

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

LABORATUVAR HİZMETLERİ

SULARDA KATYON VE ANYON ANALİZLERİ

Ankara, 2015

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iv
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. SULARDA SODYUM VE POTASYUM TAYİNİ.....	3
1.1. Sularda Katyon ve Anyon Analizlerinin Önemi	3
1.2. Sularda Sodyum ve Potasyum Tayini	4
1.2.1. Kullanılan Araç Gereçler	4
1.2.2. Kullanılan Kimyasal ve Çözeltiler.....	4
1.2.3. Yapılışı.....	5
1.3. Sodyum Adsorbsiyon Oranı.....	5
UYGULAMA FAALİYETİ	7
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	9
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	10
2. SULARDA KALSİYUM VE MAGNEZYUM TAYİNİ.....	10
2.1. Sularda Kalsiyum ve Magnezyum Tayin Metotları	10
2.2. Sularda Volumetrik Kalsiyum ve Magnezyum Tayini	10
2.2.1. Kullanılan Araç Gereçler	10
2.2.2. Kullanılan Kimyasal ve Çözeltiler.....	11
2.2.3. Kalsiyum ve Magnezyum Tayininin Yapılışı	12
2.3. Sularda Sertlik.....	13
2.4. Magnezyum Oranı Yüzdesi	15
UYGULAMA FAALİYETİ	16
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	18
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	19
3. SULARDA KARBONAT VE BİKARBONAT TAYİNİ.....	19
3.1. Kullanılan Araç Gereçler	19
3.2. Kullanılan Kimyasal ve Çözeltiler	19
3.3. Yapılışı.....	20
3.4. Artık Sodyum Karbonat	21
UYGULAMA FAALİYETİ	22
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	24
ÖĞRENME FAALİYETİ-4	25
4. SULARDA KLORÜR TAYİNİ	25
4.1. Kullanılan Araç Gereçler	26
4.2. Kullanılan Kimyasal ve Çözeltiler	26
4.3. Yapılışı.....	27
UYGULAMA FAALİYETİ	28
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	29
ÖĞRENME FAALİYETİ-4	30
5. SULARDA SÜLFAT TAYİNİ	30
5.1. Kullanılan Araç Gereçler	31
5.2. Kullanılan Kimyasal ve Çözeltiler	31
5.3. Yapılışı.....	31
UYGULAMA FAALİYETİ	32
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	33

MODÜL DEĞERLENDİRME	34
CEVAP ANAHTARI.....	36
KAYNAKÇA	38

AÇIKLAMALAR

ALAN	Laboratuvar Hizmetleri
DAL	Gıda, Tarım ve Hayvan Sağlığı Laboratuvarı
MODÜLÜN ADI	Sularda Katyon ve Anyon Analizleri
MODÜLÜN SÜRESİ	40/28
MODÜLÜN AMACI	Bireye / öğrenciye sularda standardına uygun olarak katyon ve anyon analizleri yapmaya yönelik bilgi ve becerileri kazandırmaktır.
MODÜLÜN ÖĞRENME KAZANIMLARI	<ol style="list-style-type: none">1. Cihaz kullanma talimatlarına uygun olarak alev fotometresi ile sularda sodyum ve potasyum tayini yapabileceksiniz.2. Tekniğine uygun olarak EDTA titrasyon yöntemiyle sularda kalsiyum ve magnezyum tayini yapabileceksiniz.3. Tekniğine uygun olarak titrasyon yöntemiyle sularda karbonat ve bikarbonat tayini yapabileceksiniz.4. Tekniğine uygun olarak titrasyon yöntemiyle sularda klorür tayini yapabileceksiniz.5. Tekniğine uygun olarak kolorimetrik yöntemle sülfat tayini yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Laboratuvar ortamı, kütüphane, internet, bireysel öğrenme ortamları vb. Donanım: Spektrofotometre, alev fotometresi, hassas terazi, manyetik karıştırıcı, laboratuvar saati, hesap makinesi, balon joje, pipet, piset, erlen, pipet, büret, amonyum purpurat, EDTA, kalsiyum karbonat, hidroklorik asit, amonyum klorür, amonyak, eriochrome black T, sodyum klorür, metil oranj, fenolftalein, sülfürik asit, etil alkol, sodyum hidroksit, sodyum karbonat, gümüş nitrat, potasyum kromat, baryum klorür, gliserin, sodyum sülfat, sodyum klorür, potasyum klorür
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz.



GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Su, iyi bir çözücü olması nedeniyle doğada saf olarak bulunmaz, içerisinde az ya da çok oranda çözünmüş maddeler bulunur. Suyun kalitesi, içinde erimiş halde bulunan bu maddelerin cinsine ve miktarına bağlıdır. İçme ve kullanma sularında olduğu gibi tarım ve sanayide kullanılacak sularda da suyun bileşimi oldukça önemlidir.

Suda bulunan katyon ve anyonlar çok az miktarlarda bulunabildiği gibi suyun kullanılmasına engel olacak boyutlarda da bulunabilir. Yüksek oranda katyon ve anyon içeren sular, sulama suyu olarak kullanıldığında, gerekli önlemler alınmazsa, toprağın yapısının zamanla bozulmasına neden olur. Sonuçta normal topraklar tuzlu ve çorak topraklara dönüşebilir. Ayrıca bor, cıva gibi bazı elementler az miktarlarda bile bulunsalar bitkilerin büyüme ve gelişmelerine toksik etki yapabilir. Bu nedenle sulamada kullanılan suların katyon ve anyon içeriklerinin bilinmesi önemli bir konudur.

Bu modülü tamamladığınızda sularda katyon ve anyon analizlerini yapabilme bilgi ve becerisine sahip olacaksınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

ÖĞRENME KAZANIMI

Gerekli ortam sağlandığında, cihaz kullanma talimatlarına uygun olarak alev fotometresi ile sulara sodyum ve potasyum tayini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Sulama sularında sodyum ve potasyum tayininin önemini araştırınız.
- Alev fotometresinin çalışma prensibini araştırınız.

1. SULARDA SODYUM VE POTASYUM TAYİNİ

1.1. Sulara Katyon ve Anyon Analizlerinin Önemi

Su, iyi bir çözücü olması nedeniyle doğada saf olarak bulunmaz, içerisinde az ya da çok oranda çözülmüş maddeler bulunur. Suyun kalitesi, içinde erimiş halde bulunan bu maddelerin cinsine ve miktarına bağlıdır. İçme ve kullanma sularında olduğu gibi tarım ve sanayide kullanılacak sulara da suyun bileşimi oldukça önemlidir.

Yağmurlar, yer üstü sularının buharlaşması, bulut haline gelmesi ve tekrar yağışa geçmesiyle ortaya çıkar. Suyun buharlaşması onu saf hale getirir. Bu bakımdan doğada bulunan en saf sular yağmur sularıdır. Ancak bu sulara bile havanın azotu, oksijeni ve karbondioksiti eriyerek suya geçer ve suyun saflığı bozulur. Yeryüzüne düşen suların bir kısmı toprak içine girer, bir kısmı akış haline geçer. Yer içine giren sular, toprak içinde bulunduğu gibi fazlası toprak alt katmanlarına iner, orada geçirimsiz bir tabakaya rastlandığında birikerek yer altı sularını meydana getirir. Yer altı suları, geçtikleri toprak tabakaları içinde bulunan tuzları eriterek bünyesine alır. Yer üstü suları akarsular, göller, göletler ve barajlar olarak karşımıza çıkar. Akarsular daha az yüzeyle karşılaştıklarında daha az tuz içerir. Ancak kaynak noktasında akış istikametine doğru gidildikçe bileşimleri giderek artar.

Suda erimiş halde bulunan maddelere tuz adı verilir. Tuzlar, su içinde elektrolit veya dissosiyasyon olmuş, iyonlarına ayrılmış durumdadır. Tuzlardan bazıları bazik olup, "anyon", bazıları ise asidik olup "katyon" adını alır. Sulara katyon olarak kalsiyum, magnezyum, sodyum ve potasyuma, anyon olarak karbonat (kalsiyum ve magnezyum karbonat, bikarbonat), klorür ve sülfatlara rastlanır.

Suda bulunan katyon ve anyonlar çok az miktarlarda bulunabildiği gibi suyun kullanılmasına engel olacak boyutlarda da bulunabilir. Yüksek oranda katyon ve anyon içeren sular, sulama suyu olarak kullanıldığında, gerekli önlemler alınmazsa, toprağın

yapısının zamanla bozulmasına neden olur. Sonuçta normal topraklar tuzlu ve çorak topraklara dönüşebilir. Ayrıca bor, cıva gibi bazı elementler az miktarlarda bile bulunsalar bitkilerin büyüme ve gelişmelerine toksik etki yapabilir. Bu nedenle sulamada kullanılan suların katyon ve anyon içeriklerinin bilinmesi önemli bir konudur.

1.2. Sularda Sodyum ve Potasyum Tayini

Sularda sodyum ve potasyum tayinleri alev fotometresi kullanılarak fotometrik olarak yapılır. Numunenin sodyum ve potasyum içeriğinin alev fotometresinde okunması ve okuma değerlerinin standart çözeltilerin okuma değerleri ile kıyaslanması yöntemin esasını oluşturur.

1.2.1. Kullanılan Araç Gereçler

Alev fotometresi ile sodyum ve potasyum tayininde kullanılan araç gereçler şunlardır:

- Alev fotometresi
- Pipet
- Balon joje
- Beherglas

1.2.2. Kullanılan Kimyasal ve Çözeltiler

Alev fotometresi ile sodyum ve potasyum tayininde kullanılan kimyasal ve çözeltiler şunlardır:

- **Stok sodyum klorür çözeltisi:** 2,542 g sodyum klorür (NaCl) tartılıp litrelik bir balon jodede saf su ile çözündürülerek hacim çizgisine tamamlanır. Hazırlanan bu çözeltinin 1 litresinde 1000 mg sodyum bulunmaktadır (1000mg/l).
- **Seyreltilmiş sodyum klorür çözeltisi:** Stok sodyum klorür çözeltisinden 10 ml alınarak 100 ml'lik balon jeye aktarılır. Balon joje saf su ile çizgisine tamamlanır. Bu çözelti 100 ppm sodyum içerir (100mg/l).
- **Stok potasyum klorür çözeltisi:** 1,907 g potasyum klorür (KCl) tartılıp litrelik bir balon jodede saf su ile çözündürülerek hacim çizgisine tamamlanır. Hazırlanan bu çözeltinin 1 litresinde 1000 mg potasyum bulunmaktadır (1000mg/l).
- **Seyreltilmiş potasyum klorür çözeltisi:** Stok potasyum klorür çözeltisinden 10 ml alınarak 100 ml'lik balon jeye aktarılır. Balon joje saf su ile çizgisine tamamlanır. Bu çözelti 100 ppm potasyum içerir (100mg/l).
- **Standart çözeltiler:** Hazırlanan 100 mg/l'lik sodyum klorür veya potasyum klorür çözeltisinden numunenin tahmini konsantrasyonunu kapsayacak aralıkta standart çözelti serisi hazırlanır. Burada 0-10 mg/l aralıkta çözelti serisi örnek olarak verilmiştir. Çizelgede belirtilen miktarlarda çözelti alınarak saf su ile 100 ml'ye tamamlanır.

NaCl/KCl çözeltisi (100 mg/l)

0 ml
1 ml
2 ml
3 ml
5 ml
7 ml
10 ml

Sodyum/Potasyum konsantrasyonu (mg/l)

0,0
1,0
2,0
3,0
5,0
7,0
10

1.2.3. Yapılışı

Standart çözeltiler ve numuneler hazırlanır. Alev fotometresi usulüne uygun olarak çalıştırılır, alev ayarı yapılır ve ısınması için 10-15 dakika beklenir. Cihazın filtre düğmesi, okuması yapılacak elemente ayarlanır. Saf su ile sıfır "0" ayarı, konsantrasyonu en yüksek olan standart çözeltiyle de 100 ayarı yapılır.

0 ve 100 ayarı birkaç kez yapıp düzenli olduğu kesinleştirildikten sonra standart çözeltilerin ve numunelerin okuması yapılır. Kalibrasyon eğrisi oluşturularak numunelerin konsantrasyonları belirlenir.

Numunelerden konsantrasyonu okuma aralığının üstünde olanlar varsa bunlar seyreltilerek tekrar okuma yapılır. Numunelerin okuma değerleri elde edilen grafikte değerlendirilerek sonuç seyreltme faktörü ile çarpılır.

1.3. Sodyum Adsorbsiyon Oranı

Sulama sularının kalitesi bakımından sodyum en önemli iyonlardan birisidir. Sodyum bitki büyümesi için çok az miktarlarda gereksinim duyulan bir element olup fazlası bitkilere toksik etki yapar. Ayrıca toprakların fiziksel özellikleri üzerine de olumsuz etkide bulunur. Sodyumlu topraklar yağlı görünümde, su geçirgenliği düşük topraklardır. Kuruduklarında sertleşir, kaymak tabakası bağlar ve büyük çatlaklar meydana getirir.

Sodyum içeriğinin yüksek olduğu sulama sularıyla toprağın sulanması genellikle toprağın sodyumca zenginleşmesine neden olur. Bitki suyla beraber sodyumu alır, terlemeyle suyu kaybederken sodyum yapraklarında birikir ve bitkiye zarar verir. Sodyumun olumsuz etkisi kalsiyum varlığında azalır. Orta derecede kalsiyum verilmesi sodyumun zararlarını azaltacağı gibi kalsiyum miktarının artırılması zararlı etkiyi tamamen önleyebilir.

Sodyumun etkisi, sodyum ve kalsiyum iyonlarının konsantrasyonuna bağlı olduğundan, sulama sularının sodyum bakımından değerlendirilmesinde direkt sodyum miktarı yerine sodyumun suda bulunan diğer katyonlara oranı dikkate alınır. Sodyumun diğer katyonlara nisbi oranına sodyum adsorbsiyon oranı (SAR) denir ve aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanır. Sulama sularının yalnız sodyum bakımından sınıflandırılması yerine, SAR değeri ile tuzluluğun birlikte değerlendirilmesi daha doğrudur.

$$SAR = \frac{Na^+}{\left(\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2} \right)^{1/2}}$$

Eşitlikteki tüm birimler me/l'tir.

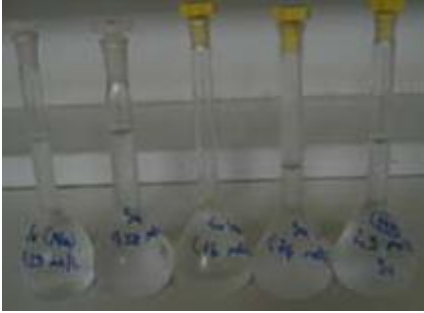

SAR DEĞERİ (%)	SULAMA SUYUNUN NİTELİĞİ
10'dan az	Çok iyi
10-18 arası	İyi
18-26 arası	Orta
26'dan fazla	Kötü

Tablo 1.1: Sulama sularının SAR değerlerine göre sınıflandırılması

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak sularda sodyum ve potasyum tayinlerini yapınız.

Uygulamada kullanılacak araç gereç ve kimyasallar: Balon joje, pipet, piset, hesap makinesi, alev fotometresi, sodyum klorür, potasyum klorür

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Laboratuvar önlüğü giyiniz.➤ Laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz.➤ Çalışma ortamını ve kullanılacak araç gereçleri hazırlayınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Standart çözelti serilerini hazırlayınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Çözelti hazırlama kurallarına uyunuz.➤ Sodyum tayini için sodyum klorür, potasyum tayini için ise potasyum klorür çözelti serileri hazırlayınız.➤ Çözelti serisinin numunenin tahmini konsantrasyonunu kapsayacak aralıkta olması gerektiğini unutmayınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Alev fotometresini çalıştırıp kullanım kılavuzunda belirtildiği şekilde alev ayarı yapınız.➤ Filtre düğmesini ölçümü yapılacak elemente ayarlayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Cihazın ısınması için 10-15 dakika bekleyiniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Alev fotometresinin 0 ve 100 ayarlarını yapınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Saf su ile 0 ayarını, en yüksek konsantrasyonlu standart çözeltiyle de 100 ayarını yapınız.➤ 0 ve 100 ayarlarını birkaç kez yapıp ayarların tam olduğundan emin olunuz.

<p>➤ Çözelti serilerinin ve numunelerin okumasını yapınız.</p> 	<p>➤ Okunan değerlerini kaydediniz.</p>
<p>➤ Kalibrasyon eğrisini çiziniz. ➤ Kalibrasyon eğrisini kullanarak numunenin konsantrasyonunu belirleyiniz.</p>	<p>➤ Kalibrasyon eğrisini oluştururken noktaları doğru seçiniz.</p>
<p>➤ Numunede seyreltme yapılmışsa hesaplama yapınız.</p>	<p>➤ Seyreltilmiş numuneye ait konsantrasyonu seyreltme faktörü ile çarparak numunenin gerçek konsantrasyonunu belirleyiniz.</p>

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Su ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlış bir yargı ifade etmektedir?
A) Su iyi bir çözücü maddedir.
B) Su doğada saf olarak bulunmaz.
C) Su her zaman çok fazla oranda çözünmüş madde içerir.
D) Suyun kalitesi, içinde erimiş halde bulunan maddelerin cinsine ve miktarına bağlıdır.
2. Aşağıdakilerden hangisi sulara bulunan katyonlardan değildir?
A) Kalsiyum
B) Magnezyum
C) Sodyum
D) Kalsiyum karbonat
3. Sulara sodyum ve potasyum tayinlerinde aşağıdaki cihazlardan hangisi kullanılır?
A) Alev fotometresi
B) AAS
C) ICP
D) UV Spektrofotometre
4. Sulara sodyum tayininde alev fotometresinin sıfır "0" ayarı aşağıdakilerden hangisi ile yapılır?
A) Konsantrasyonu en yüksek olan standart çözelti
B) Saf su
C) Saf sodyum
D) Seyreltilmiş sodyum klorür çözeltisi

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız.

5. Bitki suyla beraber sodyumu alır, terlemeyle suyu kaybederken sodyum birikir ve bitkiye zarar verir.
6. Sodyumun olumsuz etkisi varlığında azalır.
7. Sodyumun diğer katyonlara nisbi oranına denir.

DEĞERLENDİRME

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

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

ÖĞRENME KAZANIMI

Gerekli ortam sağlandığında, tekniğine uygun olarak EDTA titrasyon yöntemiyle sularda kalsiyum ve magnezyum tayini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Sularda kalsiyum ve magnezyum tayinlerinin amacı hakkında araştırma yapınız.
- Sularda kalsiyum ve magnezyum tayin metodlarını araştırınız.

2. SULARDA KALSİYUM VE MAGNEZYUM TAYİNİ

2.1. Sularda Kalsiyum ve Magnezyum Tayin Metotları

Sularda kalsiyum ve magnezyum tayinleri volumetrik veya fotometrik yöntemlerle yapılabilir. Volumetrik yöntemde EDTA titrasyonu ile fotometrik yöntemlerde ise alev fotometresi, atomik absorpsiyon spektrofotometresi veya ICP ile ölçüm yapılarak kalsiyum ve magnezyum konsantrasyonu tespit edilir.

2.2. Sularda Volumetrik Kalsiyum ve Magnezyum Tayini

Sularda volumetrik yöntemle kalsiyum ve magnezyum tayinleri, numunenin tampon çözeltiler eklenerek uygun pH değerine ayarlanmasından sonra EDTA çözeltisi ile titre edilmesiyle yapılır. Numunenin pH değeri 10'a ayarlanmışsa kalsiyum ve magnezyum miktarları toplamı tespit edilir. 12-13'e ayarlanmış ise (ortamdaki magnezyum, $Mg(OH)_2$ halinde çöktüğünden) sadece kalsiyum miktarı tespit edilmiş olur. Kalsiyum + magnezyum miktarından da kalsiyum miktarı çıkarılarak magnezyum miktarı hesaplanır.

2.2.1. Kullanılan Araç Gereçler

Sularda volumetrik yöntemle kalsiyum ve magnezyum tayininde kullanılan araç gereçler şunlardır:

- Pipet
- Beher
- Büret
- Cam baget

2.2.2. Kullanılan Kimyasal ve Çözeltiler

Sularda volumetrik yöntemle kalsiyum ve kalsiyum+magnezyum tayinlerinde kullanılan kimyasal ve çözeltiler şunlardır:

- **Standart kalsiyum karbonat çözeltisi (0,01 N):** 0,5 g kalsiyum karbonat (CaCO_3), yaklaşık 10 ml seyreltik (1+3'lük) hidroklorik asitte çözündürülür ve saf su ile hacmi litreye tamamlanır. Fazla asit ilavesinden kaçınılmalı fakat çözünmenin de tam olmasına dikkat edilmelidir. Bu çözeltinin 1 ml'si 0,5 mg CaCO_3 içerir.
- **EDTA çözeltisi (0,01 N):** 1,86 g etilen diamin tetra asetat disodyum ($\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{Na}_2\text{O}_8 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) (titriplex III) bir miktar saf suda çözündürülür ve hacmi litreye tamamlanır. Bu çözelti standart kalsiyum karbonat çözeltisine karşı ayarlanır. EDTA ve kalsiyum karbonat çözeltilerinin normaliteleri eşit olduğuna göre, 1 ml 0,01 N EDTA çözeltisi 0,5 mg CaCO_3 'a tekabül eder.

- **EDTA çözeltisinin ayarlanması:** 100 ml'lik bir erlene 25 ml 0,01 N kalsiyum karbonat çözeltisi konur. Üzerine 1 ml 2 N sodyum hidroksit çözeltisi ve 0,1 g (bir spatul ucu kadar) amonyum purpurat (mürexid) indikatörü ilave edilir. Renk koyu pembe olur. Renk mor veya eflatuna dönüşüncüye kadar EDTA çözeltisi ile titre edilir. Aşağıdaki eşitlik yardımıyla EDTA çözeltisinin normalitesi hesaplanır.

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

N_1 : Kalsiyum klorür çözeltisinin normalitesi

V_1 : Kullanılan kalsiyum klorür çözeltisi miktarı (ml)

N_2 : EDTA çözeltisinin normalitesi

V_2 : Titrasyonda harcanan EDTA miktarı (ml)

Örneğin, titrasyonda 5 ml kalsiyum klorür kullanılmış ve 5,1 ml EDTA harcanmış olsun, o zaman EDTA çözeltisinin normalitesi;

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

$$0,01 \times 5,0 = N_2 \times 5,1$$

$$N_2 = 0,0098 \text{ olur.}$$

- **Sodyum hidroksit çözeltisi (2 N):** 80 g sodyum hidroksit (NaOH) bir miktar saf su ile çözündürülüp hacmi litreye tamamlanır.
- **Amonyum purpurat (Mürexid) indikatörü:** 0,2 g amonyum purpurat 100 g sodyum klorür ile veya 0,5 g amonyum purpurat 100 g potasyum sülfat ile iyice karıştırılarak kullanılır. Uzun süre dayanıklıdır.
- **Tampon çözelti (pH=9,5):** 67,5 g amonyum klorür (NH_4Cl), 570 ml derişik amonyak (NH_3) içinde çözündürülür ve hacmi saf su ile litreye tamamlanır.
- **Eriochrome Black T indikatörü:** 0,5 gr Eriochrome black T ve 100 gr NaCl bir havanda çok ince ezilerek karıştırılır. Bu katı indikatör karışımı uzun zaman dayanıklıdır. 0.5 g Eriochrome Black T, 100 ml etil alkolde çözündürülerek çözelti olarak da hazırlanabilir. Bu çözelti yaklaşık bir ay kullanılabilir.

2.2.3. Kalsiyum ve Magnezyum Tayininin Yapılışı

➤ Kalsiyum tayini

Su numunesinden 25 ml alınarak 100 ml'lik erlene konur. Üzerine 1 ml 2 N sodyum hidroksit çözeltisi ve indikatör olarak 0,1 g kadar amonyum purpurat eklenir. Bu esnada koyu pembe renk oluşur. Karışımın rengi mor veya eflatuna dönüncüye kadar EDTA çözeltisi ile titre edilir. Renk dönüncü titrasyon sonlandırılarak harcanan EDTA çözeltisi miktarı kaydedilir.

Kalsiyum miktarı me/l olarak aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanır.

$$\text{Ca (me/l)} = \frac{V \times N \times 1000}{a}$$

V= Titrasyonda harcanan EDTA miktarı (ml)

N= EDTA çözeltisinin normalitesi

a= Numune miktarı (ml)

➤ Kalsiyum + magnezyum tayini

Su numunesinden 25 ml alınarak 100 ml'lik erlene konur. Üzerine 1 ml tampon çözeltisi ve indikatör olarak 0,1 g Eriochrome Black T eklenir. Bu esnada şarap kırmızısı renk oluşur. Karışımın rengi açık berrak maviye dönüncüye kadar EDTA çözeltisi ile titre edilir. Renk dönüncü titrasyon sonlandırılarak harcanan EDTA çözeltisi miktarı kaydedilir.

Kalsiyum + Magnezyum miktarı me/l olarak aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanır.

$$\text{Ca + Mg (me/l)} = \frac{V \times N \times 1000}{a}$$

V= Titrasyonda harcanan EDTA miktarı (ml)

N= EDTA çözeltisinin normalitesi

a= Numune miktarı (ml)

Kalsiyum ve kalsiyum + magnezyum miktarları tespit edildikten sonra kalsiyum + magnezyum miktarından kalsiyum miktarı çıkarılarak magnezyum miktarı hesaplanır.

Sonuçlar mg/l olarak ifade edilmek istenirse, bulunan kalsiyum miktarı 20,04 (kalsiyumun ekivalant ağırlığı) ile magnezyum miktarı 12,16 (magnezyumun ekivalant ağırlığı) ile çarpılarak mg/l olarak ifade edilir.

Örnek: Numuneden 25 ml alınarak kalsiyum ve kalsiyum + magnezyum tayinleri yapılıyor. Bu işlem için 0,01 normal EDTA çözeltisinden kalsiyum tayini için 10,25 ml, kalsiyum + magnezyum tayini için ise 11,50 ml harcanıyor. Buna göre numunenin kalsiyum, kalsiyum + magnezyum ve magnezyum içeriğini hesaplayınız.

Çözüm:

İlk önce kalsiyum miktarı belirlenir;

V= Titrasyonda harcanan EDTA miktarı (ml) = 10,25 ml

N= EDTA çözeltisinin normalitesi = 0,01 N

a= Numune miktarı (ml) = 25 ml

$$\text{Ca (me/l)} = \frac{V \times N \times 1000}{a} = \frac{10,25 \times 0,01 \times 1000}{25} = 4,1 \text{ me/l}$$

Daha sonra kalsiyum + magnezyum miktarı bulunur;

V= Titrasyonda harcanan EDTA miktarı (ml) = 11,50 ml

N= EDTA çözeltisinin normalitesi = 0,01 N

a= Numune miktarı (ml) = 25 ml

$$\text{Ca + Mg (me/l)} = \frac{V \times N \times 1000}{a} = \frac{11,50 \times 0,01 \times 1000}{25} = 4,6 \text{ me/l}$$

Kalsiyum ve kalsiyum + magnezyum miktarları tespit edildikten sonra kalsiyum + magnezyum miktarından kalsiyum miktarı çıkarılarak magnezyum miktarı hesaplanır.

$$\text{Mg (me/l)} = \text{Ca + Mg (me/l)} - \text{Ca (me/l)}$$

$$\text{Mg (me/l)} = 4,6 - 4,1$$

$$\text{Mg (me/l)} = 0,5 \text{ me/l}$$

2.3. Sularda Sertlik

Sularda sertlik (acılık), içme, endüstri ve hizmet alanlarında önemli bir kalite özelliğidir. Genel olarak suların içerdiği çözülmüş haldeki kalsiyum ve magnezyum iyonlarının toplamı **suyun sertliği** olarak ifade edilir. Sular, erimiş halde bulunan kalsiyum ve magnezyumu; bikarbonat tuzları, sülfat tuzları, klorür tuzları ve ayrıca az miktarda nitrat tuzları halinde içerir. Özellikle kalsiyum bikarbonat ve kalsiyum sülfat suyun sertliğinde önemli rol oynar.

Suların sertliği; kalıcı sertlik, geçici sertlik ve toplam sertlik olarak üç şekilde değerlendirilir.

- **Geçici sertlik (karbonat sertliği):** Geçici sertlik, sudaki kalsiyum ve magnezyum bikarbonat tuzlarından oluşan sertliktir. Su ısıtıldığında geçici sertlik veren maddeler karbondioksit vererek ayrışır, kalsiyum karbonat ve magnezyum hidroksit çökerek sudan ayrılır. Bu şekilde ısıtılarak giderilebilen sertliğe **geçici sertlik** denir.
- **Kalıcı sertlik (karbonat olmayan sertlik):** Magnezyum ve kalsiyumun sülfat, nitrat ve klorür tuzlarından oluşan sertliğe **kalıcı sertlik** denir. Kalıcı sertliği oluşturan tuzlar ısı ile ayrışmaz.
- **Toplam sertlik (sertlik bütünü):** Kalıcı ve geçici sertlik toplamına **toplam sertlik** denir. Sudaki toplam Ca^{2+} ve Mg^{2+} iyonlarının bulunması yoluyla suyun sertliği belirlenir.

Suların sertliği suyun içermiş olduğu kalsiyum oksit veya karbonatlarının miktarı ölçü alınarak miliekiyalan veya "sertlik derecesi" birimi ile ifade edilir. İçme suyu ile ilgili ölçümlerde genellikle sertlik derecesi birimi tercih edilir. Farklı sertlik derecesi birimleri kullanılmakla beraber en çok kullanılanları Fransız sertlik derecesi (FS), İngiliz sertlik derecesi (IS) Alman sertlik derecesi (AS)'dir. Ülkemizde yaygın olarak Fransız sertlik derecesi kullanılır.

- **Fransız sertlik derecesi (FS°):** Suyun 100 ml'sinde 1 mg $CaCO_3$ kapsayan suyun sertliği, 1 Fransız Sertlik Derecesi olarak ifade edilir.
- **İngiliz sertlik derecesi (IS°):** Suyun 70 ml'sinde 1 mg $CaCO_3$ kapsayan suyun sertliği, 1 İngiliz Sertlik Derecesi olarak ifade edilir.
- **Alman sertlik derecesi (AS°):** Suyun 100 ml'sinde 1 mg CaO kapsayan suyun sertliği 1 Alman Sertlik Derecesi olarak ifade edilir.

Sertlik derecelerini birbirine çevirmek mümkündür. $1 FS^\circ = 0,7 IS^\circ = 0,56 AS^\circ$ dir.

SINIFLANDIRMA	Alman Sertlik Derecesi	Fransız Sertlik Derecesi	İngiliz Sertlik Derecesi	ppm (mg/l)
Çok yumuşak su	0 - 4	0 - 7.2	0 - 5	0 - 72
Yumuşak su	4 - 8	7.2 - 14.2	5 - 10	72 - 145
Orta sert su	8 - 12	14.2 - 21.5	10 - 15	145 - 215
Sert su	12 - 18	21.5 - 32.5	15 - 22.5	215 - 325
Çok sert su	18 - 30	32.5 - 54.0	22.5 - 37.5	325 - 545

Tablo 2.1: Toplam sertlik derecelerine göre suların sınıflandırılması

Sularda sertlik tayininde;

- Sabun çözültisi yöntemi,
- Hesap yöntemi,
- EDTA titrasyon yöntemi,

gibi farklı yöntemler uygulanabilmekle beraber çoğunlukla EDTA titrasyon yöntemi kullanılır. Kalsiyum + magnezyum tayininde anlatıldığı şekilde analiz yapıp titrasyonda harcanan EDTA miktarından suyun toplam sertliği belirlenir.

- Titrasyonda **0.01 N EDTA çözeltisi** kullanılmışsa;

1 ml 0.01 N EDTA çözeltisi 0,5 mg CaCO₃'a eş değer olduğundan, 50 ml numunenin titrasyonu için harcanan EDTA miktarı direk Fransız sertlik derecesi olarak suyun sertlik derecesini verir. Farklı hacimlerde numune kullanıldığı durumlarda aşağıdaki formül yardımıyla suyun sertliği Fransız sertlik derecesi olarak hesaplanır.

$$\text{Toplam sertlik (FS }^\circ) = (V \times 50) / a$$

V= Titrasyonda harcanan EDTA miktarı (ml)

a= Numune miktarı (ml)

- Titrasyonda **0.01 M EDTA çözeltisi** kullanılmışsa;

1 ml 0.01 M EDTA çözeltisi 1 mg CaCO₃'a eş değer olduğundan, 100 ml numunenin titrasyonu için harcanan EDTA miktarı direkt Fransız sertlik derecesi olarak suyun sertlik derecesini verir. Farklı hacimlerde numune kullanıldığı durumlarda aşağıdaki formül yardımıyla suyun sertliği Fransız sertlik derecesi olarak hesaplanır.

$$\text{Toplam sertlik (FS }^\circ) = (V \times 100) / a$$

V= Titrasyonda harcanan EDTA miktarı (ml)

a= Numune miktarı (ml)

Kalıcı ve geçici sertliklerin de belirlenmesi istenirse, numuneden yaklaşık 250 ml alınarak geçici sertliğin uzaklaştırılması amacıyla, yarım saat kaynatılır ve soğutulduktan sonra bu numune üzerinde analiz yapıp kalıcı sertlik belirlenir. Toplam sertlikten kalıcı sertlik çıkarıldığında ise geçici sertlik belirlenmiş olur.

2.4. Magnezyum Oranı Yüzdesi

Sulama sularında, magnezyum miktarının, kalsiyum + magnezyum miktarına oranına **magnezyum oranı yüzdesi** denir ve aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanır.



$$\text{Magnezyum Oranı} = \frac{\text{Mg}^{++}}{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}} \times 100$$

Sulama suyunda bulunan iki değerlikli iyonlar içinde magnezyum oranı %50'yi geçerse bu su ile temas eden topraklarda değişebilir magnezyum birikimi olabilir. Bu da bitkiye toksik etki yapar.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak suda kalsiyum tayini yapınız.



Uygulamada kullanılacak araç gereç ve kimyasallar: Hassas terazi, erlen, pipet, büret, hesap makinesi, sodyum hidroksit, amonyum purpurat, EDTA, kalsiyum karbonat, hidroklorik asit

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Laboratuvar önlüğü giyiniz.➤ Laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz.➤ Çalışma ortamını ve kullanılacak araç gereç ve çözeltileri hazırlayınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Numunedan 25 ml alarak uygun bir erlene aktarınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ 100 ml'lik erlen kullanınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Üzerine 1 ml 2 N NaOH çözeltisi ilave ediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Pipetin temiz olduğundan emin olunuz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Üzerine 0,1 g amonyum purpurat ilave ederek karıştırınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Spatül kullanınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Eflatun rengi elde edinceye kadar EDTA çözeltisi ile titre ediniz. 	<ul style="list-style-type: none">➤ EDTA'yı damla damla ekleyiniz.➤ Renk değişimi sabit kalınca işleme son veriniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Harcanan EDTA çözeltisi miktarını kaydedip formülden sonucu hesaplayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Harcanan miktarı dikkatli okuyunuz.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak sulara kalsiyum + magnezyum tayini yapınız.

Uygulamada kullanılacak araç gereç ve kimyasallar: Hassas terazi, erlen, pipet, büret, hesap makinesi, kalsiyum karbonat, hidroklorik asit, EDTA, amonyum klorür, amonyak, eriochrome black T, sodyum klorür

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Laboratuvar önlüğü giyiniz.➤ Laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz.➤ Çalışma ortamını, kullanılacak araç gereç ve çözeltileri hazırlayınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Numuneden 25 ml alarak uygun bir erlene aktarınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ 100 ml'lik erlen kullanınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Üzerine 1 ml tampon çözelti ilave ediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Pipetin temiz olduğundan emin olunuz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Üzerine 0,1 g Eriochrome Black T indikatörü ilave ediniz. 	<ul style="list-style-type: none">➤ İndikatör çözelti halinde ise 1-2 damla ekleyiniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Renk açık berrak mavi olana kadar EDTA ile titre ediniz. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Renk değişimine dikkat ediniz.➤ Renk değişimi sabit kalınca işleme son veriniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Harcanan EDTA çözeltisi miktarını kaydedip formülden sonucu hesaplayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Harcanan miktarı dikkatli okuyunuz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Sularda kalsiyum ve magnezyum tayinleri volumetrik veya fotometrik yöntemlerle yapılabilir. Aşağıdakilerden hangisi volumetrik yöntemi karşılamaktadır?
A) Alev fotometresi
B) AAS
C) ICP
D) EDTA titrasyonu
2. Sularda volumetrik yöntemle kalsiyum ve magnezyum tayininde aşağıdakilerden hangisi **kullanılmaz**?
A) Alev fotometresi
B) Beher
C) Büret
D) Pipet
3. Sularda volumetrik yöntemle kalsiyum ve magnezyum tayininde kullanılan numune miktarı ne kadardır?
A) 100 ml
B) 25 ml
C) 1 litre
D) 0,1 g

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız.

4. Sularda volumetrik yöntemle kalsiyum ve magnezyum tayinleri, numunenin tampon çözeltiler eklenerek uygun değerine ayarlanmasından sonra çözeltisi ile titre edilmesiyle yapılır.
5. Numunenin pH değeri ayarlanmışsa kalsiyum ve magnezyum miktarları toplamı tespit edilir. 12-13'e ayarlanmış ise (ortamdaki magnezyum, $Mg(OH)_2$ halinde çöktüğünden) sadece miktarı tespit edilmiş olur.

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 tekniğine uygun olarak titrasyon yöntemiyle sularda karbonat ve bikarbonat tayini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Karbonat ve bikarbonat tayinlerinin amaçlarını araştırınız.
- Karbonat ve bikarbonat tayin yöntemleri araştırınız.

3. SULARDA KARBONAT VE BİKARBONAT TAYİNİ

Sularda karbonat ve bikarbonat tayinleri volumetrik yöntem kullanılarak yapılır. Asitle titrasyon yapmak suretiyle karbonat ve bikarbonat anyonlarının miktarı saptanır.

3.1. Kullanılan Araç Gereçler

Sularda karbonat ve bikarbonat tayinlerinde aşağıdaki araç gereçler kullanılır:

- Büret
- Pipet
- Erlen

3.2. Kullanılan Kimyasal ve Çözeltiler

Sularda karbonat ve bikarbonat tayinlerinde aşağıdaki kimyasal ve çözeltiler kullanılır.

- **Metiloranj indikatör çözeltisi (%0,1):** 0,1 g metiloranj bir miktar saf suda çözündürülüp hacmi 100 ml'ye tamamlanır.
- **Fenolftaleyn indikatör çözeltisi:** 5 g fenolftaleyn ($C_{20}H_{14}O_4$), 500 ml %95'lik etil alkolde çözündürülür. Balon jode saf su ile hacmi litreye tamamlanır. Pembe renk elde edilinceye kadar 0,02 N sodyum hidroksit çözeltisi damla damla ilave edilir.
- **Sodyum hidroksit çözeltisi (0,02 N):** 10 g sodyum hidroksit bir miktar saf suda çözündürülür ve hacmi litreye tamamlanır.
- **Sülfürik asit çözeltisi (0,01 N):** Litrelik balon jeye bir miktar saf su konulup üzerine 0,27 ml H_2SO_4 (%98'lik, $d=1,84 \text{ g/cm}^3$) eklenir ve saf su ile litreye tamamlanır. Bu çözelti standardizasyonu yapıldıktan sonra kullanılır. Standardizasyon çeşitli yöntemlerle yapılabilir. Burada 0,01 N sodyum karbonat

(Na₂CO₃) çözeltisi ile standardizasyon anlatılacaktır. 200°C’de kurutulmuş Na₂CO₃’ten 0,053 g tartılır, saf suda çözündürülür ve 100 ml’ye tamamlanır. Hazırlanan 0,01 N sodyum karbonat çözeltisinden 5 ml alınıp erlene aktarılır. Üzerine 1-2 damla metiloranj damlatılır. Renk sarıdan turuncuya dönene kadar H₂SO₄ çözeltisi ile titre edilip aşağıdaki eşitlikten H₂SO₄ çözeltisinin normalitesi hesaplanır.

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

N₁: Sodyum karbonat çözeltisinin normalitesi (0,01 N)

V₁: Kullanılan sodyum karbonat çözeltisi miktarı (ml) (5 ml)

N₂: Sülfürik asit çözeltisinin normalitesi

V₂: Titrasyonda harcanan sülfürik asit miktarı (ml)

3.3. Yapılışı

Su numunesinden 50 ml alınıp erlene konur. Üzerine birkaç damla fenolftaleyn indikatörü damlatılır. Oluşan pembe renk kayboluncaya kadar sülfürik asit çözeltisi ile titre edilir, harcanan sülfürik asit miktarı (Y) kaydedilir. Formül yardımıyla karbonat miktarı belirlenir (Fenolftaleyn indikatörü damlatıldığında numune pembe renk almaz ise karbonat yok demektir, bu durumda suyun pH değeri 8,2’den küçüktür.).

$$\text{Karbonat (CO}_3\text{) (me/l)} = \frac{2Y \times N \times 1000}{a}$$

Y= Titrasyonda harcanan H₂SO₄ miktarı (ml)

N= H₂SO₄ çözeltisinin normalitesi

a= Numune miktarı (ml)

Karbonat tayininde titrasyon tamamlanıp harcanan sülfürik asit miktarı kaydedildikten sonra rengi kaybolmuş aynı su numunesi üzerine 2-3 damla metiloranj indikatörü damlatılır. Sarı renk oluşan numunenin üzerine yine 5 saniye aralıklarla damla damla sülfürik asit konulmaya devam edilir. Renk kırmızıya dönünce damlatmaya son verilir ve harcanan sülfürik asit miktarı (Z) büretten okunarak kaydedilir. Formül yardımıyla bikarbonat miktarı belirlenir.

$$\text{Bikarbonat (HCO}_3\text{) (me/l)} = \frac{(Z-2Y) \times N \times 1000}{a}$$

Y= Karbonat tayininde harcanan H₂SO₄ miktarı (ml)

Z= Karbonat ve bikarbonat tayinlerinde harcanan toplam H₂SO₄ miktarı (ml)

N= H₂SO₄ çözeltisinin normalitesi

a= Numune miktarı (ml)

Örnek: 50 ml su numunesi alınmış, karbonat tayininde 18 ml, bikarbonat tayininde ise 42 ml (karbonat + bikarbonat için harcanan toplam miktar) 0,0096 N sülfürik asit çözeltisi harcanmıştır. Numunenin karbonat ve bikarbonat miktarlarını hesaplayınız.

Çözüm:

$$\text{Karbonat (CO}_3\text{) (me/l)} = \frac{(2 \times 18) \times 0,0096 \times 1000}{50} = 6,91 \text{ me/l}$$

$$\text{Bikarbonat (HCO}_3\text{) (me/l)} = \frac{(42 - 2 \times 18) \times 0,0096 \times 1000}{50} = 1,15 \text{ me/l}$$

3.4. Artık Sodyum Karbonat

Sulama suyu kalitesinin belirlenmesinde ve sınıflandırmada dikkate alınan kriterlerden biri de artık sodyum karbonat miktarıdır. Karbonat ve bikarbonat miktarlarının toplamından toplam kalsiyum ve magnezyum miktarı çıkarıldığında elde edilen değere artık sodyum karbonat (RSC) denir ve aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanır.

$$\text{RSC (me/l)} = (\text{CO}_3 + \text{HCO}_3) - (\text{Ca} + \text{Mg})$$

Sulama sularının artık sodyum karbonat miktarına göre sınıflandırılmasında RSC değeri;



- 1,25'ten düşük olan sular sulamada güvenli,
- 1,25-2,5 aralığında olan sular sulamada riskli,
- 2,5'ten yüksek olan sular alkalilik oluşturacakları için sulamada kullanılamaz.

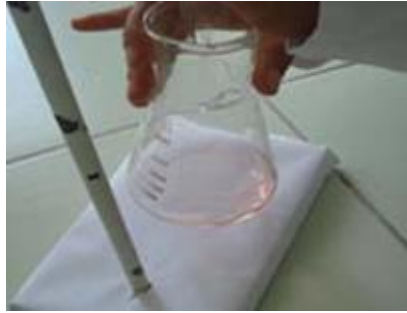
İçeriğinde fazla kalsiyum ve magnezyum bulunan sularda karbonat bulunmaz. Çünkü CaCO_3 ve MgCO_3 suda güç erir. Normal sularda karbonat miktarı bikarbonata oranla çok düşüktür. Suda karbonatın fazla bulunması, sodyum yüzdesinin yüksekliğini gösterir. Suyu alkali duruma getirir. Nemin az, buharlaşmanın çok olduğu yerlerde ve mevsimlerde, sulama yağmurlama şeklinde yapılırsa çok küçük derişimlerdeki HCO_3 bile meyveli bitkilerde ve fidelerde önemli bir sorun olur. Yapraklarda ve meyvelerde daha sonraki sulamalarda giderilmeyen beyaz çökelmeler oluşur.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak sulara karbonat ve bikarbonat tayinleri yapınız.

Uygulamada kullanılacak araç gereç ve kimyasallar: Hassas terazi, erlen, pipet, büret, hesap makinesi, metil oranj, fenolftalein, sülfürik asit, etil alkol, sodyum hidroksit, sodyum karbonat

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Laboratuvar önlüğü giyiniz.➤ Laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz.➤ Çalışma ortamını ve kullanılacak araç gereçleri hazırlayınız.➤ Kullanılacak çözeltileri hazırlayınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Numuneden 50 ml alarak uygun bir erlene aktarınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ 100 ml'lik erlen kullanınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Üzerine birkaç damla fenolftalein indikatörü ilave ediniz. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Damlalık kullanınız.➤ İndikatör ilave ettikten sonra pembe rengin oluştuğuna dikkat ediniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Pembe renk kayboluncaya kadar 0,01 N sülfürik asit çözeltisi ile titre ediniz. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Titrasyon kurallarına uyunuz.➤ Sülfürik asiti 5 saniye aralıklarla damla damla ilave ediniz.➤ Rengin kaybolduğu anı dikkatli gözleyiniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Harcanan sülfürik asit miktarını (Y) kaydediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Büretten okumayı göz hizasında yapınız.

<p>➤ Üzerine 2-3 damla metil oranj indikatörü ilave ediniz.</p> 	<p>➤ Temiz bir damlalık kullanarak damlatınız. ➤ İndikatör ilave ettikten sonra sarı rengin oluştuğuna dikkat ediniz.</p>
<p>➤ Renk kırmızıya dönünceye kadar 0,01 N sülfürik asit çözeltisi ile titre ediniz.</p> 	<p>➤ Titrasyon kurallarına uyunuz. ➤ Sülfürik asiti 5 saniye aralıklarla damla damla ilave ediniz. ➤ Renk değişimini dikkatli gözleyiniz.</p>
<p>➤ Harcanan sülfürik asit miktarını (Z) kaydediniz.</p>	<p>➤ Büretten okumayı göz hizasında yapınız.</p>
<p>➤ Hesaplama yapınız.</p>	<p>➤ Hesaplamalarda ilgili formülleri kullanınız.</p>

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Sularda karbonat tayininde indikatör olarak aşağıdakilerden hangisi kullanılmaktadır?
A) Metiloranj
B) Fenolftaleyn
C) Sülfürik asit
D) Sodyum hidroksit
2. Sularda karbonat tayininde indikatör olarak aşağıdakilerden hangisi kullanılmaktadır?
A) Metiloranj
B) Fenolftaleyn
C) Sülfürik asit
D) Sodyum hidroksit
3. 50 ml su numunesi alınmış, karbonat tayininde 20 ml 0,0096 N sülfürik asit çözeltisi harcanmıştır. Numunenin karbonat miktarı aşağıdakilerden hangisidir?
A) 6,91 me/l
B) 0,96 me/l
C) 19,2 me/l
D) 7,68 me/l
4. 50 ml su numunesi alınmış, karbonat tayininde 20 ml, bikarbonat tayininde ise 48 ml (karbonat + bikarbonat için harcanan toplam miktar) 0,0096 N sülfürik asit çözeltisi harcanmıştır. Numunenin bikarbonat miktarı aşağıdakilerden hangisidir?
A) 1,150 me/l
B) 0,96 me/l
C) 1,536 me/l
D) 0,768 me/l
5. Sulama suyu kalitesinin belirlenmesinde ve sınıflandırmada dikkate alınan kriterlerden biri de artık sodyum karbonat miktarıdır (RSC). Sulamada güvenli suların RSC değeri aşağıdakilerden hangisidir?
A) 1,25'ten düşük
B) 1,25-2,5 aralığında
C) 2,5'ten yüksek
D) Hepsi

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, tekniğine uygun olarak titrasyon yöntemiyle sulara klorür tayini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Sulara klorür tayininin amaçları hakkında araştırma yapınız.
- Sulara klorür tayin yöntemlerini araştırınız.

4. SULARDA KLORÜR TAYİNİ

Klorür (Cl⁻), sulara çok yaygın bir şekilde bulunan iyonlardan birisi olup 1 mg/l'den birkaç bin mg/l'ye kadar klorür iyonuna rastlanır. Konsantrasyonun yüksek olması arzu edilmeyen bir durumdur. İçme sularında, 250 mg/l'den fazla klorür bulunmamalıdır.

Klorürler, klorürlü kayaç ve zeminlerden erime, deniz kıyısındaki kuyularda tuzlu su kirlenmesi, tarımsal amaçlarla kullanılan kimyasal gübreler, su yumuşatma tesisleri, petrol kuyuları ve rafinerileri, kâğıt üretimi vb. endüstriyel ve konutsal atık suların karışma yoluyla suların bünyesine geçer. Bu açıdan takip edilen suda ani klorür yüksekliği oluşursa sebebi mutlaka araştırılmalıdır.

Klorür sulara NaCl, CaCl₂ ve MgCl₂ olarak bileşikler halinde bulunur. Eğer sudaki klorür içeriği NaCl tuzundan ileri geliyorsa, 250 mg/l klorür konsantrasyonu suda belirgin bir tuzluluk tadı oluşturmaya yeterlidir. Eğer klorür konsantrasyonu Ca⁺⁺ ve Mg⁺⁺ katyonları şeklinde bulunuyorsa 1000 mg/l gibi büyük bir konsantrasyonda bile suda tuzlu bir tat oluşturmaz.

Sulama sularında yüksek konsantrasyonlarda klorür bulunmamalıdır. Tek yıllık bitkiler düşük klorür derişimlerine hassas olmamalarına karşın, çok yıllık bitkilerin çoğu çok düşük klorür derişimlerine bile hassastır.

Sulama suyunun klorür açısından değerlendirilmesinde klorür miktarı me/l olarak;

- 4'ten düşük ise çok iyi,
- 4-7 arası iyi,
- 7-12 arası kullanılabilir,
- 12-20 arası şüpheli,
- 20'den yüksek ise kullanılamaz kabul edilir.

Sulara klorür tayini için farklı yöntemler geliştirilmiştir. Bu modülde mohr metodu anlatılacaktır. Mohr metodu, numunenin potasyum kromat indikatörü kullanılarak gümüş

nitrat ile titre edilmesi suretiyle klorür miktarının belirlenmesi esasına dayanır. Klorür, kromatlı nötr ve hafif bazik ortamda gümüş nitratla beraber titre edilir. Gümüş klorür çöker ve dönüm noktasında tuğla kırmızısı renginde gümüş kromat meydana gelir.

4.1. Kullanılan Araç Gereçler

Klorür tayininde aşağıdaki araç gereçler kullanılır:

- Pipet
- Büret
- Erlen
- Hassas terazi

4.2. Kullanılan Kimyasal ve Çözeltiler

Klorür tayininde kullanılan kimyasal ve çözeltiler şunlardır:

- **Potasyum kromat indikatör çözeltisi (%5'lik):** 5 g potasyum kromat (K_2CrO_4) saf su içerisinde çözündürülür ve sabit kırmızı çökelek meydana gelinceye kadar 0,05 N $AgNO_3$ çözeltisi ilave edilir. 12 saat bekletilerek süzülür ve süzüntü saf su ile 100 ml'ye tamamlanır.
- **Standart gümüş nitrat çözeltisi (0,05 N):** 8,4944 g gümüş nitrat ($AgNO_3$) bir miktar saf su içerisinde çözündürülür ve saf su ile litreye tamamlanır, ayarlandıktan sonra kullanılır. Kullanılan gümüş nitratın saflığından emin olduğunda ayarlama yapmaya gerek yoktur. $AgNO_3$ çözeltisi kahverengi şişede ve karanlıkta bekletilmelidir.
 - **Gümüş nitratın ayarlanmasında kullanılacak çözeltiler:**
 - **Fenolftaleyn indikatör çözeltisi (%5'lik):** 0,5 g fenolftaleyn ($C_{20}H_{14}O_4$), 50 ml %95'lik etil alkolde çözündürülür ve aynı etil alkol ile 100 ml'ye tamamlanır.
 - **Sodyum hidroksit çözeltisi (0,02 N):** 10 g sodyum hidroksit ($NaOH$) bir miktar saf suda çözündürülür ve bir litreye tamamlanır.
 - **Standart sodyum klorür çözeltisi (0,01 N):** 250-350°C'de kurutulup desikatörde soğutularak sabit tartıma getirilmiş sodyum klorürden ($NaCl$) 0,5844 g tartılır. Bir miktar saf suda çözündürülerek bir litreye tamamlanır ve iyice karıştırılır.
 - **Gümüş nitrat çözeltisinin ayarlanması:** Sodyum klorür çözeltisinden 25 ml alınır ve üzerine birkaç damla fenolftaleyn çözeltisi ilave edilir. Fenolftaleynin pembe renk oluşturduğu pH=8,3'e kadar damla damla $NaOH$ çözeltisi ilave edilir. Üzerine 1 ml K_2CrO_4 çözeltisi ilave edilir. Çözeltinin rengi tuğla kırmızısına dönüşüncüye kadar $AgNO_3$ çözeltisi ile

titre edilir. Şahit için NaCl yerine 25 ml saf su alınır. Normalite aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır.

$$N_1 \times (V_1 - V_0) = N_2 \times V_2$$

N1: Gümüş nitrat çözeltisinin gerçek normalitesi

V1: NaCl çözeltisini titre etmekte kullanılan AgNO₃ çözeltisi (ml)

V0: Saf suyun titrasyonu için sarf edilen AgNO₃ çözeltisi miktarı (ml)

N2: Titrasyona giren NaCl çözeltisinin normalitesi (0,01 N)

V2: NaCl çözeltisi miktarı (25 ml)

4.3. Yapılışı

50 ml su numunesi 100 ml'lik bir erlene alınır. Üzerine birkaç damla fenolftaleyn çözeltisi ilave edilir. Fenolftaleynin pembe renk oluşturduğu pH=8,3'e kadar damla damla NaOH çözeltisi ilave edilir. Numunenin pH değeri 7-10 aralığında ise bu işleme gerek kalmadan direkt titrasyona geçilir. Numune üzerine birkaç damla %5'lik K₂CrO₄ ilave edilerek iyice karıştırılır. AgNO₃ çözeltisinden damla damla ilave etmek suretiyle tuğla kırmızısı renk oluşuncaya kadar titre edilir. Renk tuğla kırmızısına dönünce damlatmaya son verilir ve harcanan AgNO₃ miktarı (S) büretten okunarak kaydedilir. Aşağıdaki formül kullanılarak klorür miktarı me/l olarak bulunur.

$$Cl^- \text{ (me/l)} = \frac{S \times N \times 1000}{a}$$

S: Sarf edilen gümüş nitrat miktarı (ml)

N: AgNO₃'ün normalitesi

a: Numune miktarı (ml)



Analizde hata payını azaltmak için numune yerine aynı miktarda saf su kullanılarak şahit deneme yapılır. Bu durumda, sarf edilen gümüş nitrat miktarı, numune için sarf edilen AgNO₃ miktarından şahitte sarf edilen AgNO₃ miktarı çıkarılarak belirlenir.

Klorür konsantrasyonu düşük olan numunelerin titrasyonunda 0,005 N AgNO₃ çözeltisi kullanılır. Klorür konsantrasyonu yüksek olan numunelerde ise saf su ile seyreltme yapıldıktan sonra titrasyon yapılır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak sularda klorür tayini yapınız.

Uygulamada kullanılacak araç gereç ve kimyasallar: Erlen, pipet, büret, hesap makinesi, gümüş nitrat, potasyum kromat, sodyum hidroksit, sodyum klorür, fenolftalein

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Laboratuvar önlüğü giyiniz.➤ Laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz.➤ Çalışma ortamını ve kullanılacak araç gereç ve çözeltileri hazırlayınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ 50 ml numune alarak erlene aktarınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ 100 ml'lik erlen kullanınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Numuneye 1-2 damla %5'lik potasyum kromat damlatarak iyice karıştırınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Damlalık veya uygun bir pipet kullanınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Kiremit kırmızısı renk elde edinceye kadar 0,05 N gümüş nitrat çözeltisi ile titre ediniz. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Titrasyon kurallarına uyunuz.➤ Çözeltiyi damla damla ilave ediniz.➤ Renk değişimini dikkatli gözleyiniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Harcanan gümüş nitrat miktarını kaydediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Büretten okumayı göz hizasında yapınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Şahit için numune çözeltisi yerine saf su kullanarak işlemleri tekrarlayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ İşlemleri tekrarlaraken dikkatli çalışınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Hesaplamaları yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Hesaplamalarda ilgili formülü kullanınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. İçme sularında, klorür miktarı ile ilgili verilen bilgilerden hangisi doğrudur?
A) 250 mg/l'den fazla bulunmamalıdır.
B) 250 mg/l'den fazla bulunmalıdır.
C) Klorür ne kadar fazla olursa o kadar iyidir.
D) Klorür için belirlenmiş bir sınır yoktur.
2. Sulama suyu kalitesinin klorür açısından çok iyi olabilmesi için klorür miktarı me/l cinsinden aşağıdakilerden hangisi olmalıdır?
A) 4'ten düşük
B) 4-7 aralığında
C) 20'den yüksek
D) 12-20 aralığında
3. Klorür konsantrasyonu yüksek olan numunelerde hangi işlem yapıldıktan sonra titrasyon yapılır?
A) Alkol ile seyreltme
B) Saf su ile seyreltme
C) İndikatör miktarı artırılır.
D) Titrasyon yapılmaz.
4. Numunenin potasyum kromat indikatörü kullanılarak gümüş nitrat ile titre edilmesi suretiyle klorür miktarının belirlenmesi esasına dayanan yöntem aşağıdakilerden hangisidir?
A) Volumetrik metod
B) Titrasyon metodu
C) Mohr metodu
D) Klorür metodu
5. Aşağıdakilerden hangisi sulara klorür bulaşma sebebi değildir?
A) Klorürlü kayaç ve zeminlerden erime
B) Deniz kıyısındaki kuyularda tuzlu su kirlenmesi
C) Tarımsal amaçlarla kullanılan kimyasal gübreler
D) Yağmur suları ile

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-5

ÖĞRENME KAZANIMI

Gerekli ortam sağlandığında, tekniğine uygun olarak kolorimetrik yöntemle sular da sülfat tayini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Sulardaki sülfat kaynaklarını araştırınız.
- Sular da sülfat tayininin amaçlarını araştırınız.
- Sular da sülfat tayininde kullanılan yöntemleri araştırınız.

5. SULARDA SÜLFAT TAYİNİ

Sülfat, sular da en çok bulunan anyonlardan birisidir. Bütün doğal sular da farklı miktarlarda sülfat bulunur. Suların süzöldüğü ve toplandığı topraklarda, jips ve diğer tuzlardan süzölme yoluyla kolayca sulara geçebilir. Bazı endüstriyel atık suların (tabakhane, kâğıt ve tekstil sanayi atıkları gibi) sülfat miktarı yüksektir ve doğal sulara karıştıklarında onların da sülfat miktarını artırır.

Sülfat bileşikleri, çeşitli reaksiyonlar sonunda oluşturdukları tat, koku, toksitite ve korozyon gibi problemleriyle önemli kirleticilerdendir. İçme sularında sülfat miktarı 250mg/l fazla olursa sağlık sorunlarına yol açabilir. Aynı zamanda sülfatlar, su sertliğinin karbonat olmayan kısmını oluşturduklarından su kazanlarında ve borularda tortu oluşumuna yol açar. Sulama sularında ise 500 mg/l'nin üzerine çıktığında bitki beslenmesi için zararlıdır.

Sülfat tayini için en yaygın kullanılan yöntemler gravimetrik ve kolorimetrik yöntemler olup EDTA titrasyon yöntemiyle de sülfat tayini yapılabilmektedir. Bu modölede kolorimetrik yöntem anlatılacaktır.

Kolorimetrik yöntemle sülfat tayini; numunede bulunan sülfat iyonlarının asidik ortamda baryum klorür ile baryum sülfat kristallerine dönüştürölmesi, baryum sülfat süspansiyonunun oluşturduğı bulanıklılığın spektrofotometrede ölçölerek sülfat konsantrasyonunun belirlenmesi esasına dayanır. Bu metot, 1-40 mg/l arasındaki konsantrasyonlar için uygundur. Daha yüksek oranda sülfat içeren numunelerde seyreltme yapılabilir.

Numunede renk ve süspansiyon maddelerinin bulunması durumunda bu metotla sonuç alınamaz. Öncelikle bu maddelerin uzaklaştırılması gerekir. Uzaklaştırılmaması halinde gravimetrik metotla tayin yapılmalıdır.

5.1. Kullanılan Araç Gereçler

Sularda kolorimetrik yöntemle sülfat tayininde aşağıdaki araç gereçler kullanılır:

- Spektrofotometre
- Manyetik karıştırıcı
- Laboratuvar saati
- Pipet
- Beher
- Erlen
- Balon joje

5.2. Kullanılan Kimyasal ve Çözeltiler

Kolorimetrik yöntemle sülfat tayininde kullanılan kimyasal ve çözeltiler şunlardır:

- **Baryum klorür (BaCl₂):** Kristal şeklinde veya %10'luk baryum klorür çözeltisi
- **Yardımcı çözelti:** 75 gr sodyum klorür, 300 ml damıtık suda çözülür, 30 ml hidroklorik asit, 50 ml gliserin, 100 ml %95'lik etil alkol ilâve edilir.
- **Standart sülfat çözeltisi:** 0,1479 g susuz sodyum sülfat (Na₂SO₄) tartılıp litrelik balon jojede saf su ile çözülerek litreye tamamlanır. Bu çözeltinin 1 ml'si 0,1 mg sülfat içerir.
- **Standart çözelti serileri:** Hazırlanan stok sülfat çözeltisinden 5, 10, 15, 20, 30, 40 ml alınarak 100 ml'ye tamamlanır. Böylece 5, 10, 15, 20, 30, 40 mg/l'lik standart seri hazırlanmış olur.

5.3. Yapılışı

Spektrofotometre ölçüme başlamadan 15-20 dakika önce çalıştırılarak ısınması sağlanır ve dalga boyu 420 nm'ye ayarlanır.

Hazırlanan standart çözelti serisi 250 ml'lik erlenlere aktarılır. Her birine 5'er ml yardımcı çözelti ilave edilir ve 1 dakika manyetik karıştırıcıda karıştırılır. Üzerine 1 ml %10'luk baryum klorür (katı ise bir spatül veya yaklaşık 1 g) konur ve 1 dakika daha karıştırılır. Kör çözelti hazırlamak için başka bir erlene 100 ml saf su konur ve yukarıda belirtilen işlemler uygulanır. Kör çözelti ile spektrofotometrenin 0 ve 100 ayarı yapılır. Sonrasında standart çözelti serilerinin okuması yapılarak kalibrasyon eğrisi oluşturulur. Okumalar, çözeltiler hazırlandıktan sonra 4 dakika içerisinde tamamlanmalıdır.

Kalibrasyon eğrisi oluşturulduktan sonra 100 ml numune alınarak standart çözeltilerde olduğu gibi işlemlerden geçirilir ve 4 dakika içerisinde spektrofotometrede okuma yapılır. Kalibrasyon eğrisi kullanılarak mg/l olarak sülfat konsantrasyonu bulunur. Eğer seyreltme yapılmışsa bu değer seyreltme faktörü ile çarpılır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını ve önerileri dikkate alarak sularda kolorimetrik yöntemle sülfat tayini yapınız.

Uygulamada kullanılacak araç gereç ve kimyasallar: Spektrofotometre, manyetik karıştırıcı, laboratuvar saati, pipet, beher, erlen, balon joje, baryum klorür, sodyum klorür, hidroklorik asit, gliserin, % 95'lik etil alkol, sodyum sülfat

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.	➤ Laboratuvar önlüğü giyiniz. ➤ Laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz. ➤ Çalışma ortamını, kullanılacak araç gereç ve çözeltileri hazırlayınız.
➤ Spektrofotometre çalıştırıp dalga boyunu 420 nm'ye ayarlayınız.	➤ Ölçüme başlamadan 15-20 dakika önce çalıştırmayı unutmayınız.
➤ Stok sülfat çözeltisinden 5, 10, 15, 20, 30 ve 40'ar ml alarak 250 ml'lik erlenlere aktarınız. ➤ Her birini saf su ile 100 ml'ye tamamlayınız. ➤ Üzerlerine 5'er ml yardımcı çözelti ilave edip 1 dakika manyetik karıştırıcıda karıştırınız. ➤ Üzerlerine 1'er ml %10'luk baryum klorür ilave edip 1 dakika manyetik karıştırıcıda karıştırınız. ➤ Başka bir erlene de 100 ml saf su koyup aynı işlemleri uygulayarak kör çözelti hazırlayınız.	➤ Baryum klorür katı ise bir spatül veya yaklaşık 1 g kullanınız. ➤ Hazırlanan bu çözeltilerin 4 dakika içerisinde okumasının yapılması gerektiğini unutmayınız.
➤ Kör çözelti ile spektrofotometrenin 0 ve 100 ayarlarını yapınız. ➤ Standart çözeltilerin okumasını yapınız. ➤ Kalibrasyon eğrisi oluşturunuz.	➤ Kalibrasyon eğrisi oluşturma modülünde belirtilen kurallara uyunuz.
➤ Erlene 100 ml numune alarak aynı işlemlerden geçiriniz. ➤ Numunenin okumasını yapınız.	➤ Hazırlanan bu numunenin 4 dakika içerisinde okumasının yapılması gerektiğini unutmayınız.
➤ Kalibrasyon eğrisini kullanarak sülfat konsantrasyonunu bulunuz.	➤ Eğer seyreltme yapılmışsa bulunan değeri seyreltme faktörü ile çarpmayı unutmayınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. İçme sularında, sülfat miktarı hangi değerden fazla olursa sağlık sorunlarına neden olabilir?
A) 250 mg/l'den fazla
B) 250 mg/l'den az
C) Sülfat ne kadar fazla olursa o kadar iyidir.
D) Sülfat için belirlenmiş bir sınır yoktur.
2. Sulama sularında, sülfat miktarı hangi değerden fazla olursa bitki beslenmesinde sorunlarına neden olabilir?
A) 500 mg/l'den az
B) 500 mg/l'den fazla
C) Sülfat ne kadar fazla olursa o kadar iyidir.
D) Sülfat için belirlenmiş bir sınır yoktur.
3. Kolorimetrik yöntemle sülfat tayininde sülfat konsantrasyonu yüksek olan numunelerde seyreltme işlemi yapıldıktan sonra yöntem uygulanabilir. Bu yöntemde bir litre suda en fazla kaç mg sülfat varsa direkt numune ile çalışılabilir?
A) 250
B) 500
C) 50
D) 40
4. Kolorimetrik yöntemle sülfat tayininin yapılışı ile ilgili aşağıdaki okuma parçasında bulunan boşlukları uygun kelimelerle doldurunuz.

Spektrofotometre ölçüme başlamadan dakika önce çalıştırılarak ısınması sağlanır ve dalga boyu nm'ye ayarlanır. Hazırlanan standart çözelti serisi 250 ml'lik erlenlere aktarılır. Her birine 5'er ml yardımcı çözelti ilave edilir ve 1 dakikada karıştırılır. Üzerine 1 ml %10'luk baryum klorür (katı ise bir spatül veya yaklaşık 1 g) konur ve 1 dakika daha karıştırılır. Kör çözelti hazırlamak için başka bir erlene 100 ml konur ve yukarıda belirtilen işlemler uygulanır. Kör çözelti ile spektrofotometrenin ayarı yapılır. Sonrasında standart çözelti serilerinin okuması yapılarak kalibrasyon eğrisi oluşturulur. Okumalar çözeltiler hazırlandıktan sonra 4 dakika içerisinde tamamlanmalıdır.

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

1. () Su iyi bir çözücü olması nedeniyle doğada saf olarak bulunmaz, içerisinde az ya da çok oranda çözünmüş maddeler bulunur.
2. () İçme ve kullanma sularında suyun bileşimi oldukça önemli olmasına rağmen tarım ve sanayide kullanılacak sularda çok önem arz etmemektedir.
3. () Suda erimiş halde bulunan maddelere tuz adı verilir. Tuzlar, su içinde elektrolit veya dissosiyeye olmuş, iyonlarına ayrılmış durumdadır. Tuzlardan bazıları bazik olup "anyon", bazıları ise asidik olup "katyon" adını alır.
4. () Sularda sodyum ve potasyum tayinleri alev fotometresi kullanılarak yapılır.
5. () Sulama sularının kalitesi bakımından sodyum, en önemli iyonlardan birisidir. Sodyum bitki büyümesi için çok miktarlarda gereksinim duyulan bir element olup fazlasının bitkilere herhangi bir zararı yoktur.
6. () Sularda kalsiyum ve magnezyum tayinleri volumetrik veya fotometrik yöntemlerle yapılabilir. Volumetrik yöntemde EDTA titrasyonu ile fotometrik yöntemlerde ise alev fotometresi, atomik absorpsiyon spektrofotometresi veya ICP ile ölçüm yapılarak kalsiyum ve magnezyum konsantrasyonu tespit edilir.
7. () Genel olarak suların içerdiği çözünmüş haldeki kalsiyum ve magnezyum iyonlarının toplamı suyun kalınlığı olarak ifade edilir.
8. () Suların sertliği suyun içerdiği kalsiyum oksit veya karbonatlarının miktarı ölçü alınarak miliekiyalan veya "sertlik derecesi" birimi ile ifade edilir.
9. () Sularda karbonat ve bikarbonat tayinleri volumetrik yöntem kullanılarak yapılır. Asitle titrasyon yapmak suretiyle karbonat ve bikarbonat anyonlarının miktarı saptanır.
10. () Karbonat ve bikarbonat miktarlarının toplamından toplam kalsiyum ve magnezyum miktarı çıkarıldığında elde edilen değere artık magnezyum karbonat (RMC) denir.
11. () İçerisinde fazla kalsiyum ve magnezyum bulunan sularda karbonat bulunmaz. Çünkü CaCO_3 ve MgCO_3 suda güç erir.
12. () İçme sularında, 100000 mg/l'den fazla klorür bulunmamalıdır.

13. () Tek yıllık bitkiler düşük klorür derişimlerine hassas olmamalarına karşın, çok yıllık bitkilerin çoğu çok düşük klorür derişimlerine bile hassastır.
14. () İçme sularında sülfat miktarı 250mg/l fazla olursa sağlık sorunlarına yol açabilir. Sulama sularında ise 50 mg/l'nin üzerine çıktığında bitki beslenmesi için zararlıdır.
15. () Sulama suyunun klorür açısından değerlendirilmesinde suda klorür miktarı 4 me/l'den düşük ise çok iyi demektir.

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	D
3	A
4	B
5	yapraklarında
6	kalsiyum
7	SAR

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	A
3	B
4	pH - EDTA
5	10'a - kalsiyum

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	A
3	D
4	C
5	A

ÖĞRENME FAALİYETİ-4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	A
3	B
4	C
5	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-5'İN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	B
3	D
4	15-20
	420
	manyetik karıştırıcı
	saf su
	0 ve 100

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Doğru
4	Doğru
5	Yanlış
6	Doğru
7	Yanlış
8	Doğru
9	Doğru
10	Yanlış
11	Doğru
12	Yanlış
13	Doğru
14	Yanlış
15	Doğru

KAYNAKÇA

- TÜZÜNER Aslan, **Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı**, Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 1990.
- DOKUZLU Canan, **Gıda Analizleri**, Marmara Yayınevi, Bursa, 2004.
- <http://www.tarim.gov.tr>
- <http://www.tgae.gov.tr>