

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

LABORATUVAR HİZMETLERİ

TOPRAKTA VERİMLİLİK 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	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. TOPRAKTA pH TAYİNİ	3
1.1. Toprak Reaksiyonu	3
1.2. Toprak Reaksiyonunun Bitki Gelişmesine Etkileri	4
1.3. Toprakta pH Tayini	5
1.3.1. Kullanılan Araç Gereçler	5
1.3.2. pH Tayininin Yapılışı	5
1.4. pH metre	7
1.4.1. pH metrelerin kalibrasyonu	7
1.4.2. pH metre ile ölçümün yapılışı	7
1.4.3. pH Metre Kullanırken Dikkat Edilecek Hususlar	8
UYGULAMA FAALİYETİ	9
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	12
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	13
2. Toprakta Elektriksel İletkenlik ve Tuzluluk Tayini	13
2.1. Topraklarda Tuzluluk	13
2.2. Toprakta Elektriksel İletkenlik ve Tuzluluk Tayini	14
2.2.1. Kullanılan Araç Gereçler	15
2.2.2. Elektriksel İletkenlik Tayininin Yapılışı	15
2.3. Kondüktivimetre	16
2.3.1. Çalışma Prensibi	16
2.3.2. Kondüktivimetreyle Ölçümün Yapılışı	16
2.3.3. Kondüktivimetrenin Kalibrasyonu	17
UYGULAMA FAALİYETİ	18
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	21
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	22
3. TOPRAKTA KİREÇ TAYİNİ	22
3.1. Toprakların Kireç İçeriği ve Etkileri	22
3.2. Toprakta Kireç Tayini	22
3.2.1. Kullanılan Araç Gereçler	23
3.2.2. Kullanılan Kimyasal ve Çözeltiler	23
3.2.3. Analizin Yapılışı	24
UYGULAMA FAALİYETİ	30
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	33
ÖĞRENME FAALİYETİ-4	34
4. TOPRAKTA ORGANİK MADDE TAYİNİ	34
4.1. Toprağın Organik Madde İçeriği ve Önemi	34
4.2. Toprak Organik Maddesinin Toprağın Özellik ve Verimliliği Üzerine Etkileri	35
4.3. Toprakta Walkey-Black Yöntemiyle Organik Madde Tayini	36
4.3.1. Kullanılan Araç Gereçler	37
4.3.2. Kullanılan Kimyasal ve Çözeltiler	37
4.3.3. Analizin Yapılışı	37
UYGULAMA FAALİYETİ	39
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	42
MODÜL DEĞERLENDİRME	43
CEVAP ANAHTARLARI	45
KAYNAKÇA	47

ALAN	Laboratuvar Hizmetleri
DAL	Gıda, Tarım ve Hayvan Sağlığı Laboratuvarı
MODÜLÜN ADI	Toprakta Verimlilik Analizleri
MODÜLÜN SÜRESİ	40/30
MODÜLÜN AMACI	Bireye / öğrenciye tekniğine uygun olarak toprakta verimlilik analizleri yapmaya yönelik bilgi ve becerileri kazandırmaktır.
MODÜLÜN ÖĞRENME KAZANIMLARI	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cihaz kullanma talimatlarına uygun olarak pH metre yardımıyla toprakta pH tayini yapabileceksiniz. 2. Cihaz kullanma talimatlarına uygun olarak kondüktivimetre yardımıyla toprakta elektriksel iletkenlik ve tuzluluk tayini yapabileceksiniz. 3. Scheibler kalsimetresi tekniğine uygun olarak toprakta kireç tayini yapabileceksiniz. 4. Walkey-Black yöntemine uygun olarak toprakta organik madde tayini yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	<p>Ortam: Laboratuvar ortamı, kütüphane, internet, bireysel öğrenme ortamları vb.</p> <p>Donanım: pH metre, kondüktivimetre, bunzen beki, kalsimetre, termometre, barometre, tepkime şişesi, asit tüpü, hassas terazi, plastik kap, mezür, huni, pipet, pens, erlen, spatül, büret, hesap makinesi, filtre kâğıdı, hidroklorik asit, potasyum di kromat, sülfürik asit, baryum di fenilamin sülfonat, demir sülfat</p>
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Tarımsal üretimde toprakların çoraklaşmaması, kirlenmemesi ve kullanılabilirlik özelliğinin kalıcı olması için, yetiştirilecek bitkinin seçimi, toprak işleme, sulama, gübreleme gibi faaliyetlerin doğru ve tekniğine uygun olarak yapılması gerekmektedir.

Bitki yetiştiriciliğinde toprak yeterli düzeyde besin elementi içermeli ve toprağın kimyasal özellikleri, yetiştirilmesi düşünülen bitki için uygun olmalıdır. Toprak uygunluğunu ve verimliliğini belirlemede ilk başvuru olan özellikler pH, tuzluluk, kireç ve organik madde içeriğidir. Bu özelliklerden bir veya birkaçının uygun olmadığı şartlarda verim kaybı yaşanmakta hatta bitki gelişimi tamamen sınırlanabilmektedir.

Bu modül, toprakta pH, elektriksel iletkenlik ve tuzluluk, kireç ve organik madde tayinleri ile ilgili bilgi ve becerileri kazanmanızda sizlere yardımcı olacaktır.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

ÖĞRENME KAZANIMI

Gerekli ortam sağlandığında, cihaz kullanma talimatlarına uygun olarak pH metre yardımıyla toprakta pH tayini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Toprağın pH derecesinin önemini araştırınız.
- Toprakta pH tayininde kullanılan metotları araştırınız.
- pH-metrelerin çalışma prensibini araştırınız.

1. TOPRAKTA PH TAYİNİ

1.1. Toprak Reaksiyonu

Toprak reaksiyonu, toprağın asitliliğini, alkaliliğini veya nötr durumunu gösterir ve pH (potansiyel hidrojen) ile ifade edilir. pH, çözeltildeki aktif hidrojen (H^+) iyonları konsantrasyonunun negatif logaritması ($pH = -\log H^+$) olarak tarif edilmektedir. pH derecesi 0'dan 14'e kadar değer alır. 0 ile 7 arası asitliği, 7 ile 14 arası alkaliliği (bazikliği) gösterir, 7 ise nötrdür. Çözeltide pH değeri azaldıkça H^+ iyon konsantrasyonu logaritmik olarak artar. Yani pH değeri bir birim azalırsa H^+ iyon konsantrasyonu 10 kez artar.

Toprak çözeltisinde hidrojen iyon konsantrasyonu fazla ise asidik, hidroksil iyon konsantrasyonu fazla ise alkali (bazik) karakterlidir. Toprak çözeltisinde bulunan hidrojen ve hidroksil iyon konsantrasyonları birbirine eşit olduğunda ise toprak nötr (tarafsız) özellik gösterir.

Yağışın bol olduğu ılıman iklimlerde daha çok asitli topraklara rastlanır. Alkali topraklar ise daha çok kurak ve yarı kurak bölgelerde bulunur. Ülkemizde Karadeniz Bölgesi dışındaki toprakların pH değeri genellikle alkali sınırlar içerisindedir. İdeal tarım topraklarında pH sınırı 6,5-6,8 arasında olması gerekirken ülkemiz topraklarının pH değeri genellikle 7,2-8,5 arasındadır.

Toprak reaksiyonu toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Toprağın verimliliği, bitki gelişmesine uygunluğu ve toprak mikroorganizmaları tarafından istenen özellikleri taşınması toprağın reaksiyonuna bağlıdır. Toprak reaksiyonu bazı bitki besin elementlerinin çözünürlüklerinin artmasını veya azalmasını sağlayarak bitki gelişmesini olumlu veya olumsuz etkiler.

1.2. Toprak Reaksiyonunun Bitki Gelişmesine Etkileri

Toprak reaksiyonu, bitki gelişimini etkileyen önemli bir faktördür. Toprakta yetişen bütün bitkilerin yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmeleri doğrudan ya da dolaylı olarak toprak reaksiyonuna bağlıdır. Topraktaki besin maddelerinin bitkilere yararlılıkları toprağın reaksiyonu ile yakından alakalıdır.

Bitki	Optimum pH	Bitki	Optimum pH
Şekerpancarı	6.5-8.0	Mısır	5.5-7.5
Arpa	6.5-8.0	Buğday	5.5-6.8
Yonca	6.5-8.0	Fiğ	5.0-6.0
Fasulye	6.0-7.5	Pamuk	5.0-6.0
Bezelye	6.0-7.5	Şalgam	5.5-6.0
Çayır Üçgülü	6.0-7.5	Çilek	5.0-6.0
Çeltik	5.0-6.5	Patates	4.8-6.5

Tablo 1.1: Çeşitli bitkilerin optimum pH istekleri

Toprak reaksiyonunun verimlilik açısından birçok fonksiyonu vardır. Bu fonksiyonların en önemlileri şunlardır:

- **Bitki gelişimine etkisi:** Her bitkinin ideal olarak yaşayabileceği bir ortam vardır. Bu ortamlar asit, alkali veya nötr olabilir. Bitkilerin isteklerinden farklı pH ortamlarında yetiştirilmesi bitki gelişimini doğrudan veya dolaylı olarak olumsuz yönde etkiler.
- **Besin elementlerinin bitkilerce alımı üzerine etkisi:** Bitki kökleri topraktaki besin maddelerini en iyi pH 6,5–7,5 değerleri arasında alır. Bu değerlerin altında veya üstünde bitkilerin besin maddeleri alımı zorlaşır. Topraktaki asitlik arttıkça bitki köklerinin hücre zar yapısı bozularak geçirgenliği artar, hücre içinden dışarıya madde geçişi olur. Bunun sonucunda bitki, besin elementlerinden yararlanamaz.
- **Bitki besin elementlerinin elverişliliği üzerine etkisi:** Bitki besin elementlerinin bitkilere yararlılığı ile pH değerleri arasında yakın bir ilişki vardır. Bazı durumlarda ortamın pH değerinin değişmesi bitkilerin topraktaki besin elementlerinden yararlanmasını güçleştirir. Çünkü pH değeri değiştiğinde besin elementleri çözünmez bileşikler hâline geçebilir. Bu durumda da bitkiler bu maddeleri alamazlar. Örneğin, fosfor 6.0'dan düşük pH değerlerinde alüminyum ve demir ile, 7,5'den büyük değerlerde ise kalsiyum ile bağlandığından bitkiler tarafından alınması zorlaşır. pH 7,5'den büyük değerler alması halinde demir, bakır, çinko, mangan gibi mikroelementler çözünemez forma geçtiğinden bitkiler için yararlılığı yüksek oranda azalmaktadır. Ayrıca 5,0'dan küçük değerlerde alüminyum ve mangan bitkiler için toksik etki yapmaktadır.

Bitki Besin Elementi	Optimum pH sınırları
Fosfor	6,5-7,2
Çinko	5,0-7,0
Demir	4,0-7,0
Bor	5,0-7,5
Mangan	5,0-6,5
Bakır	5,0-7,5

Tablo 1.2: Bazı besin elementlerinin bitkiler tarafından alındığı optimum pH sınırları

1.3. Toprakta pH Tayini

Toprak pH'ını belirlemede kolorimetrik ve elektrometrik yöntemler kullanılmaktadır.

Ortamdaki H iyonu aktivitesine göre renkleri değişebilen boya veya indikatörlerin kullanıldığı kolorimetrik yöntem pratik olmasına karşın hassas değildir. Arazide toprak pH'ının yaklaşık olarak belirlenmesinde uygulanan test kitleri dışında indikatörler toprakta pH tayininde pek tercih edilmemektedir.

Günümüzde toprakta pH tayinleri genellikle elektrometrik yöntemlerle pH metre kullanılarak yapılır. Belli oranlarda su ile karıştırılan veya doygun hale getirilen toprağın hidrojen iyonu aktivitesinin pH metre ile ölçülmesi yöntemin prensibini oluşturur.

1.3.1. Kullanılan Araç Gereçler

Toprakta pH tayini yapılırken şu araç gereçler kullanılır:

- pH metre
- Termometre
- Plastik kap
- Hassas terazi
- Mezür veya büret
- Spatül
- Erlen



Resim 1.1: pH metre

1.3.2. pH Tayininin Yapılışı

Toprakta pH ölçümü suyla doygun duruma getirilmiş saturasyon çamurunda veya belirli oranlarda su toprak karışımlarında yapılır.

➤ **Saturasyon çamurundan pH tayini**

pH metre, ölçüm yapılmadan 15–20 dakika önceden çalıştırılarak ısınması sağlanır (Pilli cihazlarda ısıtmaya gerek yoktur.). Saturasyon macunu hazırlanarak sıcaklığı ölçülür. pH metre ile saturasyon macunu arasında sıcaklık farkı varsa pH metrenin sıcaklık düğmesi saturasyon macununun sıcaklığına ayarlanır. Sıcaklık ayarlaması yapıldıktan sonra pH metrenin elektrotu çamura daldırılır. Çamurun elektroda iyice temasını sağlamak amacıyla elektrot çamur içerisindeyken hareket ettirilip bir müddet beklenir. pH metrenin göstergesindeki pH değeri sabitlenince okuma yapılır.

➤ **1:2,5 Oranına göre pH tayini**

pH metre, ölçüm yapılmadan 15–20 dakika önceden çalıştırılarak ısınması sağlanır. Analize hazırlanmış toprak numunesinden uygun bir erlene 20 g tartılır. Üzerine 50 ml saf su ilavesi yapıldıktan sonra yatay çalkalayıcıya yerleştirilerek 30 dakika çalkalanır. Çalkalanan toprak su karışımı 1 saat dinlenmeye bırakılır. Bu sürenin sonunda termometre veya pH metrenin ısı ölçen elektrotu toprak-su karışımına daldırılarak sıcaklık ölçülür. Sıcaklık farkı varsa pH metrenin sıcaklığı numunenin sıcaklığına ayarlanır. Sıcaklık ayarlaması yapıldıktan sonra pH metrenin elektrotu toprak-su karışımına daldırılır. pH metrenin göstergesindeki pH değeri sabitlenince okuma yapılır.

Her iki yöntemde de pH metrede okunan değer Tablo1.3 ile karşılaştırılarak toprağın reaksiyon sınıfı belirlenir.

pH Değeri	Reaksiyon Sınıfı
4,5 ve daha aşağı	Aşırı Asit
4,6-5,0	Çok Şiddetli Asit
5,1-5,5	Şiddetli Asit
5,6-6,0	Orta Derecede Asit
6,1-6,5	Hafif Asit
6,6-7,3	Nötr
7,4-7,8	Hafif Alkali (Bazik)
7,9-8,4	Orta Derecede Alkali
8,5-9,0	Şiddetli Alkali
9,0 dan fazla	Çok Şiddetli Alkali

Tablo 1.3: Toprakların pH değerlerine göre reaksiyon sınıfları

UYGULAMA FAALİYETİ

1.4. pH metre

Herhangi bir sıvının pH değerini ölçmeye yarayan cihaza pH metre denir. pH metre, elektrotlarla sıvı arasında meydana gelen potansiyel farkın ölçülmesi prensibine göre çalışan cihazdır.

Çeşitli tipleri bulunmakla birlikte pH metreler, pH ölçüm cihazı ile bir veya iki elektrottan oluşur. Günümüzde genellikle tek elektrotla çalışan pH metreler kullanılmaktadır. Bunlar, hem çok az miktardaki numunelerde ölçüm yapabilmekte hem de kullanımlarının daha kolay olması nedeniyle tercih edilmektedir.

Elektrotlar kullanılmadığı zamanlarda mutlaka saf su içerisinde tutulmalıdır. İlk kez kullanılacak elektrotlar da kullanılmadan önce 1-2 saat saf su içerisinde bekletilmelidir. Elektrotlar içerisinde doymuş potasyum klorür (KCl) çözeltisi vardır. Bu çözelti eksildikçe tamamlanmalıdır.

1.4.1. pH metrelerin kalibrasyonu

Farklı marka ve modellerin kalibrasyonları farklı şekillerde yapılmaktadır. Bu nedenle cihazın kullanım kılavuzuna dikkat edilerek kalibrasyon yapılmalıdır. Kalibrasyon işlemi sık sık yapılmalı ve pH metrenin doğru ölçüm yaptığından emin olunmalıdır.

Kalibrasyon işlemi, buffer (tampon) çözeltiler ile yapılır. Buffer çözeltiler kullanıldıktan sonra atılmalı, dibinde tortu bulunan çözeltiler kullanılmamalıdır. Kalibrasyon işlemi genellikle pH= 4, pH= 7 ve pH= 10 buffer çözeltileri ile aşağıdaki işlem basamakları takip edilerek yapılır:

- pH metreler işleme başlamadan en az 10–15 dakika önce çalıştırılarak ısınmaları sağlanır.
- pH metre cal tuşuna basılarak kalibrasyon konumuna alınır.
- Elektrot, tampon çözeltilere daldırılıp yaklaşık 1 dakika bekletilir.
- Bu sürenin sonunda gösterge, tampon çözeltinin pH değerini gösterir. pH değeri farklı ise tampon çözeltinin pH değerini doğru gösterecek şekilde pH metre ayarlanır.
- Elektrot saf su ile yıkanıp yumuşak kâğıt ile kurulur.
- Aynı işlemler diğer buffer çözeltiler için de tekrarlanır.

1.4.2. pH metre ile ölçümün yapılışı

Hem tampon çözeltiler hem de analiz numunesinin ölçülmesinde önce sıcaklık ölçülmeli, pH metre ölçülen bu sıcaklık derecesine ayarlanmalıdır.

Numune içerisine kalibre edilmiş pH metrenin elektrotu daldırılır ve içerisinde 1-2 tur çevrilip yaklaşık 1 dakika beklenir. Göstergedeki pH değeri sabitlendikten sonra okuma yapılır. pH ölçümleri en az 2 paralel olarak yapılmalı ve paralellerin ortalaması alınmalıdır. Paraleller arasında 0,1 birimden fazla fark olmamasına dikkat edilmelidir.




1.4.3. pH Metre Kullanırken Dikkat Edilecek Hususlar

- Elektrikle çalışan pH metreler ölçümden 15-20 dakika önce çalıştırılmalıdır.
- pH metre açıldıktan sonra ekranın pH ölçüm moduna geçmesi beklenmelidir.
- Ölçümden önce mutlaka pH metrenin sıcaklığı çözeltinin sıcaklığına ayarlanmalıdır.
- Numunenin ölçümü yapılmadan önce pH metrenin doğru ölçüm yapıp yapmadığı kontrol edilmeli, doğru ölçüm yapmıyorsa kalibrasyon yapılmalıdır.
- Kalibre edilmiş pH metre gün boyunca kapatılmamalı, elektrik kesilmesi durumunda yeniden kalibre edilmelidir.
- Ölçüm sırasında elektrot dik tutulmalıdır.
- Ölçüm yapılmadığı zamanlarda elektrot, pH'ı 6.860 olan standart tampon çözeltisi içerisinde bekletilmelidir. Çözeltinin temiz kalması için ölçümden sonra elektrot saf su ile yıkanıp kurulandıktan sonra çözelti içerisine konulmalıdır.
- Herhangi bir numunenin pH'ı ölçüleceği zaman öncelikle elektrot saf sudan geçirilip kurulandıktan sonra pH'ı ölçülecek çözeltiye daldırılmalıdır.
- Her okumadan sonra elektrot mutlaka saf su ile yıkanarak kurulmalıdır.
- Elektrotun zarar görmemesi için uç kısmının çözeltinin dibine değmemesine dikkat edilmelidir.
- pH metreler uzun süre kullanılmayacaksa elektrotlar saf suyla temizlenip muhafaza kabına yerleştirilmelidir.

UYGULAMA FAALİYETİ-1



- Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak saturasyon çamurunda pH tayini yapınız.


Uygulamada kullanılacak araç gereçler: Hassas terazi, pH metre, termometre, plastik kap, mezür ya da büret, spatül, toprak numunesi

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.➤ Saturasyon macunu hazırlayınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyiniz.➤ Laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz.➤ Çalışma ortamını ve kullanacağınız araç gereçleri hazırlayınız.➤ Araç gereçlerin temizliğine dikkat ediniz.➤ Saturasyon macunu hazırlama kurallarına uyunuz.
<ul style="list-style-type: none">➤ pH metreyi ölçümden önce çalıştırıp ısınmasını sağlayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ 15–20 dakika önceden çalıştırınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Saturasyon macununun sıcaklığını ölçünüz.➤ pH metrenin sıcaklığını saturasyon çamurunun sıcaklığına ayarlayınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Çamurun sıcaklığını termometre veya pH metrenin sıcaklık ölçen elektrotu ile ölçünüz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Elektrotu saturasyona daldırılarak pH okuması yapınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ pH metrenin göstergesindeki değerin sabitlenmesini bekleyiniz.

- Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak 1:2,5 oranına göre pH tayini yapınız.

Uygulamada kullanılacak araç gereçler: Hassas terazi, pH metre, termometre, erlen, mezür, spatül, yatay çalkalayıcı, toprak numunesi

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Analiz öncesi hazırlıkları yapınız. ➤ Toprak numunesini analize hazırlayınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyiniz. ➤ Laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz. ➤ Çalışma ortamını ve kullanacağınız araç gereçleri hazırlayınız. ➤ Araç gereçlerin temizliğine dikkat ediniz. ➤ Toprak numunesini analize hazırlama kurallarına uyunuz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Erlene 20 g analiz numunesi tartınız. ➤ Üzerine 50 ml saf su ilave ediniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tartım kurallarına uyunuz. ➤ Mezür veya uygun bir hacim ölçüm aracı kullanınız.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ 30 dakika yatay çalkalayıcıda çalkalayınız. ➤ 1 saat dinlendiriniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sıçramaları önlemek için erlenin ağzını kapatınız.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ pH metreyi ölçümden önce çalıştırıp ısınmasını sağlayınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 15–20 dakika önceden çalıştırınız.

<ul style="list-style-type: none">➤ Toprak-su karışımının sıcaklığını ölçünüz.➤ pH metrenin sıcaklığını numunenin sıcaklığına ayarlayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Termometre veya pH metrenin sıcaklık ölçen elektrotu ile ölçüm yapınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Elektrotu toprak-su karışımına daldırılarak pH okuması yapınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ pH metrenin göstergesindeki değerin sabitlenmesini bekleyiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda verilen cümlelerdeki noktalı yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Toprak reaksiyonu, toprağın ,veya durumunu gösterir.
2. Toprak çözeltisinde bulunan hidrojen ve hidroksil iyonları konsantrasyonu birbirine eşit olduğunda toprak özellik gösterir.
3. Bitki kökleri topraktaki besin maddelerini en iyi pH arasında alır.
4. Orta derecede alkali toprakların pH değeri arasındadır.
5. Yağışın bol olduğu ılıman iklimlerde daha çok toprak reaksiyonu genelde özellik gösterir.
6. pH metrelerde kalibrasyon işlemiçözeltileri ile yapılır.
7. Elektrikle çalışan pH metreler ölçümden dakika önce çalıştırılarak ısınmaları sağlanmalıdır.

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, cihaz kullanma talimatlarına uygun olarak kondüktivimetre ile toprakta elektriksel iletkenlik ve tuzluluk tayini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Topraktaki tuzun zararlarını araştırınız.
- Ülkemizde tuzluluk problemi yaşanan bölgeleri araştırınız.
- Toprakta elektriksel iletkenlik tayininin yapılışını araştırınız.

2. TOPRAKTA ELEKTRİKSEL İLETKENLİK VE TUZLULUK TAYİNİ

2.1. Topraklarda Tuzluluk

Toprak tuzluluğu, birim hacimdeki toprakta bulunan çözünebilir tuzların miktarını belirtir. Topraklarda en çok klor, sülfat, karbonat ve bikarbonat gibi anyonlarla, sodyum, kalsiyum, magnezyum ve potasyum gibi katyonlar bulunur. Toprakta bulunan bu anyon ve katyonlar birleşerek tuzları oluşturur. Bu anyon ve katyonlar, bitkiye zarar verecek kadar fazlaysa bu topraklara tuzlu topraklar denir.



Resim 2.1: Toprak yüzeyinde tuz birikimi

Tuzluluğa yol açan etmenler; ana materyal, topoğrafya, kapalı havzalar, iklim, taban suyu, hatalı sulama ve gübrelemedir. Doğal koşullardaki tuz birikimi iki şekilde meydana gelir. Bunlardan birincisi yağış sularının geçtiği yerlerdeki çözünebilir tuzları eriterek birikme havzalarına taşınması diğeri ise toprak suyunun kapillarite ile yüzeye çıkıp buharlaşması ve beraberinde getirdiği tuzları yüzeyde biriktirmesidir. Ayrıca tuz içeriği yüksek olan sulama suyu da zaman içerisinde tuz birikimine yol açar.

Kültür bitkileri toprakta bulunan yüksek orandaki tuzdan zarar görür. Çünkü tuzluluk, toprakların strüktürünü olumsuz yönde etkiler, su tutma kapasitesini düşürür, bitki köklerinin su alımını engeller. Bunların dışında çözünebilir tuzların yapısında yüksek oranda bulunan sodyum, klor ve bor gibi bazı elementler bitkiler için toksik etki gösterir.

Toprakların % toplam tuz içeriklerine göre sınıflandırılması Tablo 2.1’de verilmiştir. Tarım yapılan topraklarda % toplam tuz miktarının 0,00-0,15 arasında olması yani toprağın tuzluluk derecesinin tuzsuz olması istenir.

Toplam Tuz (%)	Tuzluluk Derecesi
0,00-0,15	Tuzsuz
0,15-0,35	Hafif Tuzlu
0,35-0,65	Orta derecede Tuzlu
> 0,65	Aşırı Tuzlu

Tablo 2.1: Toprakların tuzluluk derecesi

2.2. Toprakta Elektriksel İletkenlik ve Tuzluluk Tayini

Elektriksel iletkenlik, belirli bir sıcaklıktaki çözeltinin elektriği iletme kabiliyeti olarak ifade edilmektedir. Toprakların elektriksel iletkenliğine etki eden faktörlerin başında toprağın nemi, toprak içindeki mineral tuzlar ve metalik mineraller gelir.



Resim 2.2: Kondüktivimetre

Toprakların elektriksel iletkenlik değerleri, saturasyon çamurunda veya belirli oranlardaki (1:1 - 1:1,5 - 1:2 gibi) toprak su karışımında kondüktivimetre ile ölçülmektedir. Belli oranlarda su ile karıştırılan veya doğun hale getirilen toprağın elektriksel iletkenliğini ölçerek buna göre tuzluluk derecesini tespit etmek yöntemin prensibini oluşturur.

2.2.1. Kullanılan Araç Gereçler

Toprakta elektiriksel iletkenlik ve tuzluluk tayini yapılırken şu araç gereçler kullanılır:

- Kondüktivimetre cihazı
- Hassas terazi
- Plastik kap
- Mezür
- Spatül
- Erlen
- Beher
- Yatay alkalayıcı
- Hesap makinesi

2.2.2. Elektriksel İletkenlik Tayininin Yapılışı

Toprakta elektriksel iletkenliğin ölçümü suyla doğun duruma getirilmiş saturasyon çamurunda veya belirli oranlarda su toprak karışımında yapılır.

- **Saturasyon çamurunda elektriksel iletkenlik tayini:** Saturasyon macunu hazırlanır. Kondüktivimetrenin elektrotu saturasyon macunu içerisine daldırılarak çamurun elektrodta iyice temasını sağlamak amacıyla elektrot çamur içerisinde hareket ettirilip bir müddet beklenir ve elektriksel iletkenlik (EC) değeri sabitleşince okuma yapılır. Ölçüm için hücreli kondüktivimetre kullanılacaksa hücre saturasyon çamuru ile doldurulup okuma yapılır.
- **1:2,5 oranına göre elektriksel iletkenlik tayini:** Analize hazırlanmış toprak numunesinden uygun bir erlene 20 g tartılır. Üzerine 50 ml saf su ilavesi yapılarak yatay çalkalayıcıya yerleştirilip 15 dakika çalkalanır. Daha sonra erlendeki çözelti 100 ml'lik behere aktarılarak 15 dakika süreyle dinlenmeye bırakılır. Bu sürenin sonunda kondüktivimetrenin elektrotu üstte oluşan berrak kısım içerisine daldırılır ve elektriksel iletkenlik (EC) değeri sabitleşince okuma yapılır.

Kondüktivimetre cihazı, ölçüm yapılmadan 15–20 dakika önceden çalıştırılarak ısınması sağlanmalıdır (Pilli cihazlarda ısıtmaya gerek yoktur.).

Her iki metotla belirlenen elektriksel iletkenlik (EC) değerinden faydalanılarak toprakların tuzluluk değeri tespit edilir. Okunan EC değeri (milimhos/cm) olduğu gibi alınarak veya 0,064 ile çarpılıp ppm olarak tuzluluk belirtilebilir ya da aşağdaki formül ile topraktaki % tuz miktarı belirlenir.

$$\%T_{uz} = \frac{EC \times \% STR \times 0,064}{100}$$

EC=Elektriksel iletkenlik değeri (milimhos/cm)
% STR=Saturasyonda harcanan su miktarı

Örnek: Analiz için laboratuvara getirilen toprakta analiz sonucunda elektriksel iletkenlik değeri 0,28 saturasyonda harcanan su miktarı %37 bulunmuştur. Bu toprağın % tuz miktarlarını bulunuz.

Çözüm:

$$\%T_{uz} = \frac{EC \times \% STR \times 0,064}{100} \quad \%T_{uz} = \frac{0,28 \times 37 \times 0,064}{100} = 0,0066$$

2.3. Kondüktivimetre

Herhangi bir sıvının veya çözeltinin elektriksel iletkenliğinin ölçülmesi ve buna göre tuzluluğunun sınıflandırılmasında kullanılan cihazlara kondüktivimetre denir.



Resim 2.3: Kondüktivimetre

2.3.1. Çalışma Prensibi

Kondüktivimetreler, elektrotlar vasıtasıyla içerisine daldırılan sıvının içerdiği anyon ve katyonların elektriği iletme kabiliyetlerinden faydalanılarak iletkenlik derecesinin ölçülmesi prensibine göre çalışırlar.

2.3.2. Kondüktivimetreyle Ölçümün Yapılışı

Kondüktivimetrelerle ölçüm yapılırken numune içerisine kondüktivimetrenin elektrotu daldırılır ve içerisinde 1-2 tur çevrilir, göstergede iletkenlik değeri sabitlendikten sonra

okuma yapılır. Hücreli kondüktivimetre kullanılacaksa hücre içerisine saturasyon çamuru doldurularak ölçüm yapılır.

Kondüktivimetrelerle çalışılırken ölçümden 15-20 dakika önce çalıştırılarak ısınması sağlanmalıdır. Çalıştırdıktan sonra göstergenin ölçüm moduna geçmesi için bir süre beklenmelidir. Ölçüm sonunda elektrot çözülden çıkarıldıktan sonra saf suyla temizlenmelidir.



2.3.3. Kondüktivimetrenin Kalibrasyonu

Kondüktivimetrelerin belirli dönemlerde doğru ölçüm yapıp yapmadıklarının kontrol edilerek kalibre edilmeleri gerekir. Bunun için içerisinde farklı miktarlarda anyon ve katyonlar bulunan ve elektrik akımını iletme derecesi bilinen çözeltiler kullanılarak kalibrasyon yapılır. Farklı marka modellerin kalibrasyonları değişik şekilde yapılmaktadır. Bu nedenle cihazın kullanım kılavuzuna dikkat edilerek kalibrasyon yapılmalıdır.

UYGULAMA FAALİYETİ

- Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak saturasyon çamurunda elektriksel iletkenlik tayini yöntemi ile toprakta tuz tayini yapınız.



Uygulamada kullanılacak araç gereçler: Kondüktivimetre, hassas terazi, plastik kap, büret, spatül, hesap makinesi

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.➤ Saturasyon macunu hazırlayınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyiniz.➤ Laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz.➤ Çalışma ortamını ve kullanacağınız araç gereçleri hazırlayınız.➤ Araç gereçlerin temizliğine dikkat ediniz.➤ Saturasyon macunu hazırlama kurallarına uyunuz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Kondüktivimetreyi ölçümden önce çalıştırıp ısınmasını sağlayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ 15–20 dakika önceden çalıştırınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Kondüktivimetrenin elektrotunu saturasyon çamuruna daldırıp ölçüm yapınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Elektriksel iletkenlik değerinin sabitleşmesini bekleyiniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Hesaplama yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ % Tuz formülünü kullanınız.

UYGULAMA FAALİYETİ

- Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak 1:2,5 oranına göre elektriksel iletkenlik tayini yöntemi ile toprakta tuz tayini yapınız.

Uygulamada kullanılacak araç gereçler: Kondüktivimetre, hassas terazi, plastik kap, mezür, spatül, yatay çalkalayıcı, hesap makinesi

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.➤ Toprak numunesini analize hazırlayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyiniz.➤ Laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz.➤ Çalışma ortamını ve kullanacağınız araç gereçleri hazırlayınız.➤ Araç gereçlerin temizliğine dikkat ediniz.➤ Toprak numunesini analize hazırlama kurallarına uyunuz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Erlene analiz numunesinden 20 g tartınız.➤ Üzerine 50 ml saf su ilave ediniz. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Tartım kurallarına uyunuz.➤ Mezür veya uygun bir hacim ölçüm aracı kullanınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Yatay çalkalayıcıda 15 dakika çalkalayınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Sıçramaları önlemek için erlenin ağzını kapatınız.

- 100 ml'lik behere aktarıp 15 dakika dinlendiriniz.
- Kondüktivimetrenin elektrotunu daldırıp ölçüm yapınız.



- Elektriksel iletkenlik değerin sabitleşmesini bekleyiniz.

- Hesaplama yapınız.

- % Tuz formülünü kullanınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda verilen cümlelerdeki noktalı yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Topraklarda tuzluluk, yıllıkyoğunluğunun yıllık yağış yoğunluğunu aşmasıyla oluşur.
2. Hafif tuzlu toprakların % tuz miktarı arasındadır.
3. Tuzluluğun meydana getirdiği zarar yıllık yağışın düşük olduğu bölge topraklarında daha fazladır.
4. 1:2,5 oranına göre eriyebilir tuz tayininde toprak numunesinden g tartılır.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

5. Aşağıdakilerden hangisi tuzluluğa yol açan etmenlerden birisi değildir?
A) Ana materyal
B) Taban suyu
C) Hatalı sulama
D) Yetiştirilen bitki
6. Analiz için laboratuvara getirilen toprakta analiz sonucunda elektriksel iletkenlik değeri 0,36, saturasyonda harcanan su miktarı % 45 bulunmuştur. Bu toprağın % tuz miktarları aşağıdaki seçeneklerden hangisinde verilmiştir?
A) 0,0025
B) 0,0103
C) 1,1347
D) 2,4786

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, scheibler kalsimetresi tekniğine uygun olarak toprakta kireç tayini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Kireç fazlalığı ve noksanlığının bitki ve toprak açısından etkilerini araştırınız.
- Kireç tayininde kullanılan yöntemler hakkında bilgi toplayınız.

3. TOPRAKTA KİREÇ TAYİNİ

3.1. Toprakların Kireç İçeriği ve Etkileri

Kireç, topraklarda çoğunlukla kalsit (CaCO_3) ya da dolomit ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$) şeklinde bulunur. Kireç, toprağın ana yapı maddelerindedir. Topraklarda heterojen bir dağılım gösterir. Topraktaki kireç miktarı, oluşum koşullarına, ana materyale ve bölgenin iklimine bağlı olarak çok az miktarlardan % ile ifade edilebilecek miktarlara kadar değişir. Genellikle kurak ve yarı kurak yöre topraklarının kireç oranı daha yüksektir.

Toprağın oluşumu sırasında veya yıkanarak taşınması sonucunda toprağın değişik horizonlarında kireç birikimi görülebilir. Kireç birikimi tarım topraklarının yüzeyinde ya da yüzeye yakın yerlerinde oluşmuş ise bu durum başta fosfor, çinko ve demir olmak üzere bitkilerde çeşitli besin maddesi noksanlıklarına yol açabilir. Ayrıca yüzey toprağının hemen altında yer alan horizontdaki su hareketini engellemek suretiyle bitkilerin kök gelişimini olumsuz yönde etkiler.

Toprakta kireç miktarı yükseldikçe ortamdaki kalsiyum, demir ve fosfor iyonları ile çözünürlüğü çok az olan bileşikler oluştururlar. Bu bileşikler suda çözünmediği için bitkiler tarafından kullanılamazlar. Aşırı kireçli topraklarda fosfor, kalsiyum fosfat ya da magnezyum fosfatlar şeklinde bileşikler oluşacağından fosforun yararlılığı azalır.

Kireç miktarının yüksek olması kadar çok düşük olması da bitki beslenmesi açısından sakıncalıdır. Çünkü alüminyum, demir ve mangan miktarının yüksek olduğu asit karakterli topraklarda bu elementlerin fosfor ile tepkimeye girmesi nedeni ile fosforun yararlılığını azaltır. Böyle topraklara kirecin uygulanması alüminyum, demir ve mangani inaktif hale sokacağından fosforun yararlılığını artırır.

3.2. Toprakta Kireç Tayini

Toprakta kireç tayininde genellikle kalsimetre düzeneği kullanılır ve % kireç miktarı CaCO_3 cinsinden ifade edilir. Elde edilen veriler doğrultusunda toprakların kireç içeriğine göre sınıflandırması Tablo 3.1'e göre yapılır.

% Kireç (CaCO ₃) Miktarı	Sınıfı
0-2	Kireçsiz
2-4	Az kireçli
4-8	Orta kireçli
8-15	Kireçli
15-50	Çok kireçli
>50	Çok fazla kireçli

Tablo 3.1: Toprakların kireç içeriklerine göre sınıflandırılması

Toprağın Scheibler kalsimetresinde seyreltik hidroklorik asitle reaksiyona tabi tutulması ile karbonatlardan çıkan CO₂ gazının kapalı bir boruda tutularak hacminin ölçülmesi ve bu hacimden yararlanılarak toprağın kireç içeriğinin hesaplanması prensibine dayanır. Analiz edilecek toprakların iyi öğütülüp karıştırılması gerekir. Çünkü kirecin topraktaki dağılımı heterojen olduğundan iyi öğütülüp karıştırılmazsa yanlış sonuçlar elde edilir.

3.2.1 Kullanılan Araç Gereçler

Toprakta kireç tayini yapılırken şu araç gereçler kullanılır:

- Scheibler kalsimetresi: Birbirlerine bağlantılı içi su dolu 2 borudan (“U” borusu) oluşmuştur. Borulardan birisi tepkime neticesinde ortaya çıkan karbondioksit gazının hacmini ölçmek üzere derecelendirilmiştir. Derecesiz olanı ise üst kısmından havaya açık düz bir borudur. Bu borular içi su dolu erlen metreye bağlantılı olup bileşik kaplar esasına göre çalışır.
- Kalsimetre şişesi (tepkime şişesi): Toprak ile hidroklorik asidin tepkimeye tabi tutulacağı, ağzları lastik bir tıpa ile kapatıldığında gaz kaçırmayacak şekilde rodajlı cam şişedir.
- Kalsimetre tüpü (asit tüpü): 4–5 ml sıvı alabilecek kapasitede, altı düz plastik veya cam kaptır.
- Hassas terazi
- Spatül
- Termometre
- Barometre
- Pipet
- Uzun pens
- Hesap makinesi

3.2.2. Kullanılan Kimyasal ve Çözeltiler

HCl çözeltisi (1:3'lük): 3 birim su üzerine 1 birim HCl ilave edilerek hazırlanır.

3.2.3. Analizin Yapılışı

Analize hazırlanmış toprak numunesinden toprağın kireç içeriğine göre 0,5-2 g arasında tartılarak tepkime şişesine aktarılır. Aktarılan toprak tepkime şişesinin bir kenarına yığılır. Asit tüpünün içerisine 4-5 ml civarında 1+3'lük HCl doldurulur. Asit tüpü uzun pens yardımıyla tepkime şişesinin ortasına yerleştirilir.

Kalsimetre cihazındaki "U" borusunun tıpası, tepkime şişesine takıldıktan sonra borunun yan tarafındaki vana açılarak "U" borusundaki su seviyesi sıfıra eşitlenir ve vana kapatılır. Bu işlemden sonra şişe yana doğru devrilip çalkalanarak toprak ile asidin temas etmesi sağlanır. Gaz çıkışı bitinceye kadar çalkalama işlemine devam edilmelidir.

Gaz çıkışı bittikten sonra 1-2 dakika daha beklenip tekrar çalkalanır ve "U" borusundaki su seviyeleri eşitlenir. "U" borusu üzerindeki skaladan CO₂ gaz hacmi, termometreden sıcaklık ve barometreden basınç okunarak kaydedilir, aşağıdaki formül yardımıyla % kireç miktarı hesaplanır.

Topraktaki kirecin kaynağı genellikle kalsiyum karbonat (CaCO₃) olduğundan hesaplamalar CaCO₃e göre yapılır.



Resim 3.1: Scheibler kalsimetresi

$$\% \text{ Kireç (CaCO}_3) = \frac{V_0 \times 0,4464}{A}$$

V_0 : Normal koşullara dönüştürülmüş gaz hacmi (cm^3)

A: Numune miktarı (g)

0,4464: Normal koşullar altında 1 mol CaCO_3 ten çıkan 1 mol CO_2 ye göre A gram örnekten ne kadar CO_2 çıkacağını gösteren hesaplamalardan elde edilen katsayıdır.

$$V_0 = \frac{V_t \times (b-e) \times 273}{760 \times (273 + t)}$$

V_t : Kalsimetrede okunan karbondioksit gaz hacmi (cm^3)

b: Sıcaklığa göre düzeltilmiş barometre basıncı (mm Hg⁻¹)

e: Ölçüm yapılan sıcaklıktaki suyun buhar basıncı (Tablo 3.3)

t: Ortam sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)

760: Deniz seviyesindeki barometre basınç değeri

273: $^{\circ}\text{C}$ 'yi K (Kelvin)'ye dönüştürme değeridir.

Sıcaklığa göre düzeltilmiş barometre basıncını (b) tespit etmek için Tablo 3.2'den düzeltme değeri bulunarak, okunan barometre basınç değerinden çıkarılır.

Örnek: Analiz için laboratuvara getirilen topraktan hazırlanan analiz numunesinden 1 g alınarak kireç analizi yapılmış, analiz sonucunda karbondioksit gaz hacmi 84 cm^3 , sıcaklık $23 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ve analiz anındaki barometre basıncı 692 mm Hg ölçülmüştür. % kireç içeriğini hesaplayınız.

Çözüm:

A= 1 g

$V_t = 84 \text{ cm}^3$

$t = 23 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$e = 21,068$ (Tablo.3.3'ye göre 23°C 'deki suyun buhar basıncı)

$b = 692 - 2,58 = 689,42 \text{ mm Hg}^{-1}$ (Tablo 3.2'de 692 mm Hg^{-1} barometre basıncına en yakın değer 690 mm Hg^{-1} olduğundan $23 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 'deki barometre basıncı okumasının düzeltme değeri 2,58 alınmıştır.)

$$V_0 = \frac{V_t \times (b-e) \times 273}{760 \times (273 + t)} = \frac{84 \times (689,42 - 21,068) \times 273}{760 \times (273 + 23)} = \frac{15326648,064}{224960} = 68,13$$

$$\% \text{ Kireç (CaCO}_3) = \frac{V_0 \times 0,4464}{A} = \frac{68,13 \times 0,4464}{1} = 30,41$$

SICAKLIĞA GÖRE BAROMETRE BASINCINI DÜZELTME DEĞERİ (b)									
Sıcaklık (°C)	Barometre Basıncı								
	620	630	640	650	660	670	680	690	700
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
2	0.20	0.21	0.21	0.21	0.22	0.22	0.22	0.23	0.23
3	0.30	0.31	0.31	0.32	0.32	0.33	0.33	0.34	0.34
4	0.40	0.41	0.42	0.42	0.43	0.44	0.44	0.45	0.46
5	0.51	0.51	0.52	0.53	0.54	0.55	0.56	0.56	0.57
6	0.61	0.62	0.63	0.64	0.65	0.66	0.67	0.68	0.69
7	0.71	0.72	0.73	0.74	0.75	0.77	0.78	0.79	0.80
8	0.81	0.82	0.84	0.85	0.86	0.87	0.89	0.90	0.91
9	0.91	0.92	0.94	0.95	0.97	0.98	1.00	1.01	1.03
10	1.01	1.03	1.04	1.06	1.08	1.00	1.11	1.13	1.14
11	1.11	1.13	1.15	1.17	1.18	1.20	1.22	1.24	1.26
12	1.21	1.23	1.25	1.27	1.29	1.31	1.33	1.35	1.37
13	1.31	1.34	1.36	1.38	1.40	1.42	1.44	1.46	1.48
14	1.41	1.44	1.46	1.48	1.51	1.53	1.55	1.57	1.60
15	1.52	1.54	1.56	1.59	1.61	1.64	1.66	1.69	1.71
16	1.62	1.64	1.67	1.69	1.72	1.75	1.77	1.80	1.82
17	1.72	1.74	1.77	1.80	1.83	1.86	1.88	1.91	1.94
18	1.82	1.85	1.88	1.91	1.93	1.96	1.99	2.02	2.05
19	1.92	1.95	1.98	2.01	2.04	2.07	2.10	2.13	2.17
20	2.02	2.05	2.08	2.12	2.15	2.18	2.21	2.25	2.28
21	2.12	2.15	2.19	2.22	2.26	2.29	2.32	2.36	2.39
22	2.22	2.26	2.29	2.33	2.36	2.40	2.43	2.47	2.51
23	2.32	2.36	2.40	2.43	2.47	2.51	2.54	2.58	2.62
24	2.42	2.46	2.50	2.54	2.58	2.62	2.66	2.69	2.73
25	2.52	2.56	2.60	2.64	2.68	2.72	2.77	2.81	2.85
26	2.62	2.66	2.71	2.75	2.70	2.83	2.88	2.92	2.96
27	2.72	2.77	2.81	2.85	2.90	2.94	2.99	3.03	3.07
28	2.82	2.87	2.91	2.96	3.00	3.05	3.10	3.14	3.19
29	2.92	2.97	3.02	3.06	3.11	3.16	3.21	3.25	3.30
30	3.02	3.07	3.12	3.17	3.22	3.27	3.32	3.36	3.41
31	3.12	3.17	3.22	3.27	3.32	3.37	3.43	3.48	3.53
32	3.22	3.28	3.33	3.38	3.43	3.40	3.54	3.59	3.64
33	3.82	3.38	3.43	3.48	3.54	3.59	3.64	3.70	3.75
34	3.42	3.48	3.53	3.59	3.64	3.70	3.75	3.81	3.87
35	3.52	3.58	3.64	3.59	3.74	3.81	3.86	3.92	3.98

SICAKLIĞA GÖRE BAROMETRE BASINCINI DÜZELTME DEĞERİ (b)									
Sıcaklık °C	Barometre Basıncı								
	710	720	730	740	750	760	770	780	790
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13	0.13	0.13
2	0.23	0.24	0.24	0.24	0.25	0.25	0.25	0.25	0.26
3	0.35	0.35	0.36	0.36	0.37	0.37	0.38	0.38	0.39
4	0.46	0.47	0.48	0.48	0.49	0.50	0.50	0.51	0.52
5	0.58	0.59	0.60	0.60	0.61	0.62	0.63	0.64	0.64
6	0.70	0.71	0.71	0.72	0.73	0.74	0.75	0.76	0.77
7	0.81	0.82	0.83	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.90
8	0.93	0.94	0.95	0.97	0.98	0.99	1.01	1.02	1.03
9	1.04	1.06	1.07	1.09	1.10	1.12	1.13	1.15	1.16
10	1.16	1.17	1.19	1.21	1.22	1.24	1.26	1.27	1.29
11	1.27	1.29	1.31	1.33	1.35	1.36	1.38	1.40	1.42
12	1.39	1.41	1.43	1.45	1.47	1.49	1.51	1.53	1.55
13	1.50	1.53	1.55	1.57	1.59	1.61	1.63	1.65	1.67
14	1.62	1.64	1.67	1.69	1.71	1.73	1.76	1.78	1.80
15	1.74	1.76	1.78	1.81	1.83	1.86	1.88	1.91	1.93
16	1.85	1.88	1.90	1.93	1.96	1.98	2.01	2.03	2.06
17	1.97	1.99	2.02	2.05	2.08	2.10	2.13	2.16	2.19
18	2.08	2.11	2.14	2.17	2.20	2.23	2.26	2.29	2.32
19	2.20	2.23	2.26	2.29	2.32	2.35	2.38	2.41	2.44
20	2.31	2.34	2.38	2.31	2.44	2.41	2.51	2.54	2.57
21	2.43	2.46	2.50	2.53	2.56	2.60	2.63	2.67	2.70
22	2.54	2.58	2.61	2.65	2.69	2.72	2.76	2.79	2.83
23	2.66	2.69	2.73	2.77	2.81	2.84	2.88	2.92	2.96
24	2.77	2.81	2.85	2.89	2.93	2.97	3.01	3.05	3.08
25	2.89	2.93	2.97	3.01	3.05	3.09	3.13	3.17	3.21
26	3.00	3.04	3.09	3.13	3.17	3.21	3.26	3.30	3.34
27	3.12	3.16	3.20	3.25	3.29	3.34	3.38	3.42	3.47
28	3.23	3.28	3.32	3.37	3.41	3.46	3.51	3.55	3.60
29	3.35	3.39	3.44	3.49	3.54	3.53	3.63	3.68	3.72
30	3.46	3.51	3.56	3.61	3.66	3.71	3.75	3.80	3.85
31	3.58	3.63	3.68	3.73	3.78	3.83	3.88	3.93	3.98
32	3.69	3.74	3.79	3.85	3.90	3.95	4.00	4.05	4.11
33	3.81	3.86	3.91	3.97	4.02	4.07	4.13	4.18	4.23
34	3.92	3.98	4.03	4.09	4.14	4.20	4.25	4.31	4.26
35	4.03	4.09	4.15	4.21	4.26	4.32	4.38	4.43	4.49

Tablo 3.2: Sıcaklığa göre barometre basıncını düzeltme değeri

SICAKLIĞA GÖRE SUYUN BUHAR BASINCI					
Sıcaklık (°C)	Suyun Buhar Basıncı (e)				
	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8
-15	1,436	1,414	1,390	1,308	1,345
-14	1,560	1,534	1,511	1,485	1,460
-13	1,691	1,665	1,637	1,611	1,585
-12	1,834	1,804	1,776	1,748	1,720
-11	1,987	1,955	1,924	1,893	1,863
-10	2,149	2,116	2,084	2,050	2,018
-9	2,326	2,289	2,254	2,219	2,184
-8	2,514	2,475	2,437	2,399	2,362
-7	2,715	2,674	2,633	2,593	2,553
-6	2,931	2,887	2,843	2,800	2,757
-5	3,163	3,115	3,069	3,022	2,976
-4	3,410	3,359	3,309	3,259	3,211
-3	3,673	3,620	3,567	3,514	3,461
-2	3,956	3,808	3,841	3,785	3,730
-1	4,258	4,196	4,135	4,075	4,016
0	4,579	4,647	4,715	4,785	4,855
1	4,926	4,998	5,070	5,144	5,219
2	5,294	5,370	5,447	5,525	5,605
3	5,685	5,766	5,848	5,931	6,015
4	6,101	6,187	6,274	6,363	6,453
5	6,543	6,635	6,728	6,822	6,917
6	7,013	7,111	7,209	7,309	7,411
7	7,513	7,617	7,722	7,828	7,936
8	8,045	8,155	8,267	8,380	8,494
9	8,609	8,727	8,845	8,965	9,086
10	9,209	9,333	9,458	9,585	9,714
11	9,844	9,976	10,109	10,244	10,380
12	10,518	10,658	10,799	10,941	11,085
13	11,231	11,379	11,528	11,680	11,833
14	11,987	12,144	12,302	12,462	12,624
15	12,788	12,953	13,121	13,200	13,461
16	13,634	13,809	13,987	14,166	14,347
17	14,530	14,715	14,903	15,092	15,284
18	15,477	15,673	15,871	16,071	16,272
19	16,477	16,685	16,894	17,105	17,319
20	17,535	17,753	17,974	18,197	18,422
21	18,650	18,880	19,113	19,349	19,587



SICAKLIĞA GÖRE SUYUN BUHAR BASINCI					
Sıcaklık (°C)	Suyun Buhar Basıncı (e)				
	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8
22	19,827	20,070	20,316	20,565	20,815
23	21,068	21,324	21,583	21,845	22,110
24	22,377	22,648	22,922	23,198	23,476
25	23,756	24,039	24,326	24,617	24,912
26	25,209	25,509	25,812	26,117	26,426
27	26,739	27,055	27,374	27,696	28,021
28	28,349	28,680	29,015	29,354	29,697
29	30,043	30,392	30,745	31,102	31,461
30	31,824	32,191	32,561	32,934	33,312
31	33,695	34,082	34,471	34,864	35,261
32	35,663	36,068	36,477	36,891	37,308
33	37,729	38,155	38,584	39,018	39,457
34	39,898	40,344	40,796	41,251	41,710
35	42,175	42,644	43,117	43,595	44,078
36	44,563	45,054	45,549	46,050	46,556
37	47,067	47,582	48,102	48,627	49,157
38	49,692	50,231	50,774	51,323	51,879
39	52,442	53,009	53,580	54,156	54,737
40	55,324	55,91	56,51	57,11	57,72
41	58,34	58,96	59,58	60,22	60,86
42	61,50	62,14	62,80	63,46	64,12
43	64,80	65,48	66,16	66,86	67,56
44	68,26	68,97	69,69	70,41	71,14
45	71,88	72,62	73,36	74,12	74,88
46	75,65	76,43	77,21	78,00	78,80
47	79,60	80,41	81,23	82,05	82,87
48	83,71	84,56	85,42	86,28	87,14
49	88,02	88,90	89,79	90,69	91,59
50	92,51	93,5	94,4	95,3	96,3
51	97,20	98,2	99,1	100,1	101,1
52	102,09	103,1	104,1	105,1	106,2
53	107,20	108,2	109,3	110,4	111,4
54	112,51	113,6	114,7	115,8	116,9
55	118,04	119,1	120,3	121,5	122,6
56	123,80	125,0	126,2	127,4	128,6
57	129,82	131,0	132,3	133,5	134,7
58	136,08	137,3	138,5	139,9	141,2
59	142,60	143,9	145,2	146,6	148,0





Tablo 3.3: Suyun buhar basıncı



UYGULAMA FAALİYETİ

- Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak toprakta kireç tayini yapınız.

Uygulamada kullanılacak araç gereç ve kimyasallar: Hassas terazi, spatül, termometre, pipet, pens, hesap makinesi, scheibler kalsimetresi, kalsimetre şişesi, kalsimetre tüpü, hidroklorik asit

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.➤ Toprak numunesini analize hazırlayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyiniz.➤ Laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz.➤ Çalışma ortamını ve kullanacağınız araç gereçleri hazırlayınız.➤ Araç gereçlerin temizliğine dikkat ediniz.➤ Toprak numunesini analize hazırlama kurallarına uyunuz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Analiz numunesinden 0,5 – 2 g tartınız.➤ Tartılan numuneyi tepkime şişesine aktarınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Tartım kurallarına uyunuz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Asit tüpüne 4-5 ml civarında 1+3'lük HCl koyunuz. 	<ul style="list-style-type: none">➤ HCl çözeltisinin asit tüpünden taşmamasına dikkat ediniz.

<p>➤ Pens yardımıyla asit tüpünü tepkime şişesine yerleştiriniz.</p> 	<p>➤ HCl çözeltisinin dökülmemesine dikkat ediniz.</p>
<p>➤ Şişeyi “U” borusuna bağlayınız.</p> 	<p>➤ Tıpanın sıkı bir şekilde takıldığından emin olunuz.</p>
<p>➤ “U” borusunun su seviyesini 0 (sıfır) a eşitleyiniz.</p> 	<p>➤ Hava giriş vanasının açık olmasına dikkat ediniz. ➤ Eşitleme işleminden sonra vanayı kapatınız. ➤ Erlenmetreyi yavaş hareket ettiriniz.</p>
<p>➤ Asit tüpünü devirerek gaz çıkışı bitinceye kadar şişeyi çalkalayınız.</p> 	<p>➤ Çalkalama işlemini yavaş yavaş yapınız.</p>

<p>➤ Gaz çıkışı tamamlanınca “U” borusundaki su seviyelerini eşitleyiniz.</p> 	<p>➤ Erlenmetreyi yavaş yavaş aşağıya doğru çekerek su seviyelerini eşitleyiniz.</p>
<p>➤ Termometreden sıcaklığı okuyunuz. ➤ Barometreden basıncı okuyunuz.</p> 	<p>➤ Termometreyi göz hizasında okuyunuz.</p>
<p>➤ Kalsimetredeki skaladan “U” borusundaki gaz hacmini okuyunuz.</p> 	<p>➤ “U” borusundaki su seviyelerini eşitlemeyi unutmayınız.</p>
<p>➤ Formül yardımı ile % kireç miktarını hesaplayınız.</p> $\% \text{ Kireç (CaCO}_3) = \frac{V_0 \times 0,4464}{A}$	<p>➤ Hesaplamaları doğru yapınız.</p>

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda verilen cümlelerdeki noktalı yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Kireç analizinde hidroklorik asit çözeltisi birim su üzerine 1 birim HCl ilave edilerek hazırlanır.
2. Kireç analizinde 2 mm elekten geçmiş toprak numunesi mm elekten geçecek şekilde öğütüldükten sonra analizde kullanılır.
3. Kireç analizinde asit tüpünün içerisine ml civarında 1+3'lük HCl çözeltisi doldurulur.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

4. Kireç tayininde aşağıdaki araç gereçlerden hangisi kullanılmaz?
A) Piknometre
B) Kalsimetre
C) Pipet
D) Pens
5. Analiz için laboratuvara getirilen topraktan hazırlanan analiz numunesinden 1 g alınarak kireç analizi yapılmış, analiz sonucunda karbondioksit gaz hacmi 63 cm^3 , sıcaklık $21 \text{ }^\circ\text{C}$ ve analiz anındaki barometre basıncı 650 mm Hg ölçülmüştür. Bu toprağın % kireç miktarı aşağıdakilerden hangisidir?
A) 15,0
B) 17,2
C) 19,4
D) 21,6

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, Walkey-Black yöntemine uygun olarak toprakta organik madde tayini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Organik maddenin bitki ve toprak açısından önemini araştırınız.
- Organik toprakların oluşumları hakkında bilgi toplayınız.
- Organik madde analizinde kullanılan yöntemleri araştırınız.

4. TOPRAKTA ORGANİK MADDE TAYİNİ

4.1. Toprağın Organik Madde İçeriği ve Önemi

Organik atıklar toprağa karıştıktan sonra mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılmaya başlar ve mineralize oluncaya kadar çeşitli değişikliklere uğrarlar. Toprağa intikal eden bitkisel ve hayvansal atıkların ayrışma ve birleşme ürünlerinin tamamına toprak organik maddesi denir. Organik madde, toprağa verimlilik kazandıran en önemli unsurdur.



Resim 4.1: Organik maddece zengin bir toprak

Organik madde toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine önemli ölçüde etki yapar. Toprağın iyi bir yapı kazanması, su tutma kapasitesinin artması, havalanması ve tav durumunu muhafaza etmesi gibi fiziksel özellikleri büyük oranda organik madde ile ilgilidir. Organik maddenin ayrışmasıyla birçok besin elementi açığa çıkar. Açığa çıkan bu besin elementlerinden bitkiler ve diğer toprak canlıları yararlanır.

Topraktaki organik madde miktarı iklim, toprak bünyesi, topoğrafya, drenaj, toprağa karışan organik materyalinin bileşimi, üzerinde yetiştirilen bitki çeşidi ve toprağa uygulanan işlemlerle yakından ilgili olup çok az miktarlardan % 20'lere kadar çıkmaktadır. Genel olarak kaba bünyeli topraklar ağır bünyeli topraklardan daha az organik madde içerir. Organik madde miktarı % 20'nin üzerindeki topraklara organik topraklar denilmektedir. Bunlardan % 20-50 arasında organik madde içerenlere muck, % 50-80 arasında organik madde içerenlere ise peat topraklar denilmektedir.

Topraklardaki organik madde genellikle toprak yüzeyinden 25-40 cm derinliğe kadar olan üst kısımda toplanmıştır. Alt kısımlara doğru inildikçe organik madde miktarında önemli ölçüde azalma görülür.

Ülkemiz topraklarında genel olarak organik madde miktarı çok azdır. Taban suyu yüksek olan doğal çayırlar dışında kalan diğer topraklarda organik madde miktarı % 3'e kadar çıkabilmektedir. Organik madde içermeyen veya çok az miktarda organik madde içeren topraklar kısa sürede verimliliklerini kaybederler. Toprakların verim gücünün kaybolmaması ve fiziksel özelliklerinin kötüleşmemesi için mutlaka organik maddece zenginleştirilmesi gereklidir.

4.2. Toprak Organik Maddesinin Toprağın Özellik ve Verimliliği Üzerine Etkileri

Mineral topraklarda yeterli miktarda ayrılmış organik maddenin varlığı toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine önemli etkiler yapar. Bu etkileri şu şekilde sıralamak mümkündür:

- **Organik maddenin toprağın fiziksel özelliklerine etkileri:**
 - Organik madde toprağın su tutma kapasitesini artırır. Organik madde, ağırlığının birkaç misli suyu bünyesinde tutabilecek yapıdadır. Böylece bitkinin ihtiyacı olan su toprakta tutulmuş olur. Ayrıca yağmur sularının tutulmasını sağlayarak hızla toprak yüzeyinden akıp gitmesini ve toprak erozyonunu önlenmiş olur.
 - Organik madde toprağın iyi bir strüktür kazanmasına yardım eder. Yağışlardan sonra killi toprakların yüzeyinde oluşan ve çimlenmiş bitkilerin toprak yüzüne çıkmasını engelleyen kaymak tabakası fazla organik madde içeren topraklarda görülmez.
 - Organik madde kumlu toprakların ve ağır killi toprakların kötü özelliklerini düzeltir. Kumlu topraklarda taneleri birbirine bağlayarak toprağın su tutma kapasitesini artırır. Rüzgar erozyonunun etkisinde bulunan kumlu topraklarda fazla miktarda organik madde uygulaması ile erozyon kontrolü bir dereceye kadar sağlanabilir.
 - Organik madde ağır killi toprakların taneleri arasına girerek gevşek bir yapı kazanmalarını, buna bağlı olarak iyi havalanmalarını ve kolay tava gelmelerini sağlayarak işlenmelerini kolaylaştırır.

- **Organik maddenin toprağın kimyasal özellikleri ve verimliliğine etkisi:**
 - Organik kolloidlerin katyon tutma ve değiştirme kapasiteleri kil minerallerinden çok yüksek olduğundan topraktaki bitki besin elementlerinin toprakta tutulmalarına geniş ölçüde yardım eder.
 - Organik madde topraktaki bitki besin elementlerinin deposu vazifesini görür. Toprak organik maddesindeki en önemli element azottur. Toprak organik maddesindeki azot bileşikleri ayrışarak bitkilerin faydalanabileceği nitratlara ve amonyum tuzlarına çevrilir. Toprak organik maddesi genellikle kültür bitkilerinin azot ihtiyaçlarının yarısından fazlasını sağlar.
 - Organik madde topraktaki inorganik fosfor, demir, manganez ve diğer elementlerin bitkilere faydalı şekillere çevrilmelerine yardım eder. Organik maddenin devamlı surette mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılması sırasında karbondioksit açığa çıkar. Karbonik asit diğer elementlerin çözünürlüğünü artırır.
 - Organik madde toprak reaksiyonundaki ani değişimleri tamponluk özelliği sayesinde önler.
- **Organik maddenin toprağın biyolojik özelliklerine etkileri:**
 - Mikroorganizmalar toprak verimliliğinde önemli rol oynarlar. Toprak organik maddesi ise mikroorganizmaların besin ve enerji kaynağıdır. Organik madde fazla olunca mikroorganizmaların faaliyeti de fazla olur. Mikroorganizmaların faaliyetleri sonucunda da fazla miktarda bitki besin elementi açığa çıkar.
 - Organik madde iyi havalanma ve su tutmayı sağlayarak toprakta mikroorganizmaların gelişmelerine uygun bir ortam oluşturur.
 - Organik maddenin diğer bir biyolojik etkisi de bitki köklerinin gelişmesi için iyi bir ortam hazırlamasıdır.

4.3. Toprakta Walkey-Black Yöntemiyle Organik Madde Tayini

Laboratuvar şartlarında organik madde tayininde farklı metodlar uygulanabilmekle beraber genellikle Walkey-Black yöntemi kullanılmakta ve elde edilen sonuçlar doğrultusunda toprakların organik madde içeriğine göre sınıflandırılması aşağıdaki tabloya göre yapılmaktadır.

Organik Madde Miktarı (%)	Sınıfı
0–1	Çok az
1–2	Az
2–3	Orta
3–6	Fazla
> 6	Çok fazla

Tablo 4.1: Toprakların organik madde içeriklerine göre sınıflandırılması

Walkey-Black yöntemiyle organik madde tayininde; toprağı potasyum dikromat ve sülfürik asit ile tepkimeye sokarak toprak içerisindeki organik karbonun potasyum dikromat ile oksitlenmesini (yükseltgenmesini) sağlamak ve oksitlenme için kullanılan miktardan artı kalan potasyum dikromatı standart demir sülfat ile titre etmek suretiyle toprakta bulunan karbonu saptayarak organik madde miktarının bulunması yöntemin prensibini oluşturur.

4.3.1. Kullanılan Araç Gereçler

Toprakta Walkey-Black yöntemiyle organik madde tayininde aşağıdaki araç gereçler kullanılır:

- Hassas terazi
- Erlen
- Spatül
- Pipet
- Isıtıcı tabla
- Mezür
- Büret
- Hesap makinesi

4.3.2. Kullanılan Kimyasal ve Çözeltiler

Toprakta Walkey-Black yöntemiyle organik madde tayininde kullanılan kimyasal ve çözeltiler şunlardır:

- **Sülfürik asit**
- **0.1 N Potasyum dikromat çözeltisi:** 105 °C'de 2 saat kurutulmuş ve desikatörde soğutulmuş analitik saflıktaki potasyum dikromattan litrelik balona 49,04 g tartılarak bir miktar saf suda eritildikten sonra son hacim litreye tamamlanır ve balon joje birkaç kez kuvvetlice çalkalanır.
- **0.5 N Standart demir(II)sülfat çözeltisi:** Analitik saflıktaki demir sülfattan litrelik balon jojeye 140 g tartılarak bir miktar saf suda çözülür. Üzerine 15 ml derişik sülfürik asit ilave edilerek soğutulur ve son hacim litreye tamamlanır.
- **Baryum difenilamin sülfonat çözeltisi:** 0,16 g baryum difenilamin sülfonat alınır ve 100 ml balon jojede saf su ile eritilir ve son hacim saf su ile balon jojenin hacim çizgisine tamamlanır.

4.3.3. Analizin Yapılışı

Analize hazırlanmış toprak numunesinden toprağın organik madde içeriğine göre 0,5-2 g arasında tartılarak 500 ml'lik bir erlene aktarılır. Üzerine 10 ml 1 N potasyum dikromat çözeltisi ilave edilip çalkalandıktan sonra bunun üzerine de 20 ml derişik sülfürik asit ilave edilerek 1 dakika daha elle kuvvetlice çalkalanır.

Bu işlemden sonra erlen 150 °C'ye ayarlı ısıtıcı tabla üzerine konularak 1 dakika bekletilir. Isıtma işlemi sonunda duman çıkışı görülecek ve karışım, kiremit kırmızısı-turuncu renk alacaktır. Eğer renk oluşmamışsa 10 ml daha potasyum dikromat çözeltisi ilave

edilerek tekrar ısıtılır (Potasyum dikromat çözeltisi ilave etme-ısıtma işlemi kiremit kırmızısı-turuncu renk oluşuncaya kadar tekrarlanmalıdır.). Renk dönüşümü gerçekleştikten sonra karışımın soğuması beklenir. Soğutma işleminden sonra üzerine 200 ml saf su ilave edildikten sonra 12–13 damla baryum difenilamin sülfonat indikatörü damlatılarak elle çalkalanır. Bu anda karışımın rengi morumsu-lacivert bir hâl alacaktır.

Bu şekilde hazırlanan karışım ayarlı 0,5 N demir(II) sülfat çözeltisi ile tamamen yeşil renk alana kadar titre edilir. Renk dönüşümü gerçekleştiğinde titrasyona son verilir, harcanan demir(II)sülfat çözeltisi ve potasyum dikromat çözeltisi miktarları belirlenir ve hesaplamaya geçilir.

$$\% \text{ Organik Madde} = \frac{(A - (B \times Nk)) \times 0,581}{T}$$

A: Analizde harcanan potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) miktarı (ml)

B: Titrasyonda harcanan demir sülfat ($FeSO_4$) miktarı (ml)

T: Kullanılan numune miktarı (g)

Nk: Demir sülfat çözeltisinin kesin normalitesi

$$Nk = 10 / V$$

10: Potasyum dikromattan alınan miktar (ml)

V: Normalite için titrasyonda harcanan demir sülfat miktarı (ml)

Her analizden önce demir sülfat çözeltisi 10 ml potasyum dikromat (1.0 N) ile ayarlanarak demir sülfat çözeltisinin kesin normalitesi (Nk) bulunmalıdır. Bunun için 500 ml'lik erlene analiz numunesi konulmadan yukarıdaki işlemler uygulanır. İşlem sonunda titrasyonda harcanan potasyum dikromat miktarı (10 ml), demir sülfat miktarına bölünür (Ayarlama yapılmamışsa Nk genellikle 0,5 alınmaktadır.).

Örnek: Analiz için laboratuvara getirilen toprak numunesinden 1 g tartılarak organik madde analizi yapılmış, analizde 34 ml potasyum dikromat ve 50 ml demir sülfat kullanılmıştır. % organik madde miktarını bulunuz (Nk=0,588 alınız.).

Çözüm:



$$\% \text{ Organik Madde} = \frac{(A - (B \times Nk)) \times 0,581}{T}$$




$$\% \text{ Organik Madde} = \frac{(34 - (50 \times 0,588)) \times 0,581}{1} \Rightarrow \% \text{ Organik Madde} = 2,67$$



UYGULAMA FAALİYETİ

- Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak toprakta organik madde tayini yapınız.

Uygulamada kullanılacak araç gereç ve kimyasallar: Hassas terazi, erlen, spatül, pipet, ısıtıcı tabla mezür, büret, hesap makinesi, potasyum dikromat, sülfürik asit, baryum difenilamin sülfonat, demir(II)sülfat

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.➤ Toprak numunesini analize hazırlayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Laboratuvar önlüğünüzü giyiniz.➤ Laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz.➤ Çalışma ortamını ve kullanacağınız araç gereçleri hazırlayınız.➤ Araç gereçlerin temizliğine dikkat ediniz.➤ Toprak numunesini analize hazırlama kurallarına uyunuz.
<ul style="list-style-type: none">➤ 500 ml'lik erlene 0,5-2 g analiz numunesi tartınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Tartım kurallarına uyunuz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Üzerine 10 ml 1 N potasyum dikromat çözeltisi ilave edip çalkalayınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Erlenin kenarlarına bulaşmamasına özen gösteriniz.

<p>➤ Üzerine 20 ml derişik sülfürik asit ilave edip 1 dakika çalkalayınız.</p> 	<p>➤ El ile kuvvetlice çalkalayınız.</p>
<p>➤ Erlenii 150 °C'ye ayarlı ısıtıcı tabla üzerine koyup 1 dakika bekletiniz.</p> 	<p>➤ Duman çıkışını gözlemleyiniz.</p>
<p>➤ Kiremit kırmızısı-turuncu renk oluşmamışsa 10 ml daha potasyum dikromat ilave edip tekrar ısıtınız. ➤ Turuncu renk oluşuncaya kadar bu işlemi tekrarlayınız.</p>	<p>➤ Karışımın rengini uygun ışık ortamında kontrol ediniz.</p>
<p>➤ Karışımı soğuyuncaya kadar bekletiniz.</p>	<p>➤ Oda sıcaklığında bekleterek veya erleni çeşme suyuna tutarak soğutunuz.</p>
<p>➤ Üzerine 200 ml saf su ekleyiniz.</p> 	<p>➤ Mezür veya uygun bir ölçüm aracı kullanınız.</p>
<p>➤ Üzerine 12–13 damla baryum difenilamin sülfonat damlatıp karıştırınız.</p>	<p>➤ Uygun bir pipet veya büret kullanınız.</p>

<p>➤ Ayarlı 0,5 N demir(II)sülfat ile titre ediniz.</p> 	<p>➤ Renk dönüşümüne dikkat ediniz. ➤ Titrasyon kurallarına uyunuz.</p>
<p>➤ Harcanan demir(II)sülfat ve potasyum dikromat miktarlarını belirleyiniz.</p> 	<p>➤ Harcanan miktarları kaydediniz.</p>
<p>➤ Formül yardımı ile % organik madde miktarını hesaplayınız.</p>	<p>➤ Hesap makinesi kullanınız.</p>

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerleri uygun kelimelerle doldurunuz.

1. Organik madde genellikle toprak yüzeyinden cm derinliğe kadar olan üst kısımda toplanmıştır.
2. Organik madde tayininde g arasında numune kullanılır.
3. Organik madde tayininin son aşamasında numune çözeltisi ile tamamen yeşil renge alana kadar titre edilir.

Aşağıdaki sorularda doğru seçeneği işaretleyiniz.

4. Aşağıdakilerden hangisi organik maddenin toprakların kimyasal özelliklerine etkilerinden birisi değildir?
 - A) Toprak canlılarının aktivitesini artırır.
 - B) Bitki besin elementlerinin toprakta tutulmalarına yardım eder.
 - C) Kültür bitkilerinin azot ihtiyaçlarının yarısından fazlasını sağlar.
 - D) Besin elementlerin bitkilere faydalı şekillere çevrilmelerine yardım eder.
5. Aşağıdakilerden hangisi organik madde tayininde kullanılan kimyasal ve çözeltilerden değildir?
 - A) Potasyum dikromat
 - B) Demir(II)sülfat
 - C) Sülfürik asit
 - D) Hidroklorik asit
6. Analiz için laboratuvara getirilen toprak numunesinden 1 g tartılarak organik madde analizi yapılmış, analizde 30 ml potasyum dikromat ve 48 ml demir sülfat kullanılmıştır. % organik madde miktarını bulunuz ($N_k=0,5$ alınız.).
 - A) 3,21
 - B) 3,48
 - C) 3,63
 - D) 3,84

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

Aşağıda verilen cümlelerdeki noktalı yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Toprak çözeltisinde hidrojen iyonlarının konsantrasyonu hidroksil iyonlarından fazla ise toprak karakterlidir.
2. Toprağın pH derecesi arası alkaliliği (bazikliği) gösterir.
3. Doğada en bol bulunan tuz dır.
4. Topraktaki tuz konsantrasyonu artıncade artar.
5. Toprağın % kireç miktarı arasında ise az kireçli topraklar sınıfına girer.
6. Kireç analizinde toprağın kireç içeriğine göre g arasında numune kullanılır.
7. Kalsimetre tüpü, ml sıvı alabilen, altı düz, plastik veya cam kaptır.
8. Organik madde tayininde karışım °C'ye ayarlı ısıtıcı tabla üzerine konularak 1 dakika bekletilir.
9. Organik madde tayininde baryum difenilamin sülfonattan damla kullanılır.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

10. Aşağıdakilerden hangisi pH tayininde kullanılan cihazdır?
A) Kondüktivimetre
B) pH metre
C) Kalsimetre
D) Hidrometre
11. İçerisinde fazla miktarda hidrojen iyonu bulunan topraklar hangisidir?
A) Asitli toprak
B) Kireçli toprak
C) Nötr toprak
D) Alkali toprak
12. Aşağıdakilerden hangisi kireç tayininde kullanılan araç gereçlerdendir?
A) Hidrometre
B) Kalsimetre
C) Bunzen beki
D) Kondüktivimetre

13. Aşağıdakilerden hangisi organik maddenin toprakların fiziksel özelliklerine etkilerinden birisi değildir?

- A) Toprağın su tutma kapasitesini artırır.
- B) Toprağın iyi bir strüktür kazanmasına yardım eder.
- C) Ağır killi toprakların kötü özelliklerini düzeltir.
- D) Besin elementlerinin ayrışmasını sağlar.

14. Aşağıdakilerden hangisi organik maddenin toprakların biyolojik özelliklerine etkilerinden birisi değildir?

- A) Bitki köklerinin gelişmesine yardımcı olur.
- B) Bitki besin elementlerinin toprakta tutulmalarına yardım eder.
- C) Mikroorganizmaların besin ve enerji kaynağıdır.
- D) Mikroorganizmaların gelişmelerine uygun bir ortam oluşturur.

15. Aşağıdakilerden hangisi organik madde tayininde kullanılan araç gereçlerdendir?

- A) Hidrometre
- B) Kalsimetre
- C) Kondüktivimetre
- D) Isıtıcı tabla

16. Toprak numunesinden 1 g alınarak kireç analizi yapılmış, analiz sonucunda karbondioksit gaz hacmi 70 cm^3 , sıcaklık $22 \text{ }^\circ\text{C}$ ve analiz anındaki barometre basıncı 650 mm Hg ölçülmüştür. Bu toprağın % kireç miktarı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) 21,4
- B) 22,6
- C) 23,8
- D) 24,0

17. Toprak numunesinden 1 g tartılarak organik madde analizi yapılmış, analizde 30 ml potasyum dikromat ve 52 ml demir sülfat kullanılmıştır. % organik madde miktarı aşağıdakilerden hangisidir?($N_k=0,5$ almız.)

- A) 2,32
- B) 2,45
- C) 2,55
- D) 2,65

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.	Asitliğini, alkaliliğini, nötr
2.	Nötr
3.	6.5-7.5
4.	7.8-8.4
5.	Asidik
6.	Buffer (Tampon)
7.	15-20

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1.	Buharlaştırma
2.	0,15-0,35
3.	Kurak
4.	20
5.	D
6.	B

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1.	3
2.	0.25
3.	4-5
4.	A
5.	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1.	25-40
2.	0.5-2
3.	Demir (II) sülfat
4.	A
5.	D
6.	B

MODÜL DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

1.	Asit
2.	7-14
3.	Sodyum klorür
4.	Elektriksel iletkenlik
5.	2-4
6.	0.5-2
7.	4-5
8.	150
9.	12-13
10.	B
11.	A
12.	B
13.	D
14.	B
15.	D
16.	C
17.	A

KAYNAKÇA

- BAYRAKLI Fethi, **Toprak ve Bitki Analizleri**, Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Samsun, 1986.
- ERGENE Abdüsselam, **Toprak Biliminin Esasları**, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum, 1993.
- KACAR Burhan, **Toprak Analizleri**, Ankara, 2009.
- ÖZGÜMÜŞ Ahmet, **Seracılık**, Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi Ön Lisans Programı Yayın No:459, Eskişehir, 1995.
- SEZEN Yıldırım, Adil AYDIN, **Toprak Kimyası Laboratuvar Kitabı**, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum, 1995.
- SEZEN Yıldırım, **Toprak Verimliliği**, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Erzurum, 2002.
- TÜZÜNER Aslan, **Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı**, Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 1990.