamlanmıştır.
- Buna göre seyreltme faktörü, **SF** =  $(100/1) \times (50/5) \times (100/10) = 500000/50 = 10000$ 'dir.

Kalibrasyon eğrisi grafiğine göre toplam fosfor (ppm) =  $A \times SF$  (ppm) =  $0.25 \times 10000 = 2500$  ppm' dir.

## UYGULAMA FAALİYETİ

### Yapraklarda fosfor tayini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Analiz öncesi hazırlık yapınız.	➤ Laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz. ➤ Çalışma ortamını ve kullanılacak araç gereç ve çözeltileri hazırlayınız.
➤ Yaprak numunesini yaş yakınız.	➤ Havanda iyice dövülerek hazırlanmış yaprak numunesinden fosfor kapsamı dikkate alınarak 0,5-1 g numune tartarak erlene aktarınız ve yakma işlemi uygulayınız.
➤ Yakılarak elde edilen numune çözeltisinden 10 ml alarak 100 ml'lik balonjojeye aktarınız.	
➤ Balonjojenin hacmini saf su ile tamamlayınız.	➤ Hacmi saf su ile tamamlayınca balonjojeyi altüst ediniz.
➤ Balonjojedeki çözeltiden 5 ml alarak 50 ml'lik balonjojeye aktarınız.	
➤ Numune çözeltisinin pH değerini ölçünüz.	
➤ pH değeri 3'ten çok farklı ise pH ayarlaması yapınız.	➤ Numune çözeltisinin pH değeri 3'ten çok farklı ise pH'ı 3'e ayarlayınız.
➤ Çözeltiye 2 ml 0,5 N sodyum bikarbonat çözeltisi ekleyip balonjojeyi çalkalayınız.	
➤ Üzerine 35 ml saf su ilave ediniz.	
➤ Üzerine 2 ml amonyum molibdat ilave ediniz ve çalkalayınız.	➤ Çözeltiyi köpürme bitene kadar kuvvetlice çalkalayınız.
➤ Üzerine 5 ml sulu kalay klorür ilave ediniz.	
➤ Saf su ile hacmi tamamlayınız ve çalkalayınız.	
➤ Hazırlanan numune çözeltisini 8 dakika bekletiniz.	➤ Süreye uyunuz.
➤ Standart fosfor çözeltisi serileri hazırlayınız. 	
➤ Cihazda 660 nm dalga boyunda okuma yapınız.	➤ Spektrofotometreyi 15-20 dakika önceden çalıştırınız ve spektrofotometre ısıdıktan sonra okuma yapınız.

	
<p>➤ Kalibrasyon eğrisini çiziniz.</p>	<p>➤ Standart fosfor çözeltisi serilerinin ve numune çözeltisinin okumasını yapınız ve kalibrasyon eğrisi (standart eğri) oluşturunuz.</p>
<p>➤ Kalibrasyon eğrisini kullanınız.</p>	<p>➤ Bu eğriden numune çözeltisinin okuma değerine karşılık gelen fosfor konsantrasyonunu bulunuz.</p>
<p>➤ Hesaplama yapınız.</p>	<p>➤ Formül kullanarak toplam fosfor miktarını bulunuz.</p>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi yapraklarda fosfor tayininde kullanılan çözeltilerden biri değildir?  
A) Sodyum bikarbonat çözeltisi  
B) Amonyum molibdat çözeltisi  
C) Sulandırılmış kalay klorür çözeltisi  
D) Borik asit çözeltisi
2. Aşağıdakilerden hangisi bitkilerde azot eksikliğine bağlı sonuçlarından biri değildir?  
A) Fosfor eksikliği demir, bakır ve çinko alımını engellemek suretiyle dolaylı olarak bitkiye zarar verir.  
B) Fosfor eksikliğinde bitkilerin kök sistemi genellikle gelişemez, bitki normal büyüyemez.  
C) Fosfor eksikliğinde bitkiler meyve döker, ürün az ve kalitesiz olur, meyvelerin olgunlaşması gecikir.  
D) Fosfor eksikliğinde meyvelerde çoğu kez şekil bozukluğu, koyu kırmızı renk ve çatlaklık görülür.
3. Aşağıdakilerden hangisi fosforun özelliklerinden biri değildir?  
A) Bitkilerde fosfor genlerin ve kromozomların yapı taşıdır.  
B) Bitkilerde fosfor enerjinin depolanması ve taşınması, besinlerin taşınması gibi fizyolojik işlevlere sahiptir.  
C) Bitkilerde fosfor bitkinin tohum ve meyvelerinde, yaprak ve diğer kısımlarına oranla oldukça az bulunur.  
D) Bitkilerde fosfor çiçeklenmeyi ve meyve tutumunu artırır, saçak kök oluşumunu sağlar, tohumların çimlenmesinde etkilidir, olgunlaşmayı hızlandırır.
4. Aşağıdakilerden hangisi yapraklarda fosfor tayininde genellikle kullanılan, diğer yöntemlere göre daha hassas olan, kısa sürede sonuç veren ve renk ölçümüne dayanan yöntemdir?  
A) Gravimetrik Yöntem  
B) Fotometrik Yöntem  
C) Volümetrik Yöntem  
D) Türbidimetrik Yöntem

## 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

## AMAÇ

Bu faaliyette kazandığınız bilgilerle yapraklarda potasyum tayini yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Potasyumun bitki beslenmesi açısından önemini araştırınız.
- Yaprak laboratuvarına giderek yapraklarda potasyum tayin yöntemleri hakkında bilgi edininiz.

## 3. YAPRAKLARDA POTASYUM TAYİNİ

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.

Bitkilerde toplam potasyum miktarı %0,1 ile %0,1 (1000–10000 ppm) arasında değişmektedir. Potasyum, meyvenin dayanıklılığına, yağ, nişasta ve şeker oranlarının artmasına olumlu etki yapar. 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 bulunmasından kaynaklanan erken olgunlaşmayı önler. Meyvenin normal zamanda olgunlaşmasını sağlar. Potasyum fazlalığı ise magnezyum ve kalsiyum noksanlığına sebep olabilir.

Potasyum noksanlığında da yapraklarda tipik kloroz arazı, ilk olarak yaşlı yapraklarda görülür. Bunun sebebi potasyumun da diğer birçok besin maddeleri gibi bünyede hareket edebilmesi ve bitkinin yaşlı kısımlarından genç ve yeni gelişmekte olan kısımlarına taşınmasıdır. Bu yüzden potasyum noksanlığının başlangıcında noksanlık arazı önce yaşlı yapraklarda kendini gösterir, genç yapraklar ise oldukça uzun bir süre normal yeşil renklerini muhafaza edebilir. Bitkide potasyum noksanlığının devamlı ve şiddetli olduğu hâllerde genç yapraklarda da aynı araz ortaya çıkar. Potasyum noksanlığında kloroz arazı yaprak uçlarından başlamak üzere başlangıçta yaprak kenarlarında görülür ve bu kısımların sarı bir renk almasına sebep olur. Sonraları sararan kısımlar esmerleşir ve potasyum noksanlığının devam etmesi hâlinde ise bu kısımlardaki dokular ölür. Buna karşılık yaprağın iç kısmı oldukça uzun bir süre normal durumunu muhafaza eder. Potasyum noksanlığında, yapraklarda bu şekilde ortaya çıkan kloroz arazı çok tipik olduğundan bu arazı diğer besin

maddeleri noksanlıklarının sebep oldukları arazla karıştırma riski hemen hemen hiç yoktur. Meyve türleri içinde potasyum noksanlığına, özellikle şeftalilerde sık sık rastlanır. Aynı şartlarda yetiştirilen elmalarda potasyum noksanlığının görülmemesine karşılık, şeftalide bu noksanlık bariz olarak ortaya çıkar. Bunun sebebi, bu iki meyve türünün potasyum gereksinimlerinin birbirinden farklı bulunması ve şeftalinin potasyum gereksiniminin daha fazla olmasıdır.



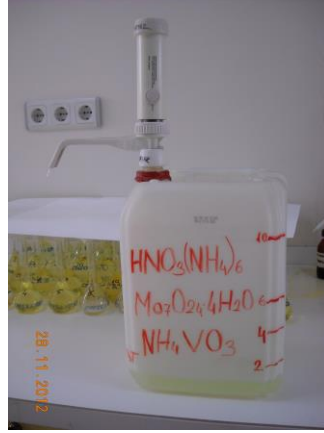
Resim 3.1: Potasyum elementi eksikliğinde muz ve elma yaprağının görünümü

### 3.1. Kullanılan Araç Gereçler

- Alev fotometresi
- Hesap makinesi
- Hassas terazi
- Balonjoje
- Piset
- Pipet

### 3.2. Kullanılan Kimyasallar ve Çözeltiler

- **1 N amonyum asetat çözeltisi:** Litrelük bir balonjojeye 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 balonjoje çizgisine tamamlanır.
- Çözelti toz amonyum asetatla hazırlanacaksa 77,09 g amonyum asetat ( $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ) tartılıp litrelük bir balonjojeye aktarılır. Üzerine 700-800 ml saf su eklenip çözündürülür. Çözeltinin pH'ı amonyum hidroksit veya asetik asit ile 7,0'ye ayarlanır ve balonjoje çizgisine tamamlanır.
- **Standart stok potasyum çözeltisi (1000 ppm):** Bir miktar potasyum klorür ( $\text{KCl}$ ) 105 0C'de kurutulduktan sonra bundan 1,907 g tartılarak litrelük balonjojeye aktarılır. Bir miktar 1 N amonyum asetat çözeltisi ile çözündürüldükten sonra balonjojenin hacmi aynı çözelti ile litreye tamamlanır. Bu çözelti 1000 mg/l (ppm) potasyum kapsar.
- **Nitrik asit ( $\text{HNO}_3$ ) + perklorik asit ( $\text{HClO}_4$ ) karışımı:** 1000 ml nitrik asit ( $\text{HNO}_3$ ) üzerine 250 ml perklorik asit ( $\text{HClO}_4$ ) ilave edilerek hazırlanır.



**Resim 3.2: Nitrik asit**

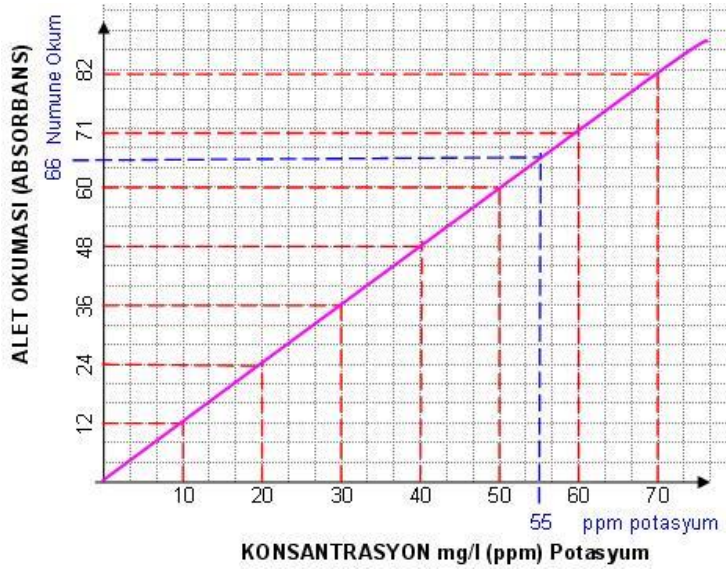
### 3.3. Yapılışı

- Analiz öncesinde 0,5 mm elekten geçirilmiş veya havanda iyice dövülerek hazırlanmış yaprak numunesinden potasyum kapsamı dikkate alınarak 0,5-1 g numune tartılarak erlene aktarılır.
- Yaprak numunesine, nitrik asit ( $\text{HNO}_3$ ) + perklorik asit ( $\text{HClO}_4$ ) karışımı ile yaş yakma işlemi uygulanır. Yakılarak elde edilen numune çözeltilisinden 10 ml alınarak 100 ml'lik balonjojeye aktarılır ve son hacim saf su ile çizgisine tamamlanarak iyice çalkalanır.
- Numune çözeltilisinin alev fotometresinde okuması yapılmadan önce standart potasyum klorür çözeltilisi serileri hazırlanarak bunların okuması yapılır ve standart eğri (kalibrasyon eğrisi) oluşturulur.
- Standart potasyum çözeltileri hazırlamak için 1000 mg/l K kapsayan standart stok potasyum çözeltilisinden 0 (tanık), 1, 2, 3, 4, 5 ml alınarak 100 ml'lik balonjojelere konulur.
- Balonjojelere bir miktar saf su ilave edildikten sonra 1 ml nitrik asit ( $\text{HNO}_3$ ) + perklorik asit ( $\text{HClO}_4$ ) karışımı ilave edilir ve son hacim saf su ile çizgilerine tamamlanarak çalkalanır. Bu standart çözeltiler sırasıyla 0, 10, 20, 30, 40, 50 mg/l (ppm) potasyum içerir. Hazırlanacak standart çözeltilerin konsantrasyonları, numunenin tahmini konsantrasyonunu kapsayacak aralıkta olmalıdır.
- Çözeltilerin okunmasına 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 üçgen 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 çözeltilisinin okumaları yapıldıktan sonra kalibrasyon eğrisi oluşturularak numune çözeltilisinin potasyum konsantrasyonu belirlenir.

**Konsantrasyonlar ppm (mg/l) Potasyum (K) Absorbans Değerleri (alet okuması)**

0	0
10	12
20	24
30	36
40	48
50	60
60	71
70	82

**Numune okuması: 66**



**Şekil 3.1: Kalibrasyon eğrisi grafiği**

- Numune çözeltisinin potasyum konsantrasyonu kalibrasyon eğrisi grafiğinden tespit edildikten sonra formül yardımıyla toplam potasyum içeriği hesaplanır.

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

**A:** Numune çözeltisinin fosfor miktarı (ppm)

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

**Örnek:** Nitrik + perklorik asit karışımı ile yaş yakma sonucunda elde edilen numune çözeltisinde;





- 1 g numune yakılarak 100 ml'ye tamamlanmıştır.
- En sonunda bu çözeltiden 10 ml alınarak 100 ml'ye tamamlanmıştır.
- Buna göre seyreltme faktörü,  $\text{SF} = (100/1) \times (100/10) = 1000$ 'dir.

**Kalibrasyon eğrisi grafiğine göre toplam potasyum (ppm) = A x SF (ppm) = 55 x 1000 = 55000 ppm'dir.**



## UYGULAMA FAALİYETİ

### Yapraklarda potasyum tayini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Analiz öncesi hazırlık yapınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz.</li><li>➤ Çalışma ortamını, kullanılacak araç gereç ve çözeltilere göre hazırlayınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Yaprak numunesini analize hazırlayınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Tekniğine uygun yıkanmış, kurutulmuş ve öğütülmüş numuneden alınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Yaprak numunesini yaş yakınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Havanda iyice dövülerek hazırlanmış yaprak numunesinden potasyum kapsamı dikkate alınarak 0,5-1 g numune tartarak erlene aktarınız ve yakma işlemi uygulayınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Yakma işlemi sonucu elde edilen çözeltiden alınız.</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Numunenin yakıldığı metotla sadece kimyasalları kullanarak kör çözelti hazırlayınız.</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Standart potasyum klorür çözeltisi serilerini hazırlayınız.</li></ul> 	
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Cihazda okuma yapınız.</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Çözeltilerin okumasına geçilmeden önce alev fotometresinin ayarlarını yapınız.</li><li>➤ Öncelikle alev fotometresinin alev ayarını (cihazın kullanım kılavuzunda belirtildiği şekilde ya da alevin sarı renk vermeden mavi renkte en büyük üçgen şeklini alabileceği duruma getirerek) yapınız.</li><li>➤ Alev ayarı yapıldıktan sonra cihazın ısınması için 10-15 dakika bekleyiniz.</li></ul> 

➤ Kalibrasyon eğrisini çiziniz.	➤ Standart potasyum çözeltisi serilerinin ve numune çözeltisinin okumasını yapınız. ➤ Kalibrasyon eğrisi oluşturarak numune çözeltisinin potasyum konsantrasyonunu belirleyiniz.
➤ Kalibrasyon eğrisini kullanınız.	➤ Bu eğriden numune çözeltisinin okuma değerine karşılık gelen potasyum konsantrasyonunu bulunuz.
➤ Hesaplama yapınız.	➤ Formülü uygulayarak hesaplama yapınız.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi bitkilerdeki varlığıyla bazı enzim sistemlerini etkinleştiren makro besin maddesidir?  
A) Azot  
B) Fosfor  
C) Potasyum  
D) Karbon
2. Aşağıdakilerden hangisi bitkilerde bulunması gereken toplam potasyum miktarıdır?  
A) 1000–10000 ppm  
B) 5000–10000 ppm  
C) 15000–20000 ppm  
D) 5000–20000 ppm
3. Aşağıdakilerden hangisi potasyumun özelliklerinden değildir?  
A) Potasyum, bitkilerde su dengesini ve fotosentez ürünlerinin üretimini ve taşınmasını sağlar.  
B) Potasyum, bitki büyümesi ve çoğalması için önemli bir besin maddesidir ve özellikle meyveler açısından potasyum çok önemlidir.  
C) Potasyum, bitki içinde sürekli olarak hareket eder ve yaşlı kısımlarda fazla bulunduğu zaman genç kısımlara taşınır.  
D) Potasyum daha çok bitkinin kök diplerinde ve yaşlı dallarında bulunur.
4. Yapraklarda potasyum tayini için yaprak numunesine, yaş veya kuru yakma işleminde hangi kimyasal madde uygulanır?  
A) Standart stok potasyum çözeltisi  
B) Nitrik asit + perklorik asit karışımı  
C) Amonyum asetat çözeltisi  
D) Hidroklorik asit

## 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

## AMAÇ

Bu faaliyette kazandığınız bilgilerle tekniğine uygun olarak yapraklarda demir, çinko, bakır, mangan tayini yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Mikro elementlerin beslenmedeki önemini araştırınız.
- Yaprakta mikro element tayin yöntemlerini araştırınız.

## 4. YAPRAKLARDA MİKROBESİN ELEMENTİ TAYİNİ

Esas bitki besin elementlerinden demir (Fe), çinko (Zn), bakır (Cu), mangan (Mn), bor (B), molibden (Mo) ve klor (Cl); azot, fosfor, potasyum vb. gibi elementlere oranla daha az kullanılır ve bunlar **iz element** ya da **mikro besin element** olarak ifade edilir. Mikro besin elementlerinin bitki gelişmesinde, makroelementler kadar önemleri büyüktür. Bunların eksikliği veya yokluğu durumunda da bitki gelişmesinde önemli problemler meydana gelir.

- **Demir (Fe)**

Bitkilerin gelişimini destekleyen önemli bir elementtir. Yeşil bitkilerde kloroplast (klorofil içeren canlı hücre) oluşumunda etki gösterir.



Resim 4.1: Demir elementi eksikliğinde ağaçların ve asma yaprağının görünümü

Demir noksanlığı, ilk olarak yapraklarda tipik kloroz arazının ortaya çıkmasına sebep olur ve bu araz önce genç yapraklarda görülür. Demir noksanlığının şiddetli olmadığı hâllerde, renk değişikliği genç yapraklarda damarlar arasında olur ve damarlar arasında yeşil rengin yerini sarımsı yeşil bir renk alır. Buna karşılık, ince damarlar da dâhil olmak üzere yaprak damarları normal yeşil renklerini muhafaza eder ve bu zamanlarda yapraklar bir ağ görünüşündedir. Noksanlık şiddetli ve sürekli olduğu zaman ise yaprakların renkleri saman sarısına döner ki o zaman yaprak damarları da yeşil renklerini neredeyse tamamen kaybeder. Demir noksanlığının şiddetli olduğu hâllerde sürgünlerde de kuruma görülür. Meyve ağaçlarında, demir noksanlığına diğer bitkilere oranla daha çok rastlanır. Özellikle turunçgiller, demir noksanlığına karşı çok hassasiyet gösterir. Aynı durum elma ve ayva ağaçlarında da görülür. Sonuç olarak demir eksikliği, yapraklarda sararmaya ve ileride kurumaya neden olur, gelişme geriler, kalite ve verim azalır. Kireç oranı yüksek topraklarda bitki tarafından demir alımı zorlaşır. Demir noksanlığı, kireçli topraklarda özellikle yağışı bol olan yıllarda daha çok görülür. Bunun nedeni kirecin çözünerek ortama kalsiyum (Ca)<sup>++</sup> ve bikarbonat (HCO<sub>3</sub>)<sup>-</sup> anyonlarının çıkmasındandır.

#### ➤ Çinko (Zn)

Çinko bitkilerde klorofil oluşumu ve gelişmeyi teşvik eden hormonların faaliyetleri için gereklidir. Suyun bitkiye alınımı ve kullanımında görev alır. Fazla miktarlarda yapılan fosforlu gübreleme, potasyumu yüksek topraklar ve kireçli topraklar çinko noksanlığına neden olmaktadır. Noksanlığı durumunda bitki gelişiminde gerileme, yaprak boyunda azalma ve şeklinde bozulma, meyve boyu ve gelişiminde azalmalar görülür.



**Resim 4.2: Çinko elementi eksikliğinde mısır ve pamuk yaprağının görünümü**

Çinko noksanlığında bitkilerde ortaya çıkan en karakteristik araz, özellikle meyve ağaçlarında ilkbaharda sürgünlerin uçlarında rozet adı verilen küçük ve aynı zamanda sık yaprak kümeciklerinin meydana gelmesidir. Böyle yapraklar normal yapraklara oranla 20-30 defa daha küçüktür ve bunların damarları arasındaki renk yeşilden sarıya döner. Çinko noksanlığı ayrıca yaprakların normal büyüklüklerini almalarını engellediği gibi bunların şekillerinin de değişmesine sebep olur. Çinko noksanlığında ağacın yaprak sistemi seyrekleşir ve boğum araları da kısalmır. Çinko noksanlığına maruz kalan ağaçların verimlilikleri de azalır. Meyve ağaçları içerisinde çinko noksanlığı en çok turunçgillerde görülür. Çinko noksanlığı diğer meyve türlerinde, baklagiller ile tahıl bitkilerinde de görülür. Örneğin tahıllarda çinko noksanlığı genç yaprakların normal yeşil renklerini kaybederek kırmızımsı bir renk almasına, yaşlı yaprakların ise ölmesine sebep olur. Tahıl

samanının grimsi bir renk göstermesi de çinko noksanlığının tipik bir arazi olarak kabul edilmektedir. Çinko noksanlığı bitkilerde genellikle kök teşekkülü üzerine de önemli bir etki yapar ve bitkide kök sisteminin çok zayıflamasına neden olur.

➤ **Bakır (Cu)**

Bakır, bitkilerde klorofil üretimi için gereklidir ve fotosenteze yardımcı olur. Bitkide su hareketinin dengelenmesine yardımcı olur ve tohum üretimi için gereklidir. Eksikliği durumunda gelişme ve verim azalmaktadır.



**Resim 4.3: Bakır elementi eksikliğinde mısır yaprağının görünümü**

Bakır noksanlığında ortaya çıkan en tipik araz dallarda görülen uç kurumasıdır. Bakır noksanlığında meyve ağaçlarında dallar uçlarından itibaren kurumaya başlarlar ve kuruyan kısımlar da sonradan aşağıya kıvrılır. Ölü kısımların hemen altında bulunan gözlerden yeni sürgünler meydana gelirse de bakır noksanlığı devam ettiği takdirde bunlarda da uç kuruması görülür ve böylece ağaç birkaç yıl içerisinde çalimsı bir hâl alır. Bakır noksanlığı, ağaçların çinko noksanlığına göre küçük kalmalarına ve cüceleşmelerine sebep olur. Bakır noksanlığında bazı hâllerde ağaçlarda rozet oluşumu ve zank akıtma da görülür. Bakır noksanlığında ayrıca yapraklarda kloroz ve arazi ortaya çıkar ve noksanlık şiddetli olduğu zaman yapraklar dökülür ve aynı zamanda sürgünler de ölür. Bakır noksanlığında tahıllarda bazı hastalıklar ortaya çıkmaktadır ki bunlardan en önemlisi toprak ısladı hastalığıdır. Hastalığa bu ismin verilmesinin sebebi ise hastalığın özellikle yeni ıslah edilmiş organik tabiattaki topraklarda görülmesidir. Toprak ıslahı hastalığının en önemli arazi ise yaprakların ve özellikle yaprak uçlarının gri veya beyaz bir renk almaları ve sonradan da yaprakların arkaya doğru kıvrılmalarıdır. Diğer mikro elementler gibi bakır fazlalığı da bitkiler üzerine toksit bir etki yapar.

➤ **Mangan (Mn)**

Bitki gelişimi için önemlidir. Demir ile birlikte klorofil oluşumuna yardım eder. Bu nedenle fotosentez için gereklidir. Bitkilerde çeşitli enzimlerin işleyişinde etkilidir ve aynı zamanda protein ve karbonhidrat oluşumunda rol oynar. Bitki gelişmesine yardımcı olmak

için bakır, demir ve çinko ile kombinasyonlar oluşturur. Eksikliğinde yapraklarda sarı lekeler görülür.



**Resim 4.4: Mangan (Manganez) elementi eksikliğinin turunçgillerde görünümü**

Mangan noksanlığı da ilk olarak yaşlı yapraklarda renk değişikliklerine neden olur. Mangan noksanlığında yapraklarda kendisini gösteren kloroz arazi, damarlar arasından başlamak üzere, özellikle gelişmenin ilk dönemlerinde demir noksanlığı ile ilgili araza büyük bir benzerlik gösterir. Demir noksanlığına ait araz ilk olarak genç yapraklarda ortaya çıkmasına rağmen mangan noksanlığı arazi önce yaşlı yapraklarda kendini göstermektedir. Tahıl bitkileri içinde mangan noksanlığına karşı en çok hassasiyet gösteren yulaftır. Mangan noksanlığı ile ilgili olarak yulafta ortaya çıkan hastalığa gri benek hastalığı denilmektedir. Bu araz genellikle ilkbaharda bitkiler yaklaşık olarak 15-20 cm yükseklikte iken yaşlı yapraklarda görülür. Önce yaprak damarları arasında renk açılır ve bu kısımlarla birlikte daha şiddetli olarak yaprak kenarlarında gri veya açık renkli benekler veya çizgiler meydana gelir. Noksanlığın daha ileri periyotlarında ise bütün yaprak dokuları emer bir renk alır ve bu şekilde esmerleşen kısımlar helezon şeklinde bükülür. Mangan noksanlığının son devresinde ise yapraklar renklerini tamamen kaybeder. Öte yandan mangan noksanlığında buğday, arpa ve diğer tahıl bitkilerinde ortaya çıkan araz, yulaftakine çok benzemektedir.

Mangan noksanlığında şeker pancarı ve diğer pancar bitkilerinde kendini gösteren araz da çok karakteristik olup buna sarı leke hastalığı denilmektedir. Bu bitkilerde yapraklar normale oranla çok daha dik bir durum alırlar ki bu doğrudan doğruya yaprak kenarlarının üste doğru bükülmeleriyle ilgilidir. Böyle yapraklarda ayrıca renk değişiklikleri de olur ve yaprak damarları arasında yeşil rengin yerini sarı bir renk alır.

Mangan noksanlığı, meyve ağaçları yapraklarında da tipik kloroz arazının ortaya çıkmasına sebep olur. Örneğin elmada yaprak damarları arasında renk değişir ve bu değişiklik yaprak kenarlarından başlayarak orta damara doğru ilerler. Daha ileri devrede ise yalnız yaprak damarları yeşil renktedir. Mangan noksanlığı arazi kuvvetli bir gelişme gösteren genç sürgünlerdeki yapraklarda çok daha hafiftir. Bu durum ise mangan noksanlığını demir noksanlığından ayırmada işe yarar çünkü demir noksanlığından önce en genç sürgünlerdeki yapraklar zarar görür.

İlginç olan bir nokta da meyve ağaçlarında bazen mangan ve demir noksanlıklarının aynı zamanda ortaya çıkmasıdır. Bu durumda hem genç hem de yaşlı yapraklarda kloroz arazi kendini gösterir ve genç yapraklardaki arazi demir, yaşlı yapraklardaki arazi ise mangan noksanlığı neden olmaktadır.

➤ **Bor (B)**

Bor, çiçek ve meyve tutumu ile bunların oluşumuna katkıda bulunur, polenlerin varlığını sürdürmelerini sağlar. Hücre zarlarının dayanıklılığını artırarak bitkilere direnç kazandırır. Noksanlığı durumunda çiçeklenme, tohum ve meyve tutumu azalırken büyüme noktalarında ölümler görülür ve birkaç tomurcuk bir arada oluşur. Yapraklar küçük olur. Öz çürüklüğü ve mantarlaşıma görülür. Doğal koşullarda tahıllarda bor noksanlığı hemen hiç görülmemiştir. Bunun sebebi olarak bu bitkilerin bor ihtiyaçlarının çok az olması gösterilmektedir.



**Resim 4.5: Bor elementi eksikliğinde çilek meyvesi ve ceviz yaprağının görünümü**

➤ **Molibden (Mo)**

Azotun bitkiler tarafından alımı ve kullanımında etkilidir. Demir ve fosforun kullanılmasında rol oynamaktadır. Noksanlığında toprak kaynaklı hastalıklar bitkide daha kolay ilerler, çiçekler solar, bitki boysuzlaşır. Bitkide C vitamini oluşumu engellenir, klorofil miktarında azalma ve dolayısıyla gelişme çok zayıflar.





**Şekil 4.6: Şekerkamışı yaprağında molibden eksikliği**

➤ **Klor (Cl)**

Kökler vasıtasıyla bitkinin oksijen alımını kolaylaştırması, toprak üstü yeşil aksamının ve kök gelişiminin sağlanması, azot alımının uygunlaştırılması en önemli özellikleridir.

Demir, çinko, bakır ve mangan tayinlerinde amaç; nitrik, hidrojenperoksit ve hidroflorik asit karışımı ile yaş yakılan numunelerde, atomik absorpsiyon spektrofotometrede (AAS) demir, çinko, bakır ve manganın ölçümü esasına dayanmaktadır.

#### **4.1. Kullanılan Araç Gereçler**

- Mikrodalga fırın
- Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre (AAS)
- Hesap makinesi
- Terazî
- Küçük huniler
- Balonjoje (100 ml)
- Pipet

#### **4. 2. Kullanılan Kimyasal ve Çözeltiler**

- Standart çözeltilerin hazırlanması: Standartlar; Fe ve Cu için 1,2, 3, 4 ve 5 ppm olacak şekilde hazırlanır. Merck standart stok çözelti (1000 ppm Fe-Cu) kullanılmalıdır.
- Standartlar; Zn ve Mn için 0,2-0,4-0,6-0,8-1,0 ppm olacak şekilde hazırlanır. Merck standart stok çözelti (1000 ppm Zn-Mn) kullanılmalıdır.
- %65'lik nitrik asit (HNO<sub>3</sub>)
- %35'lik hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)
- %38-40'lık hidrojen florür (HF)

### 4.3. Yapılışı

Yöntem yaş yakma ve okuma aşamalarından oluşur. Sonunda hesaplama işlemi yapılır.

➤ **Yaş Yakma**

- Kurutulmuş ve öğütülmüş numuneden 0,5 g tartılır, bir mikrodalga tüpüne konur.
- Üzerine 8 ml HNO<sub>3</sub>, 1,5 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve 1,5 ml HF konur.
- Tüpler mikrodalga fırına yerleştirilir. Numuneye uygun yakma programı seçilir.
- Yakma programı başlatılır. Program bittiğinde tüpler, soğuması için bırakılır.
- Daha sonra süzme seti hazırlanıp tüpteki çözelti saf su ile yıkanarak süzülür ve 50 ml'ye tamamlanır.

➤ **Okuma**

- Yaş yakma yapılan numuneler doğrudan atomik absorpsiyon spektrofotometrede okunur.
- Atomik absorpsiyon spektrofotometrede önce standartları ve sonra numuneleri cihazda okunur.
- Alette otomatik olarak grafik çizilir ve buna karşılık gelen konsantrasyon değerleri okunur.






➤ **Hesaplama**


Toplam Fe ppm (mg/l) = (ppm Fe numune - ppm Fe blank) x Sul. faktörü (100)

$$\text{Sul Fak} = \frac{50 \text{ ml çözelti}}{\text{Numune miktarı (0,5 g)}} = 100$$

## UYGULAMA FAALİYETİ

Yapraklarda mikro besin elementi tayini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Analiz öncesi hazırlık yapınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz.</li><li>➤ Çalışma ortamını, kullanılacak araç gereç ve çözeltileri hazırlayınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Yaprak numunesini analize hazırlayınız.</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Numuneyi usulüne uygun kurutarak ve öğütürerek analize hazırlayınız.</li></ul>  
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Yaprak numunesini yaş yakınız.</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Yaş yakmayı tekniğine uygun yapınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Elde edilen numune çözeltilisini cihazın ölçüm aralığına gelinceye kadar seyreltiniz.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Seyreltmeyi dikkatlice yapınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Standart element çözelti serilerini hazırlayınız.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Her elementin standart element çözelti serisini ayrı ayrı hazırlayınız.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Cihazda okuma yapınız.</li></ul> 	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Cihazı önceden ısıtarak okumaya hazır hâle getiriniz.</li></ul>

	
➤ Kalibrasyon (grafik) eğrisini çiziniz.	➤ Cihazı otomatik olarak hazırlayınız.
➤ Kalibrasyon eğrisini kullanınız.	
➤ Hesaplama yapınız.	➤ Formülü uygulayarak hesaplama yapınız.

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi iz elementlerden biri değildir?  
A) Fosfor  
B) Demir  
C) Mangan  
D) Klor
2. Kireçli topraklarda, özellikle yağışı bol olan zamanlarda demir noksanlığının fazla görülmesinin sebebi nasıl açıklanabilir?  
A) Kirecin çözünerek ortama kalsiyum ve bikarbonat anyonlarının çıkması  
B) Kirecin çözünerek ortama sadece kalsiyum anyonlarının çıkması  
C) Kirecin çözünerek ortama sadece bikarbonat anyonlarının çıkması  
D) Kireç sertleşerek anyon çıkışını engellemesi
3. Aşağıdakilerden hangisi, çinko noksanlığının nedenlerinden biri değildir?  
A) Fazla miktarlarda yapılan fosforlu gübreleme  
B) Fazla miktarlarda yapılan borlu gübreleme  
C) Potasyumu yüksek topraklar  
D) Kireçli topraklar
4. Aşağıdakilerden hangisi noksanlığında tahıl bitkilerinde, özellikle yulafta hassasiyet gösteren ve yine yulafta gri benek hastalığına neden olan elementtir?  
A) Demir  
B) Bor  
C) Mangan  
D) Bakır

## 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 Kjeldahl yönteminde gerçekleştirilen toplam azot tayini aşamalarından biri değildir?  
A) Yaş yakma  
B) Damıtma  
C) Gübreleme  
D) Titrasyon
2. Destilasyon işleminde ne kadar miktarda destilat birikirse destilasyon tamamlanmış ve yeşil renk ortaya çıkmış olur?  
A) 50 ml  
B) 150 ml  
C) 250 ml  
D) 50 ml
3. Aşağıdakilerden hangisi bitkiler tarafından kullanılan makro besin elementlerinden biri değildir?  
A) Oksijen  
B) Azot  
C) Fosfor  
D) Bakır
4. Aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?  
A) Potasyum meyvenin dayanıklılığına, yağ, nişasta ve şeker oranlarının artmasına olumlu etki yapar.  
B) Potasyum meyvenin renk, tat ve koku gibi özelliklerini bozar.  
C) Potasyum, şeker oranı yüksek, tam renklenmiş kaliteli meyveler elde edilmesini sağlar.  
D) Potasyum meyvenin normal zamanda olgunlaşmasını sağlar.
5. Noksanlığında bitkilerde ve özellikle meyve ağaçlarında, ilkbaharda sürgünlerin uçlarında rozet adı verilen, küçük ve aynı zamanda sık yaprak kümeciklerinin meydana gelmesine sebep olan element aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Çinko  
B) Bakır  
C) Bor  
D) Mangan
6. Bitkilerde bulunması gereken toplam fosfor miktarı ne kadar olmalıdır?  
A) 5000–20000 ppm  
B) 15000–20000 ppm  
C) 500–5000 ppm  
D) 5000–10000 ppm

7. Bitkilerde klorofil üretimi ve fotosenteze, su hareketinin dengelenmesine yardımcı olan ve tohum üretimi için gerekli olan mikro besin elementi aşağıdakilerden hangisidir?
- A) Bor
  - B) Çinko
  - C) Klor
  - D) Bakır
8. Doğal koşullarda tahıllarda (ihtiyaç duymadıkları için) noksanlığı hemen hiç görülmeyen mikro besin elementi aşağıdakilerden hangisidir?
- A) Demir
  - B) Bor
  - C) Bakır
  - D) Çinko

## 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	C
2	A
3	B
4	D

## ÖĞRENME FAALİYETİ 2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	A
3	C
4	B

## ÖĞRENME FAALİYETİ 3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	A
3	D
4	B

## ÖĞRENME FAALİYETİ 4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	D
3	B
4	C



## MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	B
3	D
4	B
5	A
6	C
7	D
8	B

## KAYNAKÇA

- KACAR Burhan, **Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III**, Toprak Analizleri, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 3, Ankara, 1994.
- KACAR Burhan, Ali İNAL, **Bitki Analizleri**, Nobel Yayın Dağıtım, ISBN 978-605-395-036-3, Ankara, 2008.
- AKTAŞ Mehmet, **Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği**, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Yayın No: 1429 Ankara, 1995.
- **Yaprak Laboratuvarı**, Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara.