

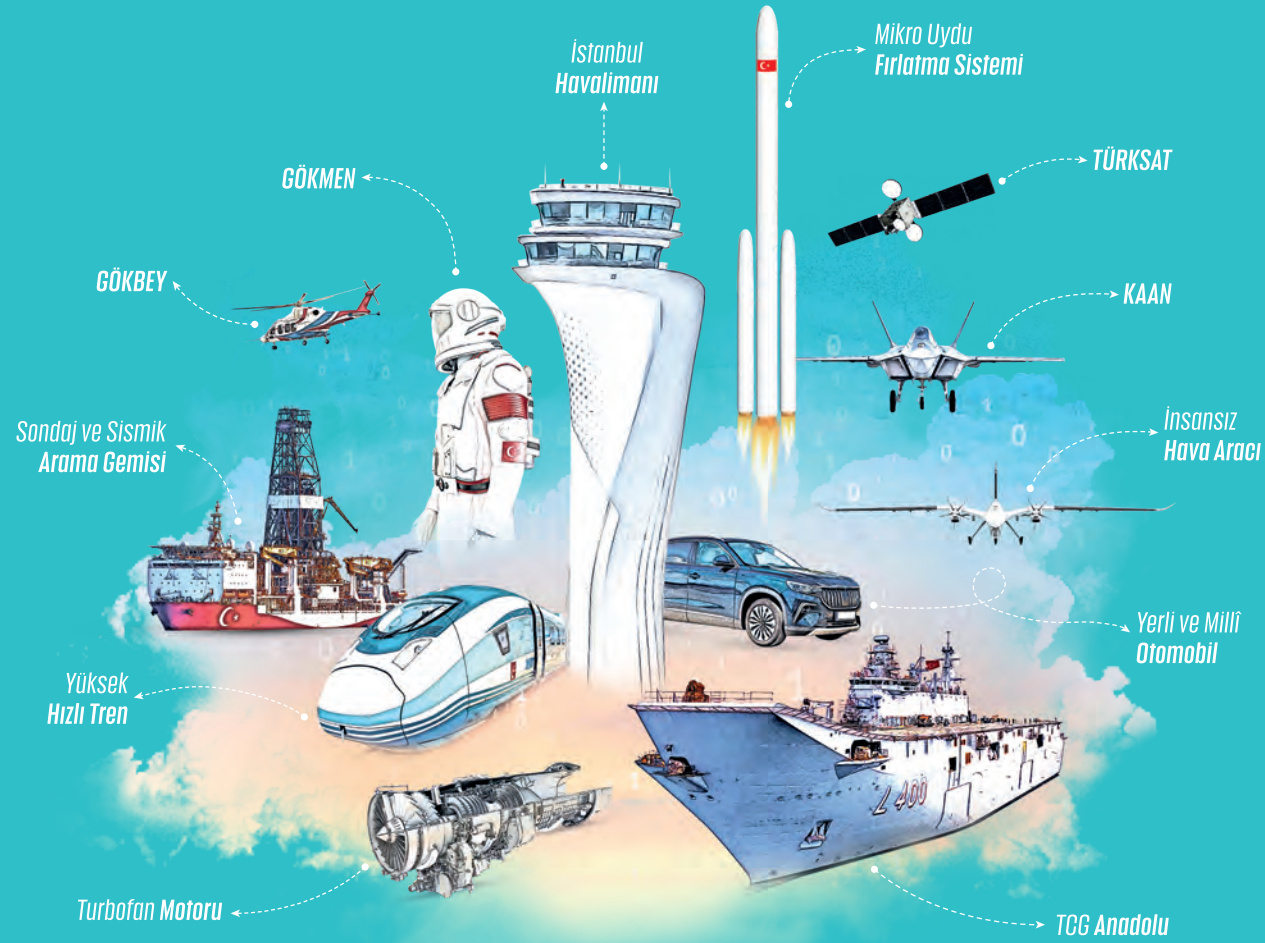
Bu kitaba sığmayan daha neler var!

eba
www.eba.gov.tr



Karekodu okut, bu kitapla
ilgili EBA içeriklerine ulaş!

Teknoloji Yolculuğumuz



**BU DERS KİTABI MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞINCA
ÜCRETSİZ OLARAK VERİLMİŞTİR.
PARA İLE SATILAMAZ.**

ISBN : 978-975-11-6329-5

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliğin Beşinci Maddesinin
İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşınması Zorunlu Değildir.

LABORATUVAR HİZMETLERİ ALANI

TARIM ANALİZLERİ

10 DERS MATERYALİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

LABORATUVAR HİZMETLERİ ALANI

TARIM ANALİZLERİ



10
DERS MATERYALİ



MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
LABORATUVAR HİZMETLERİ ALANI

TARIM ANALİZLERİ

10. SINIF
DERS MATERYALİ

YAZARLAR

Ali SÖNMEZ
Ali TEKİN
Gölnur ATÇEKEN



MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI : 8053
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ : 1981

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir. Ders materyalinin metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.

DİL UZMANI

Nermin HELVACI

PROGRAM GELİŞTİRME UZMANI

Mine ERÇİN

REHBERLİK UZMANI

Sümeyye Betül HALLAK

ÖLÇME DEĞERLENDİRME UZMANI

Filiz İSNAÇ

GÖRSEL TASARIM UZMANI

Mustafa Kemal YAĞAN

Adnan ÖNAL

ISBN : 978-975-11-6329-5

Millî Eğitim Bakanlığının 24.12.2020 gün ve 18433886 sayılı oluru ile Meslekî ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğünce ders materyali olarak hazırlanmıştır.



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden îlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerâhamdan îlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'sım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

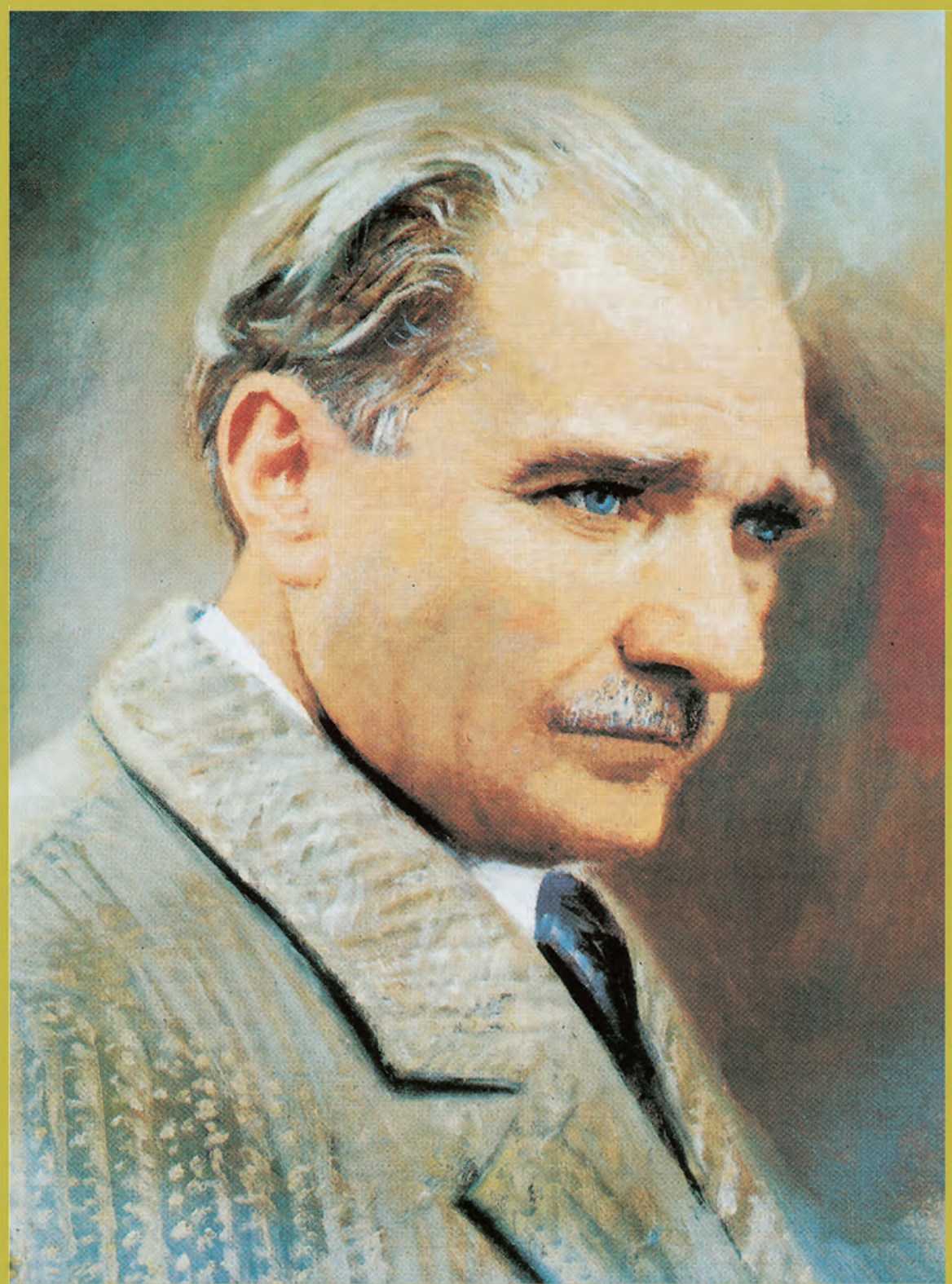
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsaît bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

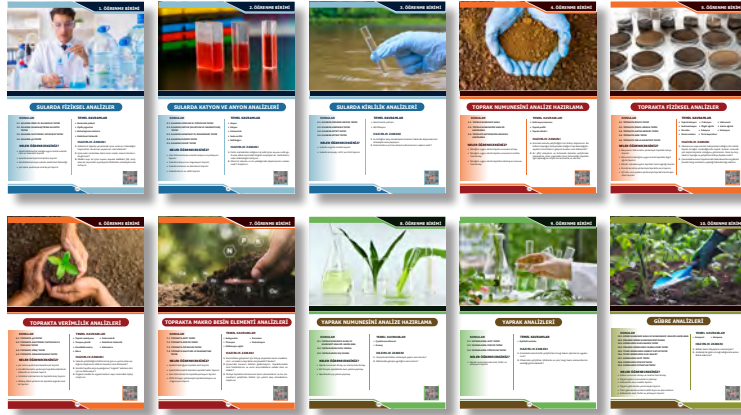
Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER



DERS MATERYALİNİN TANITIMI	15
1. ÖĞRENME BİRİMİ: SULARDA FİZİKSEL ANALİZLER	19
1.1. SULARDA RENK VE BULANIKLIK TAYİNİ	20
1.1.1. Suların Sınıflandırılması ve Suyun Kalite Özellikleri	20
1.1.2. Su Analizlerinin Önemi	21
1.1.3. Su Numunesi Alma ve Etiketleme	21
1.1.4. Sularda Koku Testi	23
1.1.4.1 Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	23
1.1.4.2. Koku Testinin Yapılışı	23
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (SULARDA KOKU TESTİ)	24
1.1.5. Sularda Tat Testi	25
1.1.5.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	25
1.1.5.2. Tat Testinin Yapılışı	25
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (SULARDA TAT TESTİ)	26
1.1.6. Sularda Renk Tayini	27
1.1.6.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	27
1.1.6.2. Spektrofotometreyle Renk Tayini Yapılışı	27
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (SULARDA RENK TAYİNİ)	28
1.1.7. Sularda Bulanıklık Tayini	29
1.1.7.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	29
1.1.7.2. Spektrofotometre ile Sularda Bulanıklık Tayini Yapılışı	30
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (SULARDA BULANIKLIK TAYİNİ)	31
1.2. SULARDA BUHARLAŞTIRMA KALINTISI TAYİNİ	32
1.2.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	32
1.2.2. Sularda Buharlaştırma Kalıntısı Tayini Yapılışı	32
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (SULARDA BUHARLAŞTIRMA KALINTISI TAYİNİ)	33
1.3. SULARDA ELEKTRİKSEL İLETKENLİK TAYİNİ	34
1.3.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	34
1.3.2. Sularda Elektriksel İletkenlik Tayini Yapılışı	34
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (SULARDA ELEKTRİKSEL İLETKENLİK TAYİNİ)	35
1.4. SULARDA pH TAYİNİ	36
1.4.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	36
1.4.2. Sularda pH Tayini Yapılışı	36
1.4.3. pH metre Cihazının Kalibrasyonu	36
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (SULARDA pH TAYİNİ)	37
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME (1. ÖĞRENME BİRİMİ)	38



2. ÖĞRENME BİRİMİ: SULARDA KATYON VE ANYON ANALİZLERİ	39
2.1. SULARDA SODYUM VE POTASYUM TAYİNİ	40
2.1.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	40
2.1.2. Sulara Sodyum ve Potasyum Tayini Yapılışı	41
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (SULARDA SODYUM TAYİNİ)	42
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (SULARDA POTASYUM TAYİNİ)	43
2.2. SULARDA SERTLİK (KALSİYUM VE MAGNEZYUM) TAYİNİ	44
2.2.1. Sulara EDTA Titrasyon Yöntemiyle Kalsiyum Tayini	45
2.2.1.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	45
2.2.1.2. Kalsiyum Tayini Yapılışı	45
2.2.2. Sulara EDTA Titrasyon Yöntemiyle Kalsiyum + Magnezyum Tayini	46
2.2.2.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	46
2.2.2.2. Kalsiyum + Magnezyum Tayini Yapılışı	46
2.2.3. Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR)	48
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (SULARDA KALSİYUM TAYİNİ)	49
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (SULARDA KALSİYUM + MAGNEZYUM TAYİNİ)	50
2.3. SULARDA KARBONAT VE BİKARBONAT TAYİNİ	51
2.3.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	51
2.3.2. Sulara Karbonat ve Bikarbonat Tayini Yapılışı	51
2.3.3. Artık Sodyum Karbonat	52
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (SULARDA KARBONAT VE BİKARBONAT TAYİNİ)	53
2.4. SULARDA KLORÜR TAYİNİ	54
2.4.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	54
2.4.2. Mohr Yöntemiyle Sulara Klorür Tayini Yapılışı	55
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (SULARDA KLORÜR TAYİNİ)	56
2.5. SULARDA SÜLFAT TAYİNİ	57
2.5.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	57
2.5.2. Kolorimetrik Yöntemle Sülfat Tayini Yapılışı	57
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (SULARDA SÜLFAT TAYİNİ)	58
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME (2. ÖĞRENME BİRİMİ)	60



3. ÖĞRENME BİRİMİ: SULARDA KİRLİLİK ANALİZLERİ	61
3.1. SULARDA ORGANİK MADDE TAYİNİ	62
3.1.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	62
3.1.2. Sulara Organik Madde Tayini Yapılışı	63
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (SULARDA ORGANİK MADDE TAYİNİ)	64
3.2. SULARDA AMONYAK TAYİNİ	65
3.2.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	65
3.2.2. Sulara Kantitatif Amonyak Tayini Yapılışı	66
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (SULARDA AMONYAK TAYİNİ)	67
3.3. SULARDA NİTRİT TAYİNİ	68
3.3.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	68
3.3.2. Sulara Kantitatif Nitrit Tayini Yapılışı	69
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (SULARDA NİTRİT TAYİNİ)	70
3.4. SULARDA NİTRAT TAYİNİ	71
3.4.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	71
3.4.2. Sulara Nitrat Tayini Yapılışı	71
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (SULARDA NİTRAT TAYİNİ)	73
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME (3. ÖĞRENME BİRİMİ)	74



4. ÖĞRENME BİRİMİ: TOPRAK NUMUNESİNİ ANALİZE HAZIRLAMA 75

4.1. TOPRAK NUMUNESİ ALMA 76	
4.1.1. Toprağın Tanımı, Oluşumu ve Bileşenleri 76	
4.1.2. Numune Alma Zamanı ve Numune Alınacak Toprağın Derinliği 78	
4.1.3. Numune Yerinin Seçimi 79	
4.1.4. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar 79	
4.1.5. Numune Alma ve Numuneyi Etiketleme 79	
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (TOPRAK NUMUNESİ ALMA) 82	
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (BOZULMAMIŞ TOPRAK NUMUNESİ ALMA) 84	
4.2. TOPRAK NUMUNESİNİ ANALİZE HAZIRLAMA 86	
4.2.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar 86	
4.2.2. Toprak Numunesinin Analize Hazırlanması 86	
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (TOPRAK NUMUNESİNİ ANALİZE HAZIRLAMA).....87	
4.3. TOPRAKTA SATÜRASYON MACUNU HAZIRLAMA 89	
4.3.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar 89	
4.3.2. Toprakta Satürasyon Macununun Hazırlanması (Suya Doygunluk Analizi)....89	
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (TOPRAKTA SATÜRASYON MACUNU HAZIRLAMA) 91	
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME (4. ÖĞRENME BİRİMİ).....94	



5. ÖĞRENME BİRİMİ: TOPRAKTA FİZİKSEL ANALİZLER 95

5.1. TOPRAKTA BÜNYE TAYİNİ 96	
5.1.1. Toprak Bünyesinin Belirlenmesi 96	
5.1.2. Bouyoucos Metoduyla Toprakta Bünye Tayini 97	
5.1.2.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar 98	
5.1.2.2. Bouyoucos Metoduyla Toprakta Bünye Tayininin Yapılışı 98	
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (TOPRAKTA BÜNYE TAYİNİ) 100	
5.2. TOPRAKTA ÖZGÜL AĞIRLIK TAYİNİ 102	
5.2.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar 102	
5.2.2. Piknometreyle Toprakta Özgül Ağırlık Tayininin Yapılışı 102	
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (TOPRAKTA ÖZGÜL AĞIRLIK TAYİNİ).....104	
5.3. TOPRAKTA HACİM AĞIRLIĞI TAYİNİ 106	
5.3.1. Silindir Metoduyla Toprağın Hacim Ağırlığı Tayini 106	
5.3.1.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar 106	
5.3.1.2. Silindir Metoduyla Toprakta Hacim Ağırlığı Tayininin Yapılışı 106	
5.3.2. Toprak Gözenek Hacmi (Porozite) 108	
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (BOZULMAMIŞ TOPRAKTA HACİM AĞIRLIĞI TAYİNİ) ...109	
5.4. TOPRAKTA NEM TAYİNİ 110	
5.4.1. Fırında Kurutma Yöntemiyle Nem Tayini 110	
5.4.1.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar 110	
5.4.1.2. Fırında Kurutma Yöntemiyle Nem Tayininin Yapılışı 110	
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (TOPRAKTA NEM TAYİNİ) 112	
5.5. TOPRAKTA TARLA KAPASİTESİ TAYİNİ 113	
5.5.1. 1/3 Atm Nem Yüzdesi Yöntemiyle Tarla Kapasitesi Tayini 113	
5.5.1.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar 113	
5.5.1.2. 1/3 Atm Nem Yüzdesi Yöntemiyle Tarla Kapasitesi Tayininin Yapılışı ..113	
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (TARLA KAPASİTESİ TAYİNİ) 114	
5.5.2. 15 Atm Nem Yüzdesi Yöntemiyle Solma Noktası Tayini 115	
5.5.2.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar 115	
5.5.2.2. 15 Atm Nem Yüzdesi Yöntemiyle Solma Noktası Tayininin Yapılışı....115	
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (SOLMA NOKTASI TAYİNİ) 116	
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME (5. ÖĞRENME BİRİMİ).....118	





6. ÖĞRENME BİRİMİ: TOPRAKTA VERİMLİLİK ANALİZLERİ	119
6.1. TOPRAKTA pH TAYİNİ	120
6.1.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	120
6.1.2. Toprakta pH Tayini Yapılışı	120
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (TOPRAKTA pH TAYİNİ)	122
6.2. TOPRAKTA ELEKTRİKSEL İLETKENLİK VE TUZLULUK TAYİNİ	123
6.2.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	123
6.2.2. Toprakta Elektriksel İletkenlik Tayini Yapılışı	123
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (TOPRAKTA ELEKTRİKSEL İLETKENLİK TAYİNİ)	125
6.3. TOPRAKTA KİREÇ TAYİNİ	126
6.3.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	126
6.3.2. Scheibler Kalsimetresiyle Kireç Tayini Yapılışı	126
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (TOPRAKTA KİREÇ TAYİNİ)	128
6.4. TOPRAKTA ORGANİK MADDE TAYİNİ	130
6.4.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	130
6.4.2. Walkey-Black Yöntemiyle Toprakta Organik Madde Tayini Yapılışı	131
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (TOPRAKTA ORGANİK MADDE TAYİNİ)	132
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME (6. ÖĞRENME BİRİMİ)	134



7. ÖĞRENME BİRİMİ: TOPRAKTA MAKRO BESİN ELEMENTİ ANALİZLERİ	135
7.1. TOPRAKTA AZOT TAYİNİ	136
7.1.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	137
7.1.2. Toprakta Kjeldahl Metoduyla Toplam Azot Tayini Yapılışı	137
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (TOPRAKTA AZOT TAYİNİ)	139
7.2. TOPRAKTA FOSFOR TAYİNİ	141
7.2.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	141
7.2.2. Toprakta Sodyum Bikarbonatta Çözünebilen Fosfor Tayini Yapılışı	142
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (TOPRAKTA FOSFOR TAYİNİ)	144
7.3. TOPRAKTA POTASYUM TAYİNİ	146
7.3.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	146
7.3.2. Toprakta Potasyum Tayininin Yapılışı	146
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (TOPRAKTA POTASYUM TAYİNİ)	148
7.4. TOPRAKTA KALSİYUM VE MAGNEZYUM TAYİNİ	149
7.4.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	149
7.4.2. EDTA Titrasyon Yöntemiyle Kalsiyum Tayininin Yapılışı	149
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (TOPRAKTA KALSİYUM TAYİNİ)	151
7.4.3. EDTA Titrasyon Yöntemiyle Kalsiyum + Magnezyum Tayini	153
7.4.3.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	153
7.4.3.2. Kalsiyum + Magnezyum (Ca++ + Mg++) Tayini Yapılışı	153
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (TOPRAKTA KALSİYUM + MAGNEZYUM TAYİNİ)	156
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME (7. ÖĞRENME BİRİMİ)	158



8. ÖĞRENME BİRİMİ: YAPRAK NUMUNESİNİ ANALİZE HAZIRLAMA	159
8.1. YAPRAK NUMUNESİ ALMA VE NUMUNESİNİ ANALİZE HAZIRLAMA	160
8.1.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	160
8.1.2. Yaprak Numunesi Alma	160
8.1.3. Yaprak Numunesini Analize Hazırlama	161
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (YAPRAK NUMUNESİ ALMA)	163
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (YAPRAK NUMUNESİNİ ANALİZE HAZIRLAMA)	164
8.2. YAPRAKLARDA KURU YAKMA	165
8.2.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	165
8.2.2. Kuru Yakma İşleminin Yapılışı	165
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (YAPRAKLARDA KURU YAKMA)	166
8.3. YAPRAKLARDA YAŞ YAKMA	167
8.3.1. Mikrodalga Fırınla Yaş Yakmada Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	167
8.3.2. Mikrodalga Fırın Kullanarak Yaş Yakma İşleminin Yapılışı	167
8.3.3. Isıtıcı Tablayla Yaş Yakmada Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	167
8.3.4. Isıtıcı Tabla Kullanarak Yaş Yakma İşleminin Yapılışı	167
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (ISITICI TABLA KULLANARAK YAPRAKLARDA YAŞ YAKMA)	168
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME (8. ÖĞRENME BİRİMİ)	170



9. ÖĞRENME BİRİMİ: YAPRAK ANALİZLERİ	171
9.1. YAPRAKLARDA AZOT TAYİNİ	172
9.1.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	172
9.1.2. Yaprakta Kjeldahl Metoduyla Toplam Azot Tayini Yapılışı	172
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (YAPRAKLARDA AZOT TAYİNİ)	174
9.2. YAPRAKLARDA FOSFOR TAYİNİ	176
9.2.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	176
9.2.2. Analizin Yapılışı	176
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (YAPRAKLARDA FOSFOR TAYİNİ)	177
9.3. YAPRAKLARDA POTASYUM TAYİNİ	178
9.3.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	178
9.3.2. Analizin Yapılışı	178
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (YAPRAKLARDA POTASYUM TAYİNİ)	180
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME (9. ÖĞRENME BİRİMİ)	181



10. ÖĞRENME BİRİMİ: GÜBRE ANALİZLERİ	183
10.1. GÜBRE NUMUNESİ ALMA VE NUMUNELERİ ANALİZE HAZIRLAMA	184
10.1.1. Organik Gübreler	184
10.1.2. Kimyasal Gübreler	185
10.1.3. Organik Gübrelerden Numune Alma	187
10.1.4. Kimyasal Gübrelerden Numune Alma	187
10.1.5. Gübre Numunesinin Analize Hazırlanması	188
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM	
(ORGANİK GÜBRELERDEN NUMUNE ALMA VE NUMUNESİNİ ANALİZE HAZIRLAMA)	189
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM	
(KİMYASAL GÜBRELERDEN NUMUNE ALMA VE NUMUNESİNİ ANALİZE HAZIRLAMA)	190
10.2. ORGANİK GÜBRE NUMUNELERİNİ YAKMA	191
10.2.1. Organik Gübre Numunelerinde Kuru Yakma	191
10.2.1.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	191
10.2.1.2. Kuru Yakma İşleminin Yapılışı	191
10.2.2. Organik Gübre Numunelerinde Yaş Yakma	191
10.2.2.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	191
10.2.2.2. Yaş Yakma İşleminin Yapılışı	191
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (ORGANİK GÜBRELERDE KURU YAKMA)	192
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (ORGANİK GÜBRELERDE YAŞ YAKMA)	193



10.3. GÜBRELERDE KURU MADDE TAYİNİ	194
10.3.1. Organik Gübrelerde Kuru Madde Tayini	194
10.3.1.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	194
10.3.1.2. Kuru Madde Tayini Yapılışı	194
10.3.2. Kimyasal Gübrelerde Vakumlu Kurutma Yöntemiyle Kuru Madde Tayini ..	194
10.3.2.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	194
10.3.2.2. Vakumlu Kurutma Yöntemiyle Kuru Madde Tayini Yapılışı	194
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (ORGANİK GÜBRELERDE KURU MADDE TAYİNİ) ...	195
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (KİMYASAL GÜBRELERDE KURU MADDE TAYİNİ) ..	196
10.4. ORGANİK GÜBRELERDE YANMA KAYBI TAYİNİ	197
10.4.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	197
10.4.2. Yanma Kaybı Tayini Yapılışı	197
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (ORGANİK GÜBRELERDE YANMA KAYBI TAYİNİ)	198
10.5. TİCARİ GÜBRELERDE SERBEST ASİTLİK TAYİNİ	199
10.5.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	199
10.5.2. Serbest Asitlik Tayini Yapılışı	199
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (KİMYASAL GÜBRELERDE SERBEST ASİTLİK TAYİNİ) ..	200
10.6. TİCARİ GÜBRELERDE ELEK ANALİZİ	201
10.6.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	201
10.6.2. Elek Analizi Yapılışı	201
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (KİMYASAL GÜBRELERDE ELEK ANALİZİ)	202
10.7. GÜBRELERDE AZOT TAYİNİ	203
10.7.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	203
10.7.2. Kimyasal Gübrelerde Üre Azotu Tayini Yapılışı	203
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (KİMYASAL GÜBRELERDE ÜRE AZOTU TAYİNİ)	204
10.8. GÜBRELERDE FOSFOR TAYİNİ	205
10.8.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	205
10.8.2. Suda Çözünebilir Fosfor Tayini Yapılışı	205
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (KİMYASAL GÜBRELERDE FOSFOR TAYİNİ)	207
10.9. GÜBRELERDE POTASYUM TAYİNİ	209
10.9.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar	209
10.9.2. Gübrelerde Potasyum Tayininin Yapılışı	209
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM (KİMYASAL GÜBRELERDE POTASYUM TAYİNİ)	211
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME (10. ÖĞRENME BİRİMİ)	212

EKLER	214
TERİMLER SÖZLÜĞÜ	216
KAYNAKÇA	222
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARLARI	223

DERS MATERYALİNİ TANIYALIM

Öğrenme birimi görselini gösterir.

1. ÖĞRENME BİRİMİ

Öğrenme birimi numarasını gösterir.



SULARDA FİZİKSEL ANALİZLER

Öğrenme birimi adını gösterir.

KONULAR

- 1.1. SULARDA RENK VE BULANIKLIK TAYİNİ
- 1.2. SULARDA BUHARLAŞTIRMA KALINTISI TAYİNİ
- 1.3. SULARDA ELEKTRİKSEL İLETKENLİK TAYİNİ
- 1.4. SULARDA pH TAYİNİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Spektrofotometrik tekniğe uygun olarak sulara renk ve bulanıklık tayinini
- Sulara buharlaşırma kalıntısı tayinini
- Kondüktivimetreyle sulara elektriksel iletkenliği
- pH metre yardımıyla sulara pH tayinini

TEMEL KAVRAMLAR

- Bulanıklık şiddeti
- Optik yoğunluk
- Buharlaşırma kalıntısı
- Elektriksel iletkenlik

HAZIRLIK ZAMANI

1. Gözlerinizi kapatıp yeryüzünde içme sularının tükendiğini hayal ediniz. Bu durum yaşamınızı nasıl etkilerdi?
2. İçme suları rensizken deniz suları neden mavinin tonlarında görünür?
3. Maden suyu ile içme suyunu duyuşal özellikleri (tat, renk, koku vb.) açısından kıyaslayarak farklılıkları arkadaşlarınızla tartışınız.

Öğrenme birimi içerisinde yer alan temel kavramları gösterir.

Öğrenme birimi hazırlık ve araştırma çalışmalarını gösterir.



Öğrenme birimi konularını gösterir.

Öğrenme biriminde neler öğreneceğinizi gösteren ön bilgileri gösterir.

Öğrenme birimine ulaşmak için kullanılan karekodu gösterir.

Öğrenme birimi numarasını ve adını gösterir.

Öğrenme birimine ait konu başlıklarını gösterir.

Öğrenme birimine ait alt başlıkları gösterir.

Sayfa numarasını gösterir.

Öğrenme birimine ait görseli, görsel numarasını ve açıklamasını gösterir.

1. ÖĞRENME BİRİMİ

SULARDA FİZİKSEL ANALİZLER

1.1. SULARDA RENK VE BULANIKLIK TAYİNİ

Su; İki hidrojen ve bir oksijen atomundan oluşan, katı, sıvı ve gaz hâalde bulunabilen moleküler yapıda bir maddedir (Görsel 1.1).

Su; insan, hayvan ve bitki sağlığının ve çevrenin korunmasında büyük öneme sahiptir. Bu sebeple, suların temin edilmesi ve kullanımında sürekli kontrol ve denetim yapılmalı, suların kirlenmemesi ve temiz su kullanımı teşvik edilmelidir. Gereksiz yere su kullanılmamalı ve israftan kaçınılmalıdır. İçerisinde hastalık yapıcı mikroorganizmaların ve vücutta zehirli etki yapacak kimyasal maddelerin bulunmadığı suya **temiz su** denir. İçmede, temizlikte, tarımda ve endüstride kullanılan sular temiz olmalıdır.



Görsel 1.1: Su molekülü

1.1.1. Suların Sınıflandırılması ve Suyun Kalite Özellikleri

Yeryüzüne düşen yağmur, kar, dolu ve kırağ ile oluşan suların bir kısmı yüzeyde birikerek gölleri, bir kısmı da yüzeyde akarak çeşitli akarsuları oluşturur. Diğer bir kısmı da yer altına sızar ve burada birikerek yeraltı sularını meydana getirir.

İçme ve kullanma suları kaynaklardan, göllerden, nehirlerden, kuyulardan, hatta zorunlu hâllerde arıtma yoluyla denizlerden elde edilir. İçme ve kullanma suları, oluşumlarına göre üç ana grupta toplanabilir. Bunlar;

1. Yağış suları (sarnıçlarda biriktirilen sular)
2. Yüzeysel sular (nehir, göl, baraj vb.)
3. Yeraltı suları (kaynak ve kuyular)

Yağış Suları: Yağmurun ve karın sarnıçlarda biriktirilmesiyle elde edilen sulardır. Su kaynaklarının ve su dağıtım tekniğinin yetersiz olduğu yerlerde kullanılır.

Yüzeysel Sular: Akarsular, göller ve baraj suları yüzeysel suları oluşturur. Bunlar, yağışlarla ve yeraltı suları ile beslenir.

Yeraltı Suları: Kaynak suları ve kuyulardan elde edilen sulardır. Yağış suları ve yüzeysel sularla beslenir. Yer çekiminin etkisiyle toprak altına sızan sular, boşluk ve çatlaklardan aşağıya doğru iner ve değişik derinliklerde toplanır. Yeraltı suları yüzeysel sulara oranla içlerinde daha fazla erimiş madde bulundurmaz ve elde edilmesi daha pahalıdır. Buna karşın sıcaklıklarının mevsimlere göre çok az değişmesi, temiz olması ve kimyasal bileşimlerinin değişmemesi gibi nedenlerle yer altı suları, yüzeysel suların daha niteliklidir.

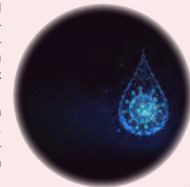
Yeraltı sularının yeryüzüne çıktığı noktaya **kaynak**, jeolojik koşulları uygun toprak derinliklerinde toplanan ve bir çıkış noktasından sürekli olarak kendiliğinden akan sulara ise **kaynak suları** denir. Maden suları (içerisinde 1.000 mg/l'den fazla erimiş kimyasal madde bulunan sular) ve termal sular (sıcaklığı 20-22 °C'den fazla sular) kaynak sularındandır.

İçme suları; yemek yapmak, içmek, temizlik yapmak ve gıda maddelerini hazırlamak için kullanılan sulardır. İçme suları fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri açısından ayrı ayrı değerlendirilir.

Fiziksel Özellikler: İçme suyu; renksiz, kokusuz, tatsız ve tortusuz olmalıdır. Çürük, yosun, küf, hidrojen sülfür, amonyak, bataklik kokuları gibi kötü kokular bulundurmamalıdır. İçme sularının tadı içerisindeki CO₂ miktarı ve ısına göre en iyi 8-16 °C'de algılanır.

Kimyasal Özellikler: İçme suyu analizinde değerlendirilen başlıca kimyasal parametreler; pH, iletkenlik, amonyak, nitrit, nitrat ve sertliktir. Bu parametrelerin sağlığa zarar verecek düzeylerde olmaması gerekir. Her bir parametrenin üst sınırları yönetmeliklerle belirlenmiştir. Bu sınırların aşılması durumunda içme suyu olarak kullanılmasına izin verilmez veya su işlenerek bu değerler istenilen seviyeye düşürülür.

Mikrobiyolojik Özellikler: İçme suları insan sağlığını tehdit eden ve suyun yapısını bozan mikroorganizmaları, parazitleri içermemelidir (Görsel 1.2). Suyun içerisinde normalde sağlığa zararlı olmayan yosunlar, tek hücreli bitkiler olabilir. Bunların az miktarda olmasının pek zararı yoktur. Ancak fazla miktarda olmaları suların fiziksel özelliklerini olumsuz etkiler. Hiçbir su numunesinde fekal koliform olmamalıdır.



Görsel 1.2: Su kontaminasyonu

1.1.6. Sulara Renk Tayini

Su; ince tabakalar hâlindeyken renksiz, derin tabakalar hâlinde mavimsi, lacivert renklerde görülür. Suyun rengi; içindeki kato, kirlilik vb. etkenlere bağlı olarak büyük ölçüde değişir. İçme suyuındaki renk, genellikle topraktan kaynaklı renkli organik maddelerin varlığından kaynaklanır. Suyun içinde doğal olarak bulunan metalik iyonlar, organik materyaller, su bitkileri, tohumlar ve endüstriyel kirleticiler çeşitli renklerin oluşmasına sebep olur (Tablo 1.4). İçme suyuunda normal şartlarda herhangi bir renk olmamalıdır.

Tablo 1.4: İçme Suyunda Renk Kaynakları

Hümkü asit (kahve-siyah)	Bakır (mavi/mavi-yeşil)
Fülvik asit (sarı-kahve)	Demir (kirmizi-kahve, pas rengi)
Toplam çözünmüş madde	Mangan (gri-siyah/siyah-kahve)
Alüminyum (mavimsi, süt rengi)	Mikroorganizmalar
Kireçtaşı (turkuaz)	Yosunlar (yeşil)

Çözünmüş organik maddelerden kaynaklanan renge gerçek renk, askıda katıların etkisi ile oluşan renge ise görülen renk denir. Sulara renk tayini, bulanıklık veren materyal uzaklaştırdıktan sonra kalan gerçek rengin belirlenmesi esasına dayanır. Genellikle sulara renk tayini spektrofotometre ile ölçüm yöntemi kullanılarak yapılır (Görsel 1.9). Yöntemin esas, su numunesinin renk yoğunluğunun uygun dalga boyunda spektrofotometrede ölçülmesidir.



Görsel 1.9: Spektrofotometre

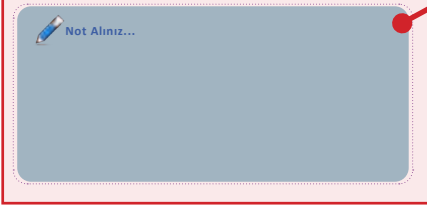
1.1.6.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Spektrofotometre ile ölçümde kullanılan araç gereç ve kimyasallar şunlardır: spektrofotometre, santrifüj, filtre kâğıdı, huni, pipet, mezur ve saf su.

1.1.6.2. Spektrofotometre ile Renk Tayini Yapılışı

Su numunesinde bulanıklık varsa numune santrifüjlenmelidir. Çünkü hafif bir bulanıklık bile, gerçek renkten daha koyu bir rengin bulunmasına neden olur. Santrifüjlenen numunenin berrak kısmı filtreye kâğıdından süzülür. Spektrofotometre çalıştırılarak dalga boyu 455 nm'ye ayarlanır ve süzülmüş saf su ile cihazın sıfır ayarı, santrifüj ve süzme işlemi yapılmamış ham su ile yüz ayarı yapılır. Ölçümü yapılacak süzülüş su numunesi küvete doldurulur. Küvet spektrofotometreye yerleştirilir ve okuma yapılır. Eğer ölçülen değer, ölçüm aralığının üstündeyseniz seyreltme yapıldıktan sonra tekrar okuma yapılmalıdır. Seyreltme oranına göre sonuç hesaplanmalıdır.

- Suyun renk değeri, pH yükseldikçe artar. Bu nedenle renk tayininin hangi pH'ta yapıldığı belirtilmelidir.



Öğrenme birimine ait tabloyu, tablo numarasını ve açıklamasını gösterir.

Not alınabilecek alanları gösterir.

Uygulama yaprağının konu başlığını gösterir.

Uygulamanın amacını ve yönergesini gösterir.

Uygulamaya ait işlem basamaklarını gösterir.

SULARDA FİZİKSEL ANALİZLER 1. ÖĞRENME BİRİMİ

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM
SULARDA BULANIKLIK TAYİNİ

Bu çalışmamın amacı su örneğinde bulanıklık tayini yapmaktır. Bu doğrultuda belirli adımları işlem basamaklarını uygulayarak su örneğinde spektrofotometre ile bulanıklık tayini yapmamız beklenmektedir. Çalışmamız Ek 1'de verilen dereceli puanlama anahtarıyla ölçülen değere dayanarak değerlendirilecektir.

- Yapılacak uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyulacaktır.
- Cihaz kullanma talimatlarına uyulacaktır.

İŞLEM BASAMAKLARI

- Analitik öncesi hazırlıkları yapınız.**
 - Laboratuvar ortamında çalışınız.
 - Küvetlerin temizliğine dikkat ediniz.
- Standart süspansiyon çözelti serileri hazırlayınız.**
 - 200 mL 1.5'te verilen miktarlarda çözelti kullanarak standart süspansiyon çözelti serisi hazırlayınız.
- Cihaz çalıştırarak 420 nm dalga boyuna ayarlayınız ve standart çözelti ile cihazı kalibre ediniz.**
 - Çıkarılan değerleri kullanarak kalibrasyon grafiği oluşturunuz.
- Numuneyi temiz ve kuru bir küvete koyup cihaz okumalarını yapınız.**
 - Çıkarılan değerler (dalga boyu) kalibrasyon grafiğinde yerine yerleştirilerek okunmasını kullanarak görsel olarak teyit ediniz.
 - Seyreltme işlemi yapılmamış numuneye oranında göre hesaplamayı yapınız.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Yapılan uygulama çalışmasından öğrendikleriniz kısaca şöyledir.

Öğrenme birimine ait tabloyu, tablo numarasını ve açıklamasını gösterir.

Not alınabilecek alanları gösterir.

2.2.1. Sularda EDTA Titrasyon Yöntemiyle Kalsiyum Tayini

2.2.1.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Sularda volumetrik yöntemle kalsiyum tayininde kullanılan araç gereç ve kimyasallar şunlardır: pipet, beher, bütet, cam bağıt ve spor.

Standart Kalsiyum Karbonat Çözeltisi (0,01 N): 0,5 g kalsiyum karbonat (CaCO_3), yaklaşık 10 ml seyreltik (1:3'ük) hidroklorik asite (HCl) çözündürülüp saf su eklenerek çözelti hacmi litreye tamamlanır. Fiaşa 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): 2 g etilen diamin tetra asetik asit disodyum ($\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{N}_4\text{Na}_2\text{O}_{10}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ve 0,05 g magnezyum klorür ($\text{MgCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$) bir miktar saf suya çözündürülür ve hacmi litreye tamamlanır. Bu çözelti, standart kalsiyum karbonat çözeltisine karşı ayarlanır. EDTA ve kalsiyum karbonat çözeltilerinin normaliteleri eşit olduğundan 1 ml 0,01 N EDTA çözeltisi 0,5 mg CaCO_3 'a tekabül eder.

Sodyum Hidroksit Çözeltisi (4 N): 40 g sodyum hidroksit (NaOH) bir miktar saf su ile çözündürülüp hacmi 250 ml'ye tamamlanır.

Amonyum Purpurat (Mürexid) İndikatörü: İki şekilde hazırlanır;

- 0,5 g amonyum purpurat ile 100 g potasyum sülfat (K_2SO_4) iyice karıştırılarak hazırlanır. Uzun süre dayanıklıdır.
- 0,5 g amonyum purpurat 50 ml etil alkolde çözündürülür.

EDTA Çözeltisinin Ayarlanması: 100 ml'lik bir erlene 5 ml 0,01 N kalsiyum karbonat (CaCO_3) çözeltisi konur. Üzerine 5 ml 4 N sodyum hidroksit çözeltisi ve 0,1 g amonyum purpurat (mürexid) indikatörü ilave edilir. Çözeltinin rengi koyu pembe den efflatuna dönüşünceye 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 karbonat çözeltisinin normalitesi
 V_1 : Kullanılan kalsiyum karbonat çözeltisi miktarı (ml)
 N_2 : EDTA çözeltisinin normalitesi
 V_2 : Titrasyonda harcanan EDTA miktarı (ml)

2.2.1.2. Kalsiyum Tayini Yapılışı

Su numunesinden 5 ml alınarak hacmi 25 ml'ye tamamlanacak şekilde numune saf su ilave edilir. Beher içersine damla damla pH'si 13 oluncaya kadar 4 N NaOH ilave edilir. Amonyum purpurattan 0,05 g ilave edilerek çözelti karıştırılır. Kesin normalitesi belirlenmiş EDTA çözeltisi ile koyu pembe renkten efflatun rengine dönüşünceye kadar titre edilir. Harcanan EDTA çözeltisi miktarı kaydedilir. Şahit numune için 5 ml saf su kullanılır, diğer tüm işlemler aynı şekilde yapılır. Kalsiyum miktarı meq/l olarak aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanır:



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

A: Titrasyonda harcanan EDTA miktarı (ml)
 B: Sahit için harcanan EDTA miktarı (ml)
 N: EDTA çözeltisinin kesin normalitesi
 a: Numune miktarı (ml)

Konu ile ilgili formülleri gösterir.

Öğrenme birimine ait ölçme ve değerlendirme sorularını gösterir.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıda verilen boşlukları doğru ifade ile doldurunuz.

1. İçme sularının tadı, içerisindeki miktar ve suyun ısısına göre değişmekle beraber en iyi 8-16 °C'de algılanır.
2. İçtiğimiz suya lezzet veren içerisinde erimiş halde bulunan ve karbondioksit gazıdır.
3. Suda çözünmüş organik maddeler nedeniyle oluşan renge askıda katıların katkısı ile oluşan renge ise görülen renk denir.
4. Sularda çözünmüş tuz konsantrasyonu arttıkça artar.

B) Aşağıdaki soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi içme sularının özelliklerindendir?
 - A) pH değeri 6,5-9,5 olmalıdır.
 - B) Korozi (aşındırıcı) olmalıdır.
 - C) Renkli ve tortulu olmalıdır.
 - D) Yüksek derecede sert olmalıdır.
 - E) Patojen etken içermelidir.
2. Aşağıdakilerden hangisi su numunesi etiketinde bulunması gereken bilgilerden değildir?
 - A) Numunenin alındığı yerin adı
 - B) Numunenin alanın kimlik bilgisi
 - C) Yapılması istenen analizler
 - D) Numunenin alındığı tarih ve saat
 - E) Numune miktarı
3. Aşağıdakilerden hangisi sularda kokuya sebep olan nedenlerden biri değildir?
 - A) Suda üreyen mikroorganizmaların faaliyetleri
 - B) Endüstriden kaynaklı pek çok atık ve yan ürünler
 - C) İçme suyu kaynağında oksijen azalması
 - D) Su içerisindeki klorür miktarı
 - E) Suyla karışmış olan sabun, deterjan vb. kokular
4. "Buharlaştırma kabı 105 °C'de sabit tartıma getirilir. Kaba konan 200-500 ml numune, su banyosunda kuruyuncaya kadar buharlaştırılır. Etüvde kurutulan kalıntı desikatörde soğutulur ve tartılır. Gereki hesaplamalar yapılır."

Burada anlatılan deney aşağıdakilerden hangisidir?

 - A) Sularda renk tayini
 - B) Sularda bulanıklık tayini
 - C) Sularda buharlaştırma kalıntısı tayini
 - D) Sularda elektriksel iletkenlik tayini
 - E) Sularda pH tayini

C) Aşağıda verilen soruları yanıtlayınız.

1. İçme sularında renk oluşumuna sebep olabilecek maddeleri yazınız.
2. Suda tat testini nasıl yaparsınız? Açıklayınız.
3. Sularda bulanıklık neden önemlidir? Açıklayınız.
4. Sularda iletkenlik nedir? Ne amaçla sularda iletkenlik ölçümü yapılır?

Bu ders materyalinde ölçü birimlerinin uluslararası kısaltmaları kullanılmıştır.



SULARDA FİZİKSEL ANALİZLER

KONULAR

- 1.1. SULARDA RENK VE BULANIKLIK TAYİNİ
- 1.2. SULARDA BUHARLAŞTIRMA KALINTISI TAYİNİ
- 1.3. SULARDA ELEKTRİKSEL İLETKENLİK TAYİNİ
- 1.4. SULARDA pH TAYİNİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Spektrofotometrik tekniğe uygun olarak sulara renk ve bulanıklık tayinini
- Sulara buharlaştırma kalıntısı tayinini
- Kondüktivimetreyle sulara elektriksel iletkenliği
- pH metre yardımıyla sulara pH tayinini

TEMEL KAVRAMLAR

- Bulanıklık şiddeti
- Optik yoğunluk
- Buharlaştırma kalıntısı
- Elektriksel iletkenlik

HAZIRLIK ZAMANI

1. Gözlerinizi kapatıp yeryüzünde içme sularının tükendiğini hayal ediniz. Bu durum yaşamınızı nasıl etkilerdi?
2. İçme suları renksizken deniz suları neden mavinin tonlarında görünür?
3. Maden suyu ile içme suyunu duyuşal özellikleri (tat, renk, koku vb.) açısından kıyaslayarak farklılıkları arkadaşlarınızla tartışınız.



1.1. SULARDA RENK VE BULANIKLIK TAYİNİ

Su; iki hidrojen ve bir oksijen atomundan oluşan katı, sıvı, gaz hâlde bulunabilen moleküler yapıda bir maddedir (Görsel 1.1).

Su; insan, hayvan, bitki sağlığının ve çevrenin korunmasında büyük öneme sahiptir. Bu sebeple suların temini ile kullanımı sürekli denetlenmelidir. Suların kirletilmemesi ve temiz su kullanımı teşvik edilmeli, su kullanımında israftan kaçınılmalıdır. İçerisinde hastalık yapıcı mikroorganizmalar ve vücutta zehirli etki yapacak kimyasal maddeler bulunmayan suya temiz su denir. İçme ve kullanma suları ile tarım ve endüstride kullanılan sular temiz olmalıdır.



Görsel 1.1: Su molekülü

1.1.1. Suların Sınıflandırılması ve Suyun Kalite Özellikleri

Yeryüzüne düşen yağmur, kar, dolu ve kırağı ile oluşan suların bir kısmı yüzeyde birikerek gölleri, bir kısmı da yüzeyde akarak çeşitli akarsuları oluşturur. Diğer bir kısmı da yer altına sızar ve burada birikerek yer altı sularını meydana getirir.

İçme ve kullanma suları kaynaklardan, göllerden, nehirlerden, kuyulardan hatta zorunlu hâllerde arıtma yoluyla denizlerden elde edilir. İçme ve kullanma suları, oluşumlarına göre üç ana grupta toplanabilir.

1. Yağış Suları
2. Yüzeysel Sular
3. Yer altı Suları

Yağış Suları: Yağmurun ve karın sarnıçlarda biriktirilmesiyle elde edilen sulardır. Su kaynaklarının ve su dağıtım tekniğinin yetersiz olduğu yerlerde kullanılır.

Yüzeysel Sular: Akarsular, göller ve baraj suları yüzeysel suları oluşturur. Bunlar, yağışlarla ve yer altı suları ile beslenir.

Yer altı Suları: Kaynak suları ve kuyulardan elde edilen sulardır. Bu sular, yağış suları ve yüzeysel sularla beslenir. Yer çekiminin etkisiyle toprak altına sızan sular, boşluk ve çatlaklardan inip değişik derinliklerde toplanır. Yer altı suları yüzeysel sulara oranla içlerinde daha fazla erimiş madde bulundurur ve bu suların elde edilmesi daha pahalıdır. Buna karşın sıcaklıklarının mevsimlere göre çok az değişmesi, temiz olması ve kimyasal bileşimlerinin değişmemesi gibi nedenlerle yer altı suları, yüzeysel sulardan daha niteliklidir.

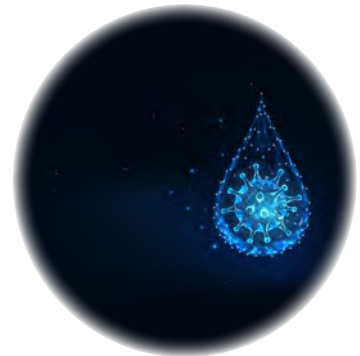
Yer altı sularının yeryüzüne çıktığı noktaya **kaynak**, jeolojik koşulları uygun toprak derinliklerinde toplanan ve bir çıkış noktasından sürekli olarak kendiliğinden akan sulara ise **kaynak suları** denir. Maden suları (içerisinde 1.000 mg/l'den fazla erimiş kimyasal madde bulunan sular) ve termal sular (sıcaklığı 20-22 °C'den fazla sular) kaynak sularındandır.

İçme suları; yemek yapmak, içmek, temizlik yapmak ve gıda maddelerini hazırlamak için kullanılan sulardır. İçme suları fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri açısından ayrı ayrı değerlendirilir.

Fiziksel Özellikler: İçme suyu; renksiz, kokusuz, tatsız ve tortusuz olmalıdır. Çürük, yosun, küf, hidrojen sülfür, amonyak, bataklık kokuları gibi kötü kokular bulundurmamalıdır. İçme sularının tadı, içerisindeki CO₂ miktarı ve ısısına göre en iyi 8-16 °C'de algılanır.

Kimyasal Özellikler: İçme suyu analizinde değerlendirilen başlıca kimyasal parametreler; pH, iletkenlik, amonyak, nitrit, nitrat ve sertliktir. Bu parametrelerin sağlığa zarar verecek düzeylerde olmaması gerekir. Her bir parametrenin üst sınırları yönetmeliklerle belirlenmiştir. Bu sınırların aşılması durumunda suyun olarak kullanılmasına izin verilmez veya su işlenerek bu değerler istenilen seviyeye düşürülür.

Mikrobiyolojik Özellikler: İçme suları insan sağlığını tehdit eden ve suyun yapısını bozan mikroorganizmaları, parazitleri içermemelidir (Görsel 1.2). Suyun içerisinde normalde sağlığa zararlı olmayan yosunlar, tek hücreli bitkiler olabilir. Bunların az miktarda olmasının pek zararı yoktur ancak fazla miktarda olmaları suların fiziksel özelliklerini olumsuz etkiler. Hiçbir su numunesinde fekal koliform olmamalıdır.



Görsel 1.2: Su kontaminasyonu

Tablo 1.1: İçme Sularının Bazı Kalite Parametreleri

PARAMETRE	PARAMETRİK DEĞER	BİRİM
Renk	Tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişim yok	
İletkenlik	2500	20 °C'de $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$
pH	$\leq 9,5-6,5 \leq$	pH birimleri
Koku	Tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişim yok	
Tat	Tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişim yok	
Koliform bakteri	0	Sayı/100 ml
Bulanıklık	Tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişim yok	

Tablo 1.1'de içme sularının kalite parametrelerinden bazıları verilmiştir. Genel olarak içme suları aşağıdaki kalite koşullarını taşımaktadır:

- Renksiz, kokusuz ve berrak olmalıdır.
- İçimi hoş olmalı, yeteri derecede yumuşak olmalıdır.
- pH değeri 6,5-9,5 olmalıdır.
- Patojen etken (hastalık etkeni, bakteri, virüs vs.) içermemelidir.
- Korozif (aşındırıcı) olmamalıdır.
- Hidrojen sülfür (H_2S), demir (Fe) ve mangan (Mn) gibi istenmeyen kimyasal maddeler içermemelidir.
- Toksik etki yapacak konsantrasyonlarda yabancı (tehlikeli) madde içermemelidir.

Sulama suları ise toprakların yapısını bozmayacak ve bitki sağlığına zarar vermeyecek özelliklerde olmalıdır.

1.1.2. Su Analizlerinin Önemi

İçme ve kullanma suları toplum sağlığını doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle suyun kullanılmadan önce ve kullanım aşamasında belirli aralıklarla analizleri yapılmalıdır (Görsel 1.3).

Tarımsal üretimde sulama suyunun kalitesi; toprak verimliliğini, kullanılan gübrenin etkinliğini ve alınan verimi etkileyebilecek öneme sahiptir. Sulama sularının kalitesi, içinde çözünmüş hâlde bulunan maddelerin cinsi ve miktarı ile belirlenir. Hatalı sulama ve uygun olmayan suların kullanılması; zamanla toprağı çoraklaştırır, bitki sağlığını olumsuz etkiler, verim düşüklüklerine sebep olur. Bunu engellemek için sulama suları, kullanılmadan önce analiz edilmelidir. Analiz sonuçlarına göre sulama suyunun kullanıma uygunluğu ve hangi toprak veya bitki türü için kullanılabileceği belirlenir.



Görsel 1.3: Su numunesi alma

1.1.3. Su Numunesi Alma ve Etiketleme

Sular, kullanım amaçlarına bağlı olarak belirli dönemlerde analiz edilmelidir.

Fiziksel ve kimyasal analizlerde; numunenin hacmi, analiz metotlarının uygulanabileceği miktarlarda olmalıdır. Bazı analizler (pH, EC vb.) sahada yapılabilir. Kimyasal analizler için en az 2 litre numuneye ihtiyaç vardır. Kimyasal analiz için numuneler alındıktan sonra en fazla 72 saat içinde laboratuvara getirilmelidir. Numune kapları, numune suyu ile en az üç kere çalkalanmalı ve hava boşluğu kalmayacak şekilde doldurulmalıdır. Numuneler, polietilen veya camdan yapılmış kaplara konmalı ve aynı cins kapakla havayla teması kesilecek şekilde kapatılmalıdır (Görsel 1.4).



Görsel 1.4: Su numunesi kabı

Mikrobiyolojik analizlerde ise numune kabı olarak sterilize edilmiş, tercihen 100 ml'lik nötr ve renkli şişeler kullanılmalıdır. Numune kabı 1/10'u boş kalacak şekilde su ile doldurulduktan sonra sıkıca kapatılmalıdır. Alınacak numunenin miktarı, suyun kirliliğine bağlı olup genellikle 100-200 ml numune yeterlidir. Mikrobiyolojik analiz için alınan su numuneleri, özelliğini çok kısa süre içinde değiştirdiğinden en geç 24 saat içinde analize alınmalıdır. Numune, kontrole kadar suyun alındığı sıcaklıkta veya buz içinde saklanmalıdır.

Numune alımında suyun kullanım amacına ve kaynağına göre uygun yöntemler seçilir. Su numunesi alınırken yer seçiminde temel prensip, toplam su kütlesini temsil edecek noktanın bulunmasıdır.

Göl, Depo ve Sarnıçlardan Numune Alma: Numune şişesi, kenarlardan en az 1 metre uzaklıkta, ağzı açık ve baş aşağı tutularak suya daldırılır. Şişe yüzeyden yaklaşık 50 cm derinlikte ters çevrilerek doldurulur.

Kuyu, Çeşme, Kaynak, Pınar Gibi Yerlerden Numune Alma: Kuyulardan numune almada kullanılan borular klorlu su ile dezenfekte edilir ve en az 48 saatlik bir pompalamadan sonra su numunesi alınır. Göllemiş ve büyük debili kaynaklarda ise gözlerden birine; iyice temizlenmiş, sivri uçlu ve ucundan itibaren birkaç santimetrelilik kısmında delikler bulunan demir bir boru saplanır. Borudan en az altı saat su akıttıldıktan sonra numune alınır. Numune kapları alınacak su ile en az iki kez çalkalanmalı, numune alındıktan sonra şişenin ağzı hava kalmayacak şekilde kapatılmalıdır.

Dağıtım Sistemlerinden Numune Alma: Şebekeden su numunesi, depoların çıkış noktalarından ve musluklardan alınır. Musluk tam olarak açılır ve şebeke suyunun geldiğinden emin oluncaya kadar su akıtılır (Görsel 1.5). Sonra musluk kısılarak su numune kabına doldurulur.



Görsel 1.5: Musluktan numune alma

Akarsu ve Akıntılardan Numune Alma: Suyun bileşimi akıntının derinliğine ve akış hızına göre değişir. Numune alma noktaları, su kalitesini karakterize edecek şekilde ve sayıda belirlenir. Akarsularda numune alma bölgesi, sürekliliği bozan iki nokta arasındadır. Su derinliği yeterli ise iki kıyının ortasındaki noktadan, dipten yüzeye doğru birkaç örnek alınarak karıştırılır. Derinliği az olan akıntılarda, tam orta yerden ve orta derinlikten tek örnek alınır. Bir kirleticinin tespiti isteniyorsa kirleticinin karıştığı nokta, örnek alma noktası olarak seçilir.

Şişe, Galon ve Damacanadan Numune Alma: İşletmelerde, 1 günde tüketime sunulan aynı ambalajlı sular, bir parti kabul edilir. Partilerden alınacak örnek sayısı Tablo 1.2'de gösterilmiştir.

Tablo 1.2: Parti Büyüklüğü ve Alınacak Numune Sayısı

Parti Büyüklüğü	Alınacak Numune Sayısı
≤ 500	13
501-1200	20
1201-10000	32
≥10000	50

Su numunesi, numune kabına doldurulup ağzı kapatıldıktan sonra etiketlenmelidir (Görsel 1.6). Etiketle mutlaka şu bilgiler bulunmalıdır:

- Numunenin alındığı yerin adı
- Numunenin alındığı nokta
- Numunenin alındığı tarih ve saat
- Numuneyi alanın kimliği
- Numunenin alındığı yerdeki sıcaklık
- Numunede yapılması istenilen analizler

Yukarıda belirtilen bilgilere ek olarak analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılmak üzere; numunenin alındığı yerdeki su seviyesi, akış hızı, numuneyi korumak için uygulanan işlemler ve varsa diğer gerekli bilgiler de kaydedilmelidir.

SULAMA SUYU ÖRNEĞİ ETİKETİ	
İl:	
İlçe:	
Köy mevki:	
Örneğin alınma tarihi / saati:	
Örneği alanın adı-soyadı:	
Örneğin sıcaklığı / hacmi / debisi vb. :	
Örneğin alındığı kaynak adı (artezyen, akarsu, göl vs.):	
Yapılması istenen analizler:	

Görsel 1.6: Sulama suyu etiket örneği

1.1.4. Sulara Koku Testi

Suyun fiziksel analizi ile sıcaklığı, bulanıklığı, rengi, kokusu, tadı, elektriksel direnci araştırılır. Bu özelliklerin bir bölümü basit araçlarla ölçüme, diğerleri ise duyu organları ile kontrole dayanır (Görsel 1.7). Suyun duyu organları ile değerlendirilen özelliklerine **organo-leptik özellikler** denir.

Suların içinde çözünmüş hâlde çeşitli maddeler bulunur. Bu maddelerden bazıları karakteristik kokularından ve tatlarından tanınabilir. Sulara koku bazı, organik maddelerin ve inorganik bileşiklerin (hidrojen sülfür gibi) bulunmasından kaynaklanır. Koku, içme suyu estetik açıdan bulunması istenmeyen bir parametre olmasının yanı sıra, suda kirlilik meydana getiren maddelerin tespitinde iyi bir göstergedir. Kokunun sağlık üzerine direkt bir etkisi olmamakla birlikte suda istenmeyen mikroorganizmaların ya da maddelerin varlığını gösterir. Bu maddelerin sağlık açısından olumsuz etkileri söz konusu olabilir.



Görsel 1.7: Sulara koku

İçme suyu kokunun kaynağını belirlemek her zaman kolay olmayabilir. Kokuya sebep olan nedenler aşağıda özetlenmiştir:

- Suda üreyen mikroorganizmaların faaliyetleri (balık, çim ve küf kokusu)
- Endüstriden kaynaklı pek çok atık ve yan ürünler (ilaç kokusu)
- İçme suyu kaynağında oksijen azalması (sülfür oluşumu)
- Klorun sudaki bileşiklerle reaksiyona girmesi sonucu oluşan yan ürünler
- Suya karışmış olan birtakım sabun, deterjan vb. kokular
- İnorganik ve organik kimyasal kirlleticiler

1.1.4.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Sulara koku testi yapılırken kullanılan araç gereç ve kimyasallar şunlardır: ısıtıcı tabla, balon (ağız cam kapaklı), su numunesi.

1.1.4.2. Koku Testinin Yapılışı

Su örneği, cam kapaklı bir şişeye konur. Şişenin kapağı kapatıldıktan sonra hızlı bir biçimde şişe çalkalanır ve kapak açılırken suyun kokusuna bakılır.

Eğer numune saklanacaksa 500 ml'lik cam şişe, ağzına kadar numune ile doldurularak muhafaza edilmelidir. Bu numuneden test için alınan su, ısıya dayanıklı bir cam balona konur. Numune 50 °C'nin üzerine ısıtıldıktan sonra cam kapak açılır ve eriyik hâldeki gazların uçmasından meydana gelen koku incelenir.

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

SULARDA KOKU TESTİ

Bu çalışmanın amacı su örneğinde koku testi yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak su örneğinde koku testi yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1’de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Malzemelerin temiz olmasına özen gösteriniz.
- Numune olarak musluk suyu kullanınız.



2. Numuneyi ısıya dayanıklı bir balona aktarınız ve cam kapakla kapatınız.

- Balonun ağzının kapaklı olmasına dikkat ediniz.



3. Numuneyi 55 °C'ye kadar ısıtınız.

- Isıtıcı tabla ile çalışırken dikkatli olunuz.



4. Cam kapağı açarak numuneyi koklayınız.

- Suyun kokusunu daha iyi alabilmek için çıkan buharı elinizle burnunuza doğru hareketlendiriniz.
- Aldığınız kokuyla ilgili hissi not ediniz.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Su örneğinde aldığınız koku ile ilgili yorumunuzu aşağıdaki boşluğa yazınız.

[illegible]

1.1.5. Sulara Tat Testi

Suya lezzet veren, içerisinde erimiş hâlde bulunan karbondioksit ve oksijen gazlarıdır. Kaynamış suyun lezzetinin iyi olmamasının nedeni, kaynama sırasında bu gazların uçmasıdır. Böyle suları kaptan kaba boşaltıp suyun içerisine havadan CO_2 ve O_2 girmesi sağlanırsa suyun lezzeti geri döner.

Koku ve tat birbiriyle yakından ilgilidir. Ancak kokuya neden olmayan bazı maddeler tat hissi verebilir. Bu nedenle suya karışan organik tuzlar (demir, sodyum, çinko, bakır ve potasyum tuzları) tatlarından tespit edilebilir. Suyun içerisinde fazla miktarda bulunan tuz, suyun tuzlu ve acı olmasına neden olur. Sudaki bu maddelerin zararlı olup olmadığından emin olduktan sonra tat kontrolü yapılmalıdır (Görsel 1.8).



Görsel 1.8: Suyun lezzeti

1.1.5.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Sularda tat testi yapılırken kullanılan araç gereç ve kimyasallar şunlardır: ısıtıcı tabla, balon (ağız kapaklı), su numunesi, cam şişe.

1.1.5.2. Tat Testinin Yapılışı

Su, temiz bir tüp veya şişe içine alınır. Berraklık ve renk, göz ile kabaca değerlendirilir. Suların tat tayini için ısıtılarak kokusuna bakılan numuneden ağza bir miktar alınır, numune ağızda çalkalanır ve beklenir. Suyun ekşi, acı, tuzlu, buruk veya bozuk bir tadı olup olmadığı kontrol edilir.



Not alınız...

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

SULARDA TAT TESTİ

Bu çalışmanın amacı su örneğinde tat testi yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak su örneğinde tat testi yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1’de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Malzemelerin temiz olmasına özen gösteriniz.
- Numune olarak musluk suyu kullanınız.



2. Daha önceden ısıtılıp kokusuna bakılan su numunesini, temiz bir tüp veya cam şişeye aktarınız.

- Aktardığınız tüp veya cam şişenin temiz olduğundan emin olunuz.

3. Numuneden bir miktar ağzınıza alınız, ağzınızı çalkalayınız ve bekleyiniz.

- Suyu yutmadan ağızda bekletmeye özen gösteriniz.
- Suyun ekşi, acı, tuzlu buruk veya bozuk bir tadı olup olmadığını kontrol ediniz.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Su örneğinde aldığınız tat ile ilgili yorumunuzu aşağıdaki boşluğa yazınız.

[illegible]

1.1.6. Sulara Renk Tayini

Su; ince tabakalar hâlindeyken renksiz, derin tabakalar hâlinde mavi, lacivert renklerde görülür. Suyun rengi; içindeki katkı, kirlilik vb. etkenlere bağlı olarak büyük ölçüde değişir. İçme suyundaki rengin nedeni, genellikle toprak kaynaklı renkli organik maddelerdir. Suyun içinde doğal olarak bulunan metalik iyonlar, organik materyaller, su bitkileri, tohumlar ve endüstriyel kirlenmeler çeşitli renklerin oluşmasına sebep olur (Tablo 1.4). İçme suyunda, normal şartlarda herhangi bir renk olmamalıdır.

Tablo 1.4: İçme Suyunda Renk Kaynakları

Hümkik asit (kahve-siyah)	Bakır (mavi/mavi-yeşil)
Fülvik asit (sarı-kahve)	Demir (kırmızı-kahve, pas rengi)
Toplam çözünmüş madde	Mangan (gri-siyah/siyah-kahve)
Alüminyum (mavimsi, süt rengi)	Mikroorganizmalar
Kireç taşı (turkuaz)	Yosunlar (yeşil)

Çözünmüş organik maddelerden kaynaklanan renge **gerçek renk**, askıda katıların etkisi ile oluşan renge ise **görünen renk** denir.

Sularda renk tayini, bulanıklık veren materyal uzaklaştırıldıktan sonra kalan gerçek rengin belirlenmesi esasına dayanır. Genellikle sularda renk tayini spektrofotometre ile ölçüm yöntemi kullanılarak yapılır (Görsel 1.9). Yöntemin esası, su numunesinin renk yoğunluğunun uygun dalga boyunda spektrofotometrede ölçülmesidir.



Görsel 1.9: Spektrofotometre

1.1.6.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Spektrofotometre ile ölçümde kullanılan araç gereç ve kimyasallar şunlardır: spektrofotometre, santrifüj, filtre kâğıdı, huni, pipet, piset, mezür ve saf su.

1.1.6.2. Spektrofotometreyle Renk Tayini Yapılışı

Su numunesinde bulanıklık varsa numune santrifüjlenmelidir. Çünkü hafif bir bulanıklık bile gerçek renkten daha koyu bir rengin bulunmasına neden olur. Santrifüjlenen numunenin berrak kısmı filtre kâğıdından süzülür. Spektrofotometre çalıştırılarak dalga boyu 455 nm'ye ayarlanır ve süzölmüş saf su ile cihazın sıfır ayarı, santrifüj ve süzme işlemi yapılmamış ham su ile yüz ayarı yapılır. Ölçümü yapılacak süzölmüş su numunesi küvete doldurulur. Küvet spektrofotometreye yerleştirilir ve okuma yapılır. Eğer ölçülen değer, ölçüm aralığının üstündeyse seyreltme yapıldıktan sonra tekrar okuma yapılmalıdır. Seyreltme oranına göre sonuç hesaplanmalıdır.

- Suyun renk değeri, pH yükseldikçe artar. Bu nedenle renk tayininin hangi pH değerinde yapıldığı belirtilmelidir.



Not alınız...

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

SULARDA RENK TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı su örneğinde renk tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak su örneğinde renk tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1’de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Kullanılacak küvetlerin temiz ve çizilmemiş olmasına dikkat ediniz.



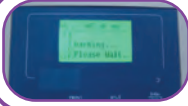
2. Numunede bulanıklık varsa numuneyi santrifüjleyiniz.

- Numunede bulanıklık kontrolünü dikkatli yapınız.



3. Numunenin berrak kısmını filtre kâğıdından süzünüz.

- Süzme kurallarına uyunuz.



4. Spektrofotometreyi çalıştırarak 455 nm’ye ayarlayınız.

- Dalga boyunu dikkatli ayarlayınız.



5. Spektrofotometrenin sıfır ve yüz ayarlarını yapınız.

- Sıfır ayarı için saf su, yüz ayarı için ise santrifüjleme ve süzme işlemlerine tabi tutulmamış ham su kullanınız.



6. Küveti süzölmüş numune ile doldurunuz.

- Kullanım esnasında küvetlerin cilalı kısımlarından tutmamaya özen gösteriniz.
- Küvete numune koyarken dış tarafı ıslanırsa toz bırakmayan bir bezle siliniz.



7. Küveti spektrofotometreye yerleştirerek okuma yapınız.

- Küvetleri cihaza yerleştirirken ışığın giriş ve çıkış yönlerine, küvetlerin cilalı kısımlarının gelmesine dikkat ediniz.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Yaptığınız analiz sonucunda elde ettiğiniz bulgulara göre yorumunuzu aşağıdaki boşluğa yazınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.1.7. Sulara Bulanıklık Tayini

Sularda; kil, kum, demir, sülfür, mikroorganizmalar gibi organik ve inorganik maddelerin oluşturduğu durum **bulanıklık** olarak ifade edilir (Görsel 1.10). Organik maddeler genellikle kötü koku, renk ve tat oluştururken bulanıklık yaratan maddeler çoğunlukla inorganiktir. Bulanıklık şu üç sebepten önemlidir:

- Su ne kadar sağlıklı olursa olsun estetik bakımdan suda bulanıklık istenmez, suya şüpheyle bakılır. Çünkü askı hâlindeki maddeler içinde sağlığa zarar veren mikroorganizmalar bulunabilir.
- Suyun filtre edilmesi zorlaşır ve maliyeti artırır.
- Suyun dezenfeksiyonunu zorlaştırır. Canlı organizmalar askı hâlindeki maddeler üzerinde bulunduklarından klorun veya dezenfektanın tesirini zorlaştırır.



Görsel 1.10: Sularda bulanıklık

Bulanıklık, numunenin optik özelliğidir ve numuneden ışığı geçirmeden bulanıklığı absorbe eder. Sularda bulanıklık tayini, nessler tüplerinde karşılaştırma metodu ile veya spektrofotometre ile yapılır. Spektrofotometre ile yapılan bulanıklık analizinde, numunenin uygun dalga boyunda ölçümü yapılarak bulanıklığı tespit edilir.

1.1.7.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Spektrofotometre ile bulanıklık tayininde kullanılan araç gereç ve kimyasallar şunlardır: spektrofotometre, filtre kâğıdı, balon joje, pipet, piset, milimetrik kâğıt, hidrazin sülfat $[(\text{NH}_2)_2\text{H}_2\text{SO}_4]$ ve hekza metilen tetra amin $[(\text{CH}_2)_6\text{N}_4]$.

Çözelti I: 1 g hidrazin sülfat $[(\text{NH}_2)_2\text{H}_2\text{SO}_4]$ 100 ml'lik balon jojede bulanıklığı giderilmiş suda çözülür. İşaret çizgisine kadar seyreltilir ve çözelti iyice karıştırılır.

Çözelti II: 10 g hekza metilen tetra amin $[(\text{CH}_2)_6\text{N}_4]$ 100 ml'lik balon jojede bulanıklığı giderilmiş suda çözülür, işaret çizgisine kadar seyreltilir ve çözelti iyice karıştırılır.

Stok Süspansiyon (400 birimlik): 100 ml'lik ölçülü balona, 5 ml çözelti-I ve 5 ml çözelti-II'den konur ve çözelti iyice karıştırılır. 25-30 °C'de 24 saat bekletilir. Sonra saf su ile işaret çizgisine tamamlanır ve çözelti iyice karıştırılır. Bu çözeltinin bulanıklık şiddeti 400 birimdir.

Standart Süspansiyon (100 birimlik): Stok süspansiyon çözeltisinden 25 ml alınır ve 100 ml'lik ölçülü balonda saf su ile işaret çizgisine kadar seyreltilir ve çözelti iyice karıştırılır.

Tablo 1.5: Standart Süspansiyon Çözeltilerin Bulanıklık Şiddeti

Standart Süspansiyon Hacmi (ml)	Bulanıklık Şiddeti
2,5	5
5	10
7,5	15
10	20
12,5	25
15	30
17,5	35
20	40

1.1.7.2. Spektrofotometreyle Sulara Bulanıklık Tayini Yapılışı

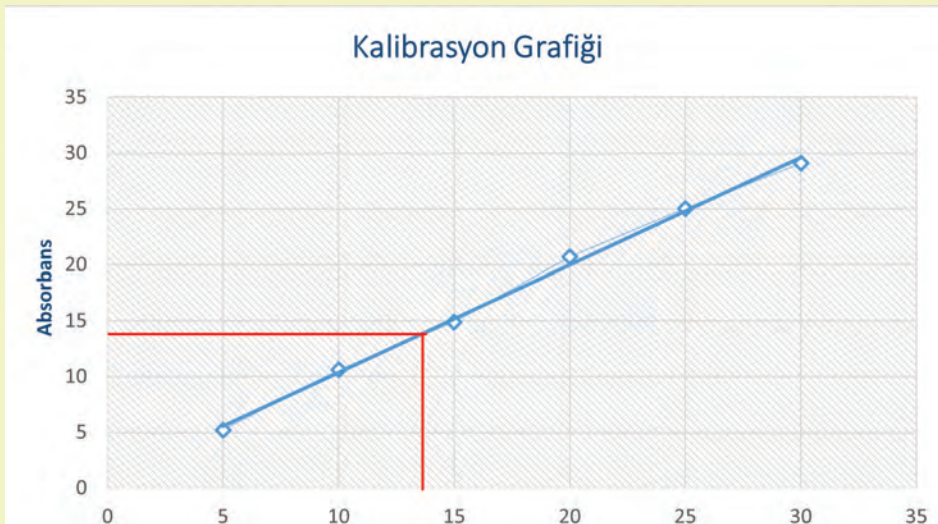
Spektrofotometrenin, bulanıklığı giderilmiş su ile sıfır ayarı yapılır. Tablo 1.5'te gösterilen hacimlerde standart süspansiyon çözeltileri 50 ml'lik balon jöjelere sırasıyla konur. Bulanıklığı giderilmiş su ile işaret çizgisine tamamlanır ve çözelti iyice karıştırılır. Her bir kalibrasyon süspansiyonunun 420 nm'de optik yoğunluğu (absorbans değeri) ölçülür. Bu ölçülen değerler dikey eksende gösterilerek kalibrasyon eğrisi çizilir. Daha sonra yeterli miktarda su numunesi kuru ve temiz bir küvete alınarak 420 nm'de suyun optik yoğunluğu ölçülür. Kalibrasyon eğrisi kullanılarak numunenin bulanıklık şiddeti tespit edilir.

- Ölçülen değer 40 birimden fazla ise seyreltme yapılmalıdır. Daha sonra okuma yapıp seyreltme oranına göre sonuç hesaplanmalıdır.

Örnek Soru: Bir su örneğinde spektrofotometre ile bulanıklık tayini yapılmış ve numunenin optik yoğunluğu 13,79 olarak okunmuştur. Standart çözelti serilerinin optik yoğunlukları ve bulanıklık şiddetleri aşağıdaki tabloda verildiğine göre kalibrasyon grafiğini çizerek numunenin bulanıklık şiddetini tespit ediniz.

Bulanıklık Şiddeti (Konsantrasyon)	Optik Yoğunluk (Absorbans Değeri)
5	5,2
10	10,6
15	14,9
20	20,7
25	25,03
30	29,08

Çözüm: Kalibrasyon grafiğinde y eksenine optik yoğunluk, x eksenine ise bulanıklık şiddeti değerleri yazılır.



Çizilen grafikte su numunesinin optik yoğunluğu y eksenine yerleştirildiğinde x ekseninde karşılık gelen bulanıklık şiddeti 14 olarak tespit edilir.

1.2. SULARDA BUHARLAŞTIRMA KALINTISI TAYİNİ

Suyun içinde çözünmüş hâlde çeşitli maddeler bulunur. Bu çözünmüş maddelerin miktarı ve çeşitliliği suyun tat, renk, kullanım yeri gibi birçok özelliğini etkiler.

Buharlaştırma kalıntısı tayini, belirli hacimdeki su numunesinin kütlesi belli bir kapta ısıtılarak tamamen buharlaştırılıp kabın içinde kalan çözünmüş maddelerin kalıntı miktarının belirlenmesi esasına dayanır.

1.2.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Buharlaştırma kalıntısı tayininde kullanılan araç gereç ve kimyasallar şunlardır: buharlaştırma kabı, su banyosu, etüv, maşa, desikatör, terazi, hesap makinesi, su numunesi.

1.2.2. Sularda Buharlaştırma Kalıntısı Tayini Yapılışı

Buharlaştırma kabı 105 °C'de sabit tartıma getirilir. 200-500 ml numune, buharlaştırma kabına konulur. Numune, su banyosunda tamamen kuruyuncaya kadar buharlaştırılır (Görsel 1.11). Kalıntı, etüvde 105 °C'de kurutulduktan sonra desikatörde soğutulur ve tartılır. İki tartım arasında 0,5 mg'dan daha fazla fark kalmayacak şekilde sabit tartıma getirilir.

Buharlaştırma kalıntısı miktarının hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılır.



$$BKM = \frac{(A-B)}{V} \times 1000$$

BKM: Buharlaştırma kalıntısı miktarı (mg/l)

A: Son tartım (Buharlaştırma kabı ve kalıntının toplam kütlesi g)

B: Dara (Buharlaştırma kabının kütlesi g)

V: Analizde kullanılan su numunesinin hacmi (l)



Görsel 1.11: Suyun buharlaştırılması

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

SULARDA BUHARLAŞTIRMA
KALINTISI TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı su örneğinde buharlaştırma kalıntısı tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak su örneğinde buharlaştırma kalıntısı tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1’de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Laboratuvar önlüğü giyiniz.



2. Buharlaştırma kabını 105 °C’de sabit tartıma getiriniz.

- Sabit tartıma getirilmiş kabın darasını tespit ediniz.



3. Buharlaştırma kabına 200-500 ml numune alınız.

- Aktarma yaparken suyun dışarıya dökülmemesine dikkat ediniz.



4. Numuneyi su banyosunda buharlaştırınız.

- Numunenin tamamı buharlaştırma kabına sığmaz ise buharlaştırma sonucu hacim azaldıkça numunenin kalan kısmını ilave ediniz.



5. Kalıntıyı etüvde 105 °C’de kurutunuz.

- Etüvün sıcaklığının doğru ayarlanmış olduğundan emin olunuz.



6. Buharlaştırma kabını desikatöre alarak soğutunuz.

- Desikatörün temiz olduğundan emin olunuz.



7. Kalıbı tartınız.

- Sabit tartıma gelene kadar kurutma ve tartım işlemini tekrar ediniz. İki tartım arası fark 0,5 mg’dan düşük olmalıdır.
- İlgili formülü kullanarak hesaplama yapınız.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

1. Yaptığınız uygulama çalışmasında en çok zorlandığınız aşama hangisiydi? Neden?

.....

2. Yaptığınız uygulama çalışmasında en kolay yapabildiğiniz aşama hangisiydi? Neden?

.....

1.3. SULARDA ELEKTRİKSEL İLETKENLİK TAYİNİ

İletkenlik suyun elektrik akımını iletme kabiliyetinin bir ölçüsüdür. Yaygın olarak kirlilik izlemesinde kullanılır. Belirli seviyenin üzerinde olması suda kirlilik olduğunu gösterir.

Suyun elektriksel iletkenliği, içinde çözünmüş olarak bulunan iyonların cinsi ve derişimine bağlıdır. Su saflaştıkça iletkenlik azalır. Saf suyun iletkenliği yaklaşık 0,055 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'dir. Çözünmüş tuz derişimi arttıkça elektriksel iletkenlikte de artış olur. Bu nedenle suların elektriksel iletkenliği ölçülerek su içinde çözünmüş toplam tuz miktarı hakkında fikir edinilebilir.

Elektriksel iletkenlik, elektriksel direncin tersi olarak tanımlanır. Birimi, direnç biriminin tersi olup $\mu\text{mho}/\text{cm}$ veya $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'dir. (μS : Mikro Siemens)

Elektriksel iletkenlik tayininin esası, numune içindeki anyon ve katyonların elektriği iletme kabiliyetlerinden faydalanılarak iletkenlik derecesinin kondüktivimetre ile ölçülmesi prensibine dayanır.

1.3.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Sularda elektriksel iletkenlik tayininde kullanılan araç gereç ve kimyasallar: kondüktivimetre, termometre, beher, saf su, kurutma kâğıdı.

1.3.2. Sularda Elektriksel İletkenlik Tayini Yapılışı

Analize başlamadan 10-15 dakika önce kondüktivimetre cihazı çalıştırılarak cihazın ısınması sağlanır. Cihazın uygun çözeltilerle kalibrasyonu yapılır. Ölçümü yapılacak su numunesi bir behere aktarılır. Cihazın elektrodu numune içerisine daldırılıp cihazda sıcaklık ayarı yapılır. Gösterge değeri sabitleninceye kadar beklenip iletkenlik değeri okunur (Görsel 1.12).

- Isı düzenlemesi yapan cihazlarda ölçüm ısısı 25 °C'ye ayarlanmalıdır.
- Okuma, elektrot saf su ile yıkandıktan sonra numune içerisine daldırılarak yapılmalıdır. Cihazdan doğrudan okunan değer mS/m veya $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'dir.



Görsel 1.12: Elektriksel iletkenlik ölçümü

SULARDA ELEKTRİKSEL İLETKENLİK TAYİNİ

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Laboratuvar önlüğü giyiniz.



2. Kondüktivimetreyi ölçümden 10-15 dk. önce çalıştırıp cihazın ısınmasını sağlayınız.

- Okuma yapmadan önce elektrodu saf su ile yıkayınız.



3. Kondüktivimetrenin elektrodunu su örneğine daldırıp ölçüm yapınız.

- Elektrodun numune içerisine tam daldırılmış olmasına dikkat ediniz.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Yaptığınız uygulamadan öğrendiklerinizi birkaç cümle ile özetleyiniz.

This image shows a full page of primary-ruled paper. It features approximately 20 horizontal dotted lines spaced evenly apart, providing a guide for handwriting practice. The paper is otherwise blank, with no margins, text, or other markings.

1.4. SULARDA pH TAYİNİ

Suyun kalitesi ve kullanım alanı, içerisinde çözülmüş olan maddelerin cinsleri ve miktarlarına bağlıdır. Su, içinde çözülmüş olan maddelerin etkisi ile asit, baz veya nötr özellik gösterebilir.

pH değeri, bir çözeltide bulunan H^+ iyonlarının konsantrasyonunu ifade etmektedir. Çözeltinin pH değeri 7 olduğunda çözelti nötr, 7'den düşük ise asidik ve 7'den büyük ise baziktir.

İçme sularının pH değeri 6,5 ile 9,5 arasındadır. pH değerinin insan sağlığı üzerinde direkt bir etkisi olmamakla birlikte işletmeler açısından en önemli su kalite parametrelerinden biridir. Düşük pH suda acı metal bir tada ve korozyona sebep olurken yüksek pH değerleri ise suda kaygan hisse, soda tadına ve tortulara neden olur.

pH ölçümleri pH indikatör kağıtları veya pH metre cihazıyla yapılır. Sonuç daha güvenilir olduğundan pH metre cihazları yaygın olarak kullanılmaktadır (Görsel 1.13).

Analizin esası, elektrotla sıvı arasında meydana gelen potansiyel farkın pH metre ile ölçülmesine dayanmaktadır. Numunelerin pH değeri sıcaklıktan etkilendiğinden numunenin sıcaklığı ve pH değeri daima birlikte belirtilmelidir.



Görsel 1.13: pH metre cihazı

1.4.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Sularda pH tayininde kullanılan araç gereç ve kimyasallar şunlardır: pH metre, buffer (bafır) çözeltileri, saf su, beher.

1.4.2. Sularda pH Tayini Yapılışı

Analize başlamadan 10-15 dakika önce pH metre cihazı çalıştırılarak cihazın ısınması sağlanır. Buffer (tampon) çözeltilerle cihazın kalibrasyonu yapılır. Ölçümü yapılacak numune bir behere aktarılır. Cihazın elektrodu numune içerisine daldırılır. Gösterge değeri sabitleninceye kadar beklenip sıcaklık ve pH değeri okunur.

1.4.3. pH Metre Cihazının 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 metrenin analize başlamadan en az 10-15 dakika önce çalıştırılarak ısınması sağlanır.
- pH metrenin sıcaklığı, ölçüm yapılacak çözeltinin sıcaklığına ayarlanır.
- pH metre cal tuşuna basılarak kalibrasyon konumuna alınır.
- Elektrot, tampon çözeltiye 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 kurulanır.
- Aynı işlemler diğer buffer çözeltiler için de tekrarlanır.
- pH metrenin elektrodu; ölçümlerden önce, ölçümler arasında ve ölçümlerden sonra saf su ile yıkanmalıdır.
- Elektrotlar kullanılmadığı durumlarda mutlaka saf su içerisinde tutulmalıdır.

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

SULARDA pH TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı su örneğinde pH metre ile pH tayinini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak su örneğinde pH tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1’de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Laboratuvar önlüğü giyiniz.



2. pH metreyi kullanımdan 10-15 dakika önce çalıştırarak cihazın ısınmasını sağlayınız.

- pH metrenin kalibrasyonu bozursa kalibrasyonunu yapınız.
- Elektrotları kullanmadığınız zamanlarda mutlaka saf su içerisinde tutunuz.



3. Elektrodu numuneye daldırıp pH okuması yapınız.

- Elektrodun numuneye yeterince dalmış olmasına dikkat ediniz.
- pH değeri genellikle ondalık basamaklı olarak ifade edilmelidir.
- Ölçüm sıcaklığı belirtilmelidir.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

1. Yaptığınız deneyden öğrendiklerinizi aşağıdaki boşluğa kısaca yazınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Sizce bu çalışmada en çok dikkat etmeniz gereken aşama hangisidir? Neden?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıda verilen boşlukları doğru ifade ile doldurunuz.

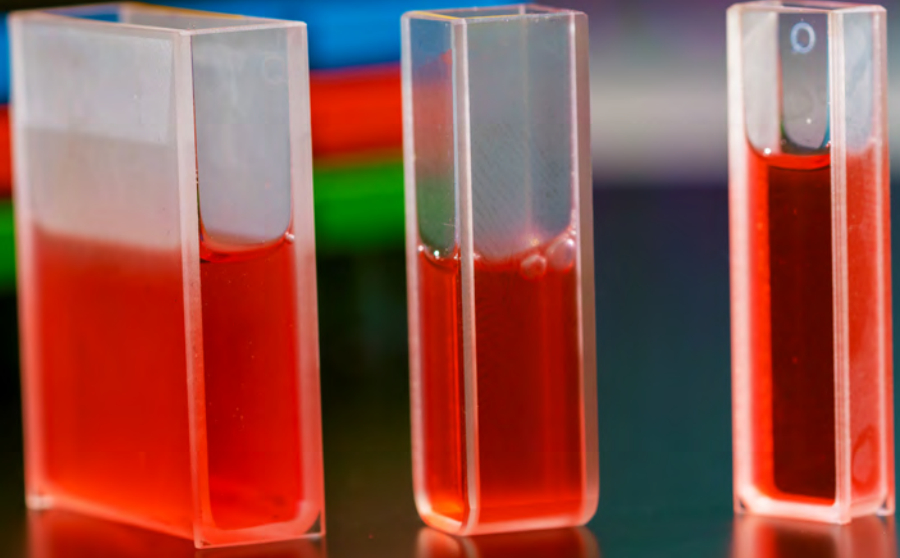
1. İçme sularının tadı, içerisindeki miktarı ve suyun ısısına göre değişmekle beraber en iyi 8-16 °C'de algılanır.
2. İçtiğimiz suya lezzet veren içerisinde erimiş hâlde bulunan ve karbondioksit gazlarıdır.
3. Suda çözünmüş organik maddeler nedeniyle oluşan renge, askıda katıların katkısı ile oluşan renge ise görünen renk denir.
4. Sularda çözünmüş tuz konsantrasyonu arttıkça..... artar.

B) Aşağıdaki soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi içme sularının özelliklerindendir?
 - A) pH değeri 6,5-9,5 olmalıdır.
 - B) Korozyif (aşındırıcı) olmalıdır.
 - C) Renkli ve tortulu olmalıdır.
 - D) Yüksek derecede sert olmalıdır.
 - E) Patojen etken içermelidir.
 2. Aşağıdakilerden hangisi su numunesi etiketinde bulunması gereken bilgilerden değildir?
 - A) Numunenin alındığı yerin adı
 - B) Numuneyi alanın kimlik bilgisi
 - C) Yapılması istenen analizler
 - D) Numunenin alındığı tarih ve saat
 - E) Numune miktarı
 3. Aşağıdakilerden hangisi sularda kokuya sebep olan nedenlerden biri değildir?
 - A) Suda üreyen mikroorganizmaların faaliyetleri
 - B) Endüstriden kaynaklı pek çok atık ve yan ürünler
 - C) İçme suyu kaynağında oksijen azalması
 - D) Su içerisindeki klorür miktarı
 - E) Suya karışmış olan sabun, deterjan vb. kokular
 4. "Buharlaştırma kabı 105 °C'de sabit tartıma getirilir. Kaba konan 200-500 ml numune, su banyosunda kuruyuncaya kadar buharlaştırılır. Etüvde kurutulan kalıntı desikatörde soğutulur ve tartılır. Gerekli hesaplamalar yapılır."
- Burada anlatılan deney aşağıdakilerden hangisidir?**
- A) Sularda renk tayini
 - B) Sularda bulanıklık tayini
 - C) Sularda buharlaştırma kalıntısı tayini
 - D) Sularda elektriksel iletkenlik tayini
 - E) Sularda pH tayini

C) Aşağıda verilen soruları yanıtlayınız.

1. İçme sularında renk oluşumuna sebep olabilecek maddeleri yazınız.
2. Suda tat testini nasıl yaparız? Açıklayınız.
3. Sularda bulanıklık neden önemlidir? Açıklayınız.
4. Sularda iletkenlik nedir? Ne amaçla sularda iletkenlik ölçümü yapılır?



SULARDA KATYON VE ANYON ANALİZLERİ

KONULAR

- 2.1. SULARDA SODYUM VE POTASYUM TAYİNİ
- 2.2. SULARDA SERTLİK (KALSİYUM VE MAGNEZYUM) TAYİNİ
- 2.3. SULARDA KARBONAT VE BİKARBONAT TAYİNİ
- 2.4. SULARDA KLORÜR TAYİNİ
- 2.5. SULARDA SÜLFAT TAYİNİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Alev fotometresiyle sularda sodyum ve potasyum tayinini
- Sularda kalsiyum ve magnezyum tayinini
- Sularda karbonat ve bikarbonat tayinini
- Sularda klorür ve sülfat tayinini

TEMEL KAVRAMLAR

- Anyon
- Katyon
- Fotometrik
- Suda sertlik
- SAR değeri

HAZIRLIK ZAMANI

1. Farklı markalardan aldığımız üç adet içme suyunu sınıfa getirerek etiket üzerindeki bilgileri karşılaştırınız. Farklılıkların neler olabileceğini tartışınız.
2. Ellerinizi sabunlu su ile yıkadığınızda köpürmesinin nedeni nedir? Araştırınız.



2.1. SULARDA SODYUM VE POTASYUM TAYİNİ

Su, bilinen en iyi çözücü olmasından dolayı doğada saf olarak bulunmaz, içerisinde az ya da çok miktarda çözünmüş maddeler bulunur. Suyun içerisinde çözünen maddelerin cinsi ve miktarı, suyun kalitesini belirler. Su, doğadaki döngüsü sırasında buharlaşarak saf hâle gelir. Bu bakımdan doğada bulunan en saf suların yağmur suları olmasına rağmen bu suların bile havada bulunan eriyik maddelerle (azot, oksijen ve karbondioksit gibi) saflığı bozulabilir.

Suda erimiş hâlde bulunan maddeler, **tuz** olarak ifade edilir. Tuzlar, su içinde elektrolit veya dissosiyasyon olmuş (iyonlarına ayrılmış) hâlde bulunur. Tuzlardan bazıları bazik olup **anyon** (karbonat, klorür ve sülfat) bazıları ise asidik olup **kasyon** (kalsiyum, magnezyum, sodyum ve potasyum) olarak adlandırılır. Kasyon ve anyonlar çok az miktarlarda da olsa suda bulunabilir. Ancak yüksek oranda kasyon ve anyon içeren sular, sulama suyu olarak kullanıldığında toprağın yapısının bozulmasına neden olur. Böyle durumlarda normal topraklar zamanla tuzlu ve çorak topraklara dönüşebilir (Görsel 2.1).

Su içerisinde çözünmüş hâlde bulunan maddelerin miktarının ve çeşidinin bilinmesi; insan sağlığı, tarım, suyun kullanım alanı ve bu maddelerin olası zararlarına karşı alınabilecek önlemler açısından son derece önemlidir.



Görsel 2.1: Çorak toprak

Sodyum ve potasyum gibi elementlerin kimyasal metotlarla tayin edilmesi çok uzun zaman alırken bu elementlerin alev fotometresi ile tayini kısa sürede yapılabilmektedir. Bu nedenle sulara sodyum ve potasyum tayini alev fotometresi kullanılarak “fotometrik” olarak yapılır.

Çözelti içerisindeki herhangi bir element, sabit bir hızla alev içerisine püskürtüldüğünde, elementin cinsine bağlı olarak alev özel bir renk kazanır. Alevin ışınları bir ayna vasıtası ile filtreden geçer ve tayin edilmek istenen elementin dışındaki ışınlar burada tutulur. Filtreden geçen ışınlar bir fotosel yardımı ile elektrik enerjisine çevrilerek okunur. Analiz sonucu, okunan bu değerlerin standart çözelti değerleri ile kıyaslanması esasına dayanılarak belirlenir.

2.1.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Alev fotometresi ile sodyum ve potasyum tayininde kullanılan araç gereç ve kimyasallar şunlardır: alev fotometresi, pipet, balon joje, beherglas, spatül, tartım kabı, hassas terazi.

Stok Sodyum Klorür (NaCl) Çözeltisi: 2,542 g 140 °C’de kurutulmuş sodyum klorür (NaCl) tartılıp litrelik bir balon jojede saf su ile çözündürülerek çözelti hacim çizgisine tamamlanır.

Seyreltilmiş Sodyum Klorür Çözeltisi: Stok sodyum klorür çözeltisinden pipetle 10 ml alınarak 100 ml’lik balon jojeye aktarılır. Balon joje saf su eklenerek hacim çizgisine tamamlanır.

Stok Potasyum Klorür (KCl) Çözeltisi: 1,907 g 110 °C’de kurutulmuş potasyum klorür (KCl) tartılıp litrelik bir balon jojede saf su ile çözündürülerek çözelti hacim çizgisine tamamlanır.

Seyreltilmiş Potasyum Klorür Çözeltisi: Stok potasyum klorür çözeltisinden 10 ml alınarak 100 ml’lik balon jojeye aktarılır. Balon joje saf su eklenerek hacim çizgisine tamamlanır.

Seyreltilmiş potasyum klorür çözeltisinden Tablo 2.1’de belirtilen hacimlerde standart çözelti serileri hazırlanır.

Tablo 2.1: Standart Çözelti Serisi Hazırlama

NaCl/KCl Çözeltisi (100 mg/l)	Sodyum/Potasyum Konsantrasyonu (mg/l)
1 ml	1,0
2 ml	2,0
4 ml	4,0
6 ml	6,0
8 ml	8,0
10 ml	10,0

2.1.2. Sularda Sodyum ve Potasyum Tayini Yapılışı

Alev fotometresi analize başlamadan 10-15 dakika önce kullanma talimatına uygun olarak çalıştırılır ve cihazın ısınması sağlanır (Görsel 2.2). Cihazın 0 ayarı saf suyla, 100 ayarı ise konsantrasyonu en yüksek çözelti ile yapılır. Sıfır ve yüz ayarı birkaç kez tekrar edilmelidir.

Daha sonra standart çözeltiler sırasıyla okutulur, okunan değerler kaydedilir. Su numunesinin okuması yapılır, hazırlanan standart seri konsantrasyonu aralığının üstündeyse numune seyreltilerek tekrar okuma yapılmalıdır. Elde edilen değerlerle kalibrasyon grafiği oluşturulur. Numunenin okunan değeri grafikte belirlenir ve konsantrasyonu tespit edilir. Seyreltme yapılması durumunda bulunan konsantrasyon seyreltme faktörüyle çarpılır.



Görsel 2.2: Alev fotometresi

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

SULARDA SODYUM TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı su örneğinde sodyum tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak su örneğinde alev fotometresi ile sodyum tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1’de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Malzemelerin temiz olmasına özen gösteriniz.



2. Seyreltilmiş NaCl çözeltisinden çözelti serileri hazırlayınız.

- Çözelti serilerini numaralandırınız.



3. Alev fotometresini çalıştırınız.

- Alev fotometresinin ısınması için 10-15 dakika bekleyiniz.



4. Alev fotometresinin alev ayarını kullanım kılavuzunda belirtildiği şekilde ayarlayınız.

- Filtre düğmesini analizi yapılacak elemente ayarlayınız.



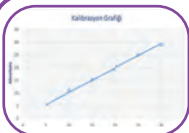
5. Alev fotometresinin sıfır ve yüz ayarlarını yapınız.

- Sıfır ayarı için saf su, yüz ayarı için ise konsantrasyonu en yüksek çözeltiyi kullanınız.
- Sıfır ve yüz ayarını birkaç kez tekrarlayınız.



6. Çözelti serilerini sırasıyla okutunuz. Daha sonra su numunesini okutunuz.

- Okunan değerleri not ediniz.



7. Kalibrasyon eğrisini çiziniz. Kalibrasyon eğrisinden yararlanarak numunenin sodyum konsantrasyonunu hesaplayınız.

- Seyreltme yapılmışsa seyreltme faktörünü dikkate alınız.
- Araç gereç ve cihazları bir sonraki kullanıma hazırlayınız.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

1. Yaptığınız uygulama çalışmasında ilginizi çeken en önemli aşama hangisiydi? Neden?

.....

2. Yaptığınız uygulama çalışmasında size göre en önemli aşama hangisiydi? Neden?

.....

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

SULARDA POTASYUM TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı su örneğinde potasyum tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak su örneğinde alev fotometresi ile potasyum tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1’de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Malzemelerin temiz olmasına özen gösteriniz.



2. Seyreltilmiş KCl çözeltisinden çözelti serileri hazırlayınız.

- Çözelti serilerini numaralandırınız.



3. Alev fotometresini çalıştırınız.

- Alev fotometresinin ısınması için 10-15 dakika bekleyiniz.



4. Alev fotometresinin alev ayarını kullanım kılavuzunda belirtildiği şekilde ayarlayınız.

- Filtre düğmesini analizi yapılacak elemente ayarlayınız.



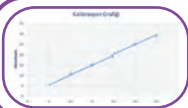
5. Alev fotometresinin sıfır ve yüz ayarlarını yapınız.

- Sıfır ayarı için saf su, yüz ayarı için ise konsantrasyonu en yüksek çözeltiyi kullanınız.
- Sıfır ve yüz ayarını birkaç kez tekrarlayınız.



6. Çözelti serilerini sırasıyla okutunuz. Daha sonra su numunesini okutunuz.

- Okunan değerleri not ediniz.



7. Kalibrasyon eğrisini çiziniz. Kalibrasyon eğrisinden yararlanarak numunenin potasyum konsantrasyonunu hesaplayınız.

- Seyreltme yapılmışsa seyreltme faktörünü dikkate alınız.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

1. Uygulama sırasında çözelti serileri hazırlarken nelere dikkat ettiniz?

.....

.....

.....

2. Alev fotometresinin sıfır ve yüz ayarını yapmak neden önemlidir?

.....

.....

2.2. SULARDA SERTLİK (KALSİYUM VE MAGNEZYUM) TAYİNİ

Suda sertlik, büyük ölçüde kalsiyum ve magnezyum elementlerinden kaynaklanmaktadır. Kayalarda ve toprakta bulunan kireç taşı ve dolomit gibi mineraller, koşullara bağlı olarak çözünmekte ve suda sertliğe neden olmaktadır.

Suların içerdiği çözünmüş hâldeki kalsiyum ve magnezyum iyonlarının toplamı **suyun sertliği** olarak ifade edilir. İçme, kullanma ve endüstride kullanılan sularda sertlik önemli bir kalite parametresidir. Sulamada sert sular arzu edilirken içme ve kullanma suyunda ise yumuşak sular tercih edilir. Diğer yandan çamaşır, bulaşık ve banyoda kullanılan sert sular, fazla sabun sarf edilmesine neden olur.

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

Geçici Sertlik: Sularda kalsiyum ve magnezyumdan kaynaklanan sertliğe **geçici sertlik** denir. Bu tip sertlikler, suyun kaynatılması ile giderilebilir.

Kalıcı Sertlik: Kalsiyum ve magnezyumun klor ve sülfat tuzlarından kaynaklandığı sertliğe **kalıcı sertlik** denir. Bu tip sertlik ısı ile giderilemez. Ancak suyun soda ile muamelesi sonucu giderilebilir.

Toplam Sertlik: Sudaki geçici sertlik ve kalıcı sertliğin toplamı **toplam sertliği** oluşturur. Sudaki Ca^{2+} ve Mg^{2+} iyonlarının toplamının bulunmasıyla suyun sertliği belirlenir.

Farklı sertlik derecesi birimleri kullanılmakla beraber en çok kullanılanları Fransız sertlik derecesi ($^{\circ}\text{F}$), İngiliz sertlik derecesi (IS), Alman sertlik derecesi (DH) ve Amerikan sertlik derecesidir (A). Tablo 2.2'de farklı sertlik birimleri ve tanımları verilmiştir. Ülkemizde yaygın olarak Fransız sertlik derecesi kullanılmaktadır.

Tablo 2.2: Farklı Sertlik Birimleri Ve Tanımları

Sertlik Adı	Sembol	Tanım
Fransız Sertlik Derecesi	$^{\circ}\text{F}$	1 Fransız Sertlik Derecesi ($^{\circ}\text{F}$) = 1 litre suda 10 mg CaCO_3
Alman Sertlik Derecesi	DH	1 Alman Sertlik Derecesi (DH) = 1 litre suda 10 mg CaO
İngiliz Sertlik Derecesi	IS	1 İngiliz Sertlik Derecesi (IS) = 700 ml suda 10 mg CaCO_3
Amerikan Sertlik Derecesi	A	1 Amerikan Sertlik Derecesi (A) = 1 litre suda 1 mg CaCO_3

Farklı hacimlerde numune kullanıldığı durumlarda aşağıdaki formül yardımıyla suyun sertliği Fransız sertlik derecesi olarak hesaplanır.



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

V: Titrasyonda harcanan EDTA miktarı (ml)
a: Numune miktarı (ml)

Sertlik derecelerini birbirine çevirmek mümkündür.

$$1^{\circ}\text{F} = 0,7 \text{ IS} = 0,56 \text{ DH} = 0,1 \text{ A}$$

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

2.2.1. Sulara EDTA Titrasyon Yöntemiyle Kalsiyum Tayini

2.2.1.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Sularda volümetrik yöntemle kalsiyum tayininde kullanılan araç gereç ve kimyasallar şunlardır: pipet, beher, büret, cam baget ve spor.

Standart Kalsiyum Karbonat Çözeltisi (0,01 N): 0,5 g kalsiyum karbonat (CaCO_3), yaklaşık 10 ml seyreltik (1:3'lük) hidroklorik asitte (HCl) çözündürülüp saf su eklenerek çözelti 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): 2 g etilen diamin tetra asetik asit disodyum ($\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{Na}_2\text{O}_8 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ve 0,05 g magnezyum klorür ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) bir miktar saf suda çözündürülür ve hacmi litreye tamamlanır. Bu çözelti, standart kalsiyum karbonat çözeltisine karşı ayarlanır. EDTA ve kalsiyum karbonat çözeltilerinin normaliteleri eşit olduğundan 1 ml 0,01 N EDTA çözeltisi 0,5 mg CaCO_3 'a tekabül eder.

Sodyum Hidroksit Çözeltisi (4 N): 40 g sodyum hidroksit (NaOH) bir miktar saf su ile çözündürülüp hacmi 250 ml'ye tamamlanır.

Amonyum Purpurat (Mürexid) İndikatörü: İki şekilde hazırlanır:

- 0,5 g amonyum purpurat ile 100 g potasyum sülfat (K_2SO_4) iyice karıştırılarak hazırlanır. Uzun süre dayanıklıdır.
- 0,5 g amonyum purpurat 50 ml etil alkolde çözündürülür.

EDTA Çözeltisinin Ayarlanması: 100 ml'lik bir erlene 5 ml 0,01 N kalsiyum karbonat (CaCO_3) çözeltisi konur. Üzerine 5 ml 4 N sodyum hidroksit çözeltisi ve 0,1 g amonyum purpurat (mürexid) indikatörü ilave edilir. Çözeltinin rengi koyu pembeden eflatuna dönüşünceye 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 karbonat çözeltisinin normalitesi

V_1 : Kullanılan kalsiyum karbonat çözeltisi miktarı (ml)

N_2 : EDTA çözeltisinin normalitesi

V_2 : Titrasyonda harcanan EDTA miktarı (ml)

2.2.1.2. Kalsiyum Tayini Yapılışı

Su numunesinden 5 ml alınarak hacmi 25 ml'ye tamamlanacak şekilde numuneye saf su ilave edilir. Beher içerisine pH değeri 13 oluncaya kadar 4N NaOH damla damla ilave edilir. Amonyum purpurattan 0,05 g ilave edilerek çözelti karıştırılır. Kesin normalitesi belirlenmiş EDTA çözeltisi ile koyu pembe renkten eflatun renge dönüşünceye kadar titre edilir. Harcanan EDTA çözeltisi miktarı kaydedilir. Şahit numune için 5 ml saf su kullanılır, diğer tüm işlemler aynı şekilde yapılır. Kalsiyum miktarı meq/l olarak aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanır:



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

A : Titrasyonda harcanan EDTA miktarı (ml)

B : Şahit için harcanan EDTA miktarı (ml)

N : EDTA çözeltisinin kesin normalitesi

a : Numune miktarı (ml)



meq/l'yi mg/l'ye dönüştürmek için aşağıdaki formül kullanılır:

$$\text{mg/l} = \frac{\text{Ca miktarı} \times M_A}{T_d}$$

2.2.2. Sularda EDTA Titrasyon Yöntemiyle Kalsiyum + Magnezyum Tayini

2.2.2.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Sularda volümetrik yöntemle kalsiyum ve magnezyum tayininde kullanılan araç gereç ve kimyasallar şunlardır: pipet, beher, büret, cam baget ve spor.

EDTA Çözeltisi (0,01 N): 2 g etilen diamin tetra asetik asit disodyum ($C_{10}H_{14}N_2Na_2O_8 \cdot 2H_2O$) ve 0,05 g magnezyum klorür ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$) bir miktar saf suda çözündürülür ve hacmi litreye tamamlanır. Bu çözelti standart kalsiyum karbonat çözeltisine karşı ayarlanır. EDTA ve kalsiyum karbonat çözeltilerinin normaliteleri eşit olduğundan 1 ml 0,01 N EDTA çözeltisi 0,5 mg $CaCO_3$ 'a tekabül eder.

Standart Kalsiyum Karbonat Çözeltisi (0,01 N): 0,5 g kalsiyum karbonat ($CaCO_3$), yaklaşık 10 ml seyreltik (1+3'lük) hidroklorik asitte çözündürülüp 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.

Tampon Çözelti (pH = 10): 67,5 g amonyum klorür (NH_4Cl), 573 ml derişik amonyak (NH_3) içinde çözündürülür ve hacmi saf su ile litreye tamamlanır.

Eriochrome Black T İndikatörü: 0,5 g Eriochrome Black T 100 ml etil alkolde çözündürülerek hazırlanır. Bu çözelti yaklaşık bir ay kullanılabilir.

EDTA Çözeltisinin Ayarlanması: Standart 0,01 N kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) çözeltisinden 5 ml alınıp behere konur. Üzerine 10 damla tampon çözeltisinden ilave edilir. 2-3 damla Eriochrome Black T indikatörü damlatılır. Bu durumda ortam pH değeri 10 olmalıdır. Karışımın rengi şarap kırmızısından gök mavisine dönene 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 karbonat çözeltisinin normalitesi

V_1 : Standart kalsiyum karbonat çözeltisi miktarı (ml)

N_2 : EDTA çözeltisinin normalitesi

V_2 : Titrasyonda harcanan EDTA miktarı (ml)

2.2.2.2. Kalsiyum + Magnezyum Tayini Yapılışı

Su numunesinden behere 5 ml alınarak numunenin hacmi 25 ml'ye tamamlanacak şekilde saf su ilave edilir. Tampon çözeltisinden 10 damla ve Eriochrome Black T indikatöründen 2-3 damla damlatılır. Kesin normalitesi belirlenen EDTA ile renk şarap kırmızısından gök mavisine dönünceye kadar titre edilir. Şahit numune için ise 5 ml saf su kullanılır, diğer tüm işlemler aynı şekilde yapılır. Kalsiyum + Magnezyum miktarı meq/l olarak aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanır:



$$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} (\text{meq/l}) = \frac{(A - B) \times N \times 1000}{a}$$

A: Titrasyonda harcanan EDTA miktarı (ml)

B: Şahit için harcanan EDTA miktarı (ml)

N: EDTA çözeltisinin kesin normalitesi

a: Numune miktarı (ml)

meq/l'yi mg/l'ye dönüştürmek için aşağıdaki formül kullanılır:

$$\text{mg/l} = \frac{\text{Mg miktarı} \times M_A}{T_d}$$

NOT: Kalsiyum ve kalsiyum + magnezyum miktarları tespit edildikten sonra kalsiyum + magnezyum miktarından kalsiyum miktarı çıkarılarak magnezyum miktarı hesaplanır.

Örnek Soru: 10 ml su örneği kesin normalitesi 0,098 olarak tespit edilen EDTA çözeltisi ile titre ediliyor. Kalsiyum için harcanan EDTA çözeltisi miktarı 5 ml ve şahit için 1 ml'dir. Kalsiyum + magnezyum tayininde ise harcanan EDTA çözeltisi miktarı numune için 8 ml, şahit için 2 ml olduğuna göre bu su örneğinin kalsiyum ve magnezyum miktarlarını hesaplayınız.

Çözüm:

$$\text{Ca (meq/l)} = \frac{(A - B) \times N \times 1000}{a} = \frac{(5 - 1) \times 0,098 \times 1000}{10} = \frac{4 \times 98}{10}$$

$$\text{Ca (meq/l)} = 39,2 \text{ meq/l}$$

$$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} (\text{meq/l}) = \frac{(A - B) \times N \times 1000}{a} = \frac{(8 - 2) \times 0,098 \times 1000}{10} = \frac{6 \times 98}{10}$$

$$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} (\text{meq/l}) = 58,8 \text{ meq/l}$$

Magnezyum miktarı:

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

$$\text{Mg} = 58,8 - 39,2 \Rightarrow \text{Mg} = 19,6 \text{ meq/l}$$

2.2.3. Sodyum Adsorbsiyon Oranı (SAR)

Sodyum, toprağın fiziksel özellikleri üzerinde etkilidir. Sodyumca doymuş topraklar, yağlı görünümüne sahip olup su geçirgenliği düşüktür. Kuruduklarında sertleşir ve toprakta büyük çatlaklar meydana gelir. Sodyumlu topraklarda bitkilerin kök havalanması engellendiğinden bitkiler olumsuz etkilenmektedir.

Sodyumun diğer katyonlara nispi oranına, **sodyum adsorbsiyon oranı (SAR)** denir. Sulama sularının sodyum bakımından değerlendirilmesinde doğrudan sodyum miktarı yerine SAR değeri dikkate alınır (Tablo 2.3). SAR değeri aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$$

Tablo 2.3: Sulama Suyu Kalitesi

SAR Değeri (meq/l)	Sulama Suyunun Niteliği
<7,5	Uygun
7,5-15	Kullanılabilir
>15	Uygun olmayan

Örnek Soru: Bir sulama suyu örneğinde sodyum (Na) miktarı 24 mg/l, bu örneğin kalsiyum (Ca) miktarı 20 mg/l ve magnezyum (Mg) miktarı ise 12 mg/l ölçülmüştür. Buna göre bu suyun sodyum adsorbsiyon oranını bulunuz.

Çözüm:

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$$

$$SAR = \frac{24}{\sqrt{\frac{20 + 12}{2}}}$$

$$SAR = \frac{24}{\sqrt{16}}$$

$$SAR = \frac{24}{4}$$

$$SAR = 6 \text{ meq/l}$$

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

SULARDA KALSİYUM TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı su örneğinde kalsiyum tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak su örneğinde kalsiyum tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1’de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Malzemelerin temiz olmasına özen gösteriniz.



2. Analizi yapılacak su örneğinden behere 5 ml alıp saf su ekleyerek 25 ml’ye tamamlayınız.

- Beherin temizliğine ve alınan su miktarına dikkat ediniz.



3. Kalsiyum için 0,05 g mürexid indikatörünü ilave ediniz.

- Fazla indikatör ilavesinden kaçınınız.



4. Huni yardımıyla büreti EDTA çözeltisi ile doldurunuz.

- Büreti doldurmadan önce çözelti ile çalkalayınız.
- Menisküs çizgisine dikkat ediniz.



5. Büret musluğunu damla damla akacak şekilde ayarlayarak titrasyon yapınız.

- Titrasyonu yaparken erleni sürekli çalkalayınız.



6. Renk pembeden eflatuna dönünce titrasyonu sonlandırınız.

- Rengin 10-15 sn. kalıcı olmasına dikkat ediniz.



7. Harcanan çözelti miktarını not ediniz.

- Gerekli hesaplamaları yapınız.
- Malzemelerin temizliğini yapınız.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Yaptığınız uygulama çalışmasından öğrendiklerinizi kısaca özetleyiniz.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

SULARDA
KALSİYUM + MAGNEZYUM TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı su örneğinde kalsiyum + magnezyum tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak su örneğinde kalsiyum + magnezyum tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1'de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Malzemelerin temiz olmasına özen gösteriniz.



2. Analizi yapılacak sudan behere 5 ml alıp bu suyu, saf su ile 25 ml'ye tamamlayınız.

- Beherin temizliğine ve alınan su miktarına dikkat ediniz.



3. Üzerine tampon çözeltisinden 10 damla ve Eriochrome Black T indikatöründen 2-3 damla damlatınız.

- Fazla indikatör ilavesinden kaçınınız.



4. Huni yardımıyla büreti EDTA çözeltisi ile doldurunuz.

- Büreti doldurmadan önce çözelti ile çalkalayınız.
- Menisküs çizgisine dikkat ediniz.



5. Büret musluğunu damla damla akacak şekilde ayarlayarak titrasyon yapınız.

- Titrasyonu yaparken erleni sürekli çalkalayınız.



6. Renk şarap kırmızısından gök mavisine dönünce titrasyonu sonlandırınız.

- Rengin 10-15 sn. kalıcı olmasına dikkat ediniz.



7. Harcanan çözelti miktarını not ediniz.

- Gerekli hesaplamaları yapınız.
- Malzemelerin temizliğini yapınız.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Yaptığınız çalışmada titrasyon yaparken nelere dikkat ettiniz? Neden?

.....

.....

.....

.....

.....

2.3. SULARDA KARBONAT VE BİKARBONAT TAYİNİ

Sularda karbonat ve bikarbonat tayinleri, volumetrik yöntem kullanılarak yapılır. Analizin prensibi, asitle titrasyon yapmak suretiyle su numunesindeki karbonat (CO_3) ve bikarbonat (HCO_3) anyonlarının miktarını belirlemek esasına dayanır.

2.3.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Sularda karbonat ve bikarbonat tayinlerinde kullanılan araç gereç ve kimyasallar şunlardır: büret, pipet, beher.

Metiloranj İndikatör Çözeltisi (%0,1): 0,1 g metiloranj, bir miktar saf suda çözündürülüp hacmi 100 ml'ye tamamlanır.

Fenolftalein İndikatör Çözeltisi: 0,5 g fenolftalein ($\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4$), 50 ml %95'lik etil alkolde çözündürülür. Balon joje saf su ile hacmi 100 ml'ye tamamlanır. Pembe renk elde edilinceye kadar 0,02 N NaOH çözeltisi damla damla ilave edilir.

Sodyum Hidroksit (NaOH) Çözeltisi (0,02 N): 0,8 g sodyum hidroksit bir miktar saf suda çözündürülür ve hacmi litreye tamamlanır.

Stok Sülfürik Asit (H_2SO_4) Çözeltisi (0,1 N): Litrelik balon jojeye bir miktar saf su konulup üzerine 8,5 ml %98'lik H_2SO_4 eklenir ve saf su ile litreye tamamlanır.

Standart Sülfürik Asit (H_2SO_4) Çözeltisi (0,01 N): Stok sülfürik asit çözeltisinden 100 ml alınıp saf suyla litreye tamamlanır.

Sodyum Karbonat (Na_2CO_3) Çözeltisi (0,01 N): 200 °C'de kurutulmuş Na_2CO_3 'tan 0,53 g tartılır, saf suda çözündürülür ve 1000 ml'ye tamamlanır.

Sülfürik Asit Çözeltisinin Standardizasyonu: Sodyum karbonattan (Na_2CO_3) bir behere 5 ml alınır. Üzerine 1-2 damla metiloranj damlatılır. Renk sarıdan turuncuya dönene kadar H_2SO_4 çözeltisi ile titre edilip aşağıdaki eşitlikten çözeltinin normalitesi hesaplanır.



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

N_1 : Sodyum karbonat çözeltisinin normalitesi (0,01 N)

V_1 : Kullanılan sodyum karbonat çözeltisi miktarı (ml)

N_2 : Sülfürik asit çözeltisinin normalitesi

V_2 : Titrasyonda harcanan sülfürik asit miktarı (ml)

2.3.2. Sularda Karbonat ve Bikarbonat Tayini Yapılışı

Su numunesinden 5 ml alınıp behere konur. Numunenin üzerine 1-2 damla fenolftalein indikatörü damlatılır. Oluşan pembe renk kayboluncaya kadar çözelti, sülfürik asit çözeltisi ile titre edilir, harcanan sülfürik asit miktarı (Y) kaydedilir. Aşağıdaki formül yardımıyla karbonat miktarı belirlenir:



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

Y: Titrasyonda harcanan H_2SO_4 miktarı (ml)

N: H_2SO_4 çözeltisinin normalitesi

a: Numune miktarı (ml)

NOT: Su numunesine fenolftalein indikatörü damlatıldığında numune pembe renk almaz ise karbonat yok demektir, bu durumda suyun pH değeri 8,2'den küçüktür. Dolayısıyla bikarbonat tayini yapılmaz.

Suda karbonat varsa su numunesi üzerine 2 damla metiloranj indikatörü damlatılır. Sarı renge dönüşen numunenin üzerine 5 saniye aralıklarla damla damla sülfürik asit ilave edilir. Renk kırmızıya dönünce damlatmaya son verilir ve harcanan sülfürik asit miktarı (Z) büretten okunarak kaydedilir. Aşağıdaki formül yardımıyla bikarbonat miktarı belirlenir:



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

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 Soru: 10 ml su numunesi alınmış, karbonat tayininde 3 ml ve bikarbonat tayininde ise 8 ml (karbonat + bikarbonat için harcanan toplam miktar) 0,0098 N sülfürik asit çözeltisi harcanmıştır. Numunenin karbonat ve bikarbonat miktarlarını hesaplayınız.

Çözüm:

$$\text{Karbonat (CO}_3\text{) (meq/l)} = \frac{2 \times 3 \times 0,0098 \times 1000}{10} = 5,88 \text{ meq/l}$$

$$\text{Bikarbonat (HCO}_3\text{) (meq/l)} = \frac{(8 - 2 \times 3) \times 0,0098 \times 1000}{10} = 1,96 \text{ meq/l}$$

2.3.3. Artık Sodyum Karbonat

Sulama suyu kalitesinin belirlenmesinde ve sınıflandırmada dikkate alınan kriterlerden biri de artık sodyum karbonat miktarıdır (Tablo 2.4). Karbonat ve bikarbonat miktarlarının toplamından, toplam kalsiyum ve magnezyum miktarı çıkarıldığında elde edilen değere **artık sodyum karbonat (RSC)** denir ve aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanır:

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

Tablo 2.4: Sulama Sularının Artık Sodyum Karbonat Miktarına Göre Sınıflandırılması

RSC (meq/l)	Sınıflandırma
<1,25	Güvenli
1,25-2,5	Riskli
>2,5	Kullanılmaz

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

SULARDA KARBONAT VE BİKARBONAT TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı su örneğinde karbonat ve bikarbonat tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak su örneğinde karbonat ve bikarbonat tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1’de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Malzemelerin temiz olmasına özen gösteriniz.



2. Analizi yapılacak sudan, 100 ml’lik bir behere 5 ml su numunesi alınız.

- Beherin temizliğine ve alınan su miktarına dikkat ediniz.



3. Karbonat tayini için 1-2 damla fenolftalein indikatörü ilave ediniz.

- Fazla indikatör ilavesinden kaçınınız.

4. Huni yardımıyla büreti H_2SO_4 çözeltisi ile doldurunuz.

- Büreti doldurmadan önce çözelti ile çalkalayınız.
- Menisküs çizgisine dikkat ediniz.

5. Pembe renk kayboluncaya kadar çözeltiyi H_2SO_4 çözeltisi ile titre ediniz.

- Renk dönüşümüne dikkat ediniz.



6. Bikarbonat tayini için karbonat tayini yapılan numuneye 2-3 damla metiloranj indikatörü ilave ediniz.

- Rengin sarı olmasına dikkat ediniz.

7. Çözeltiyi renk soğan kabuğu rengine dönüşene kadar H_2SO_4 ile titre ediniz.

- Gerekli hesaplamaları yapınız.
- Malzemelerin temizliğini yapınız.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Yaptığınız uygulama çalışmasından öğrendiklerinizi kısaca özetleyiniz.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.4. SULARDA KLORÜR TAYİNİ

Klorür (Cl^-), suyun normal bileşimi olup tüm doğal sulara çeşitli miktarlarda bulunur. Ancak sulara yüksek konsantrasyonlarda olması hem aşındırma sorununa yol açar hem de tuzluluk hissi verir. Ayrıca klorür miktarındaki artış, kirlilik göstergesi olduğundan sulara izleyici bir parametredir.

Suya klorür veren başlıca tuz NaCl (sodyum klorür) olmakla birlikte CaCl_2 (kalsiyum klorür) ve MgCl_2 (magnezyum klorür) hâlinde de bulunabilir. İçme sularında 250 mg/l 'den fazla klorür bulunması arzu edilmez. Eğer klorür konsantrasyonu Ca^{++} ve Mg^{++} katyonları şeklinde bulunuyorsa yüksek konsantrasyonlarda bile suda tuzlu bir tat oluşturmaz.

Sulama sularında klorür miktarının yüksek olması çok yıllık bitkileri tek yıllık bitkilere göre daha fazla etkilemektedir. Sulama sularının klor miktarına göre uygunluğu Tablo 2.5'te verilmiştir.

Tablo 2.5: Sulama Sularının Klor Açısından Değerlendirmesi

Klorür Miktarı (meq/l)	Değerlendirme
<4	Çok iyi
4-7	İyi
7-12	Kullanılabilir
12-20	Şüpheli
>20	Kullanılamaz

Yer altı sularına deniz suyunun karışması ya da yüzeysel suların kirlilik kontrolünde klorür tayini önemlidir. Sulara klorür tayini yapılmasının nedenleri şu şekilde sıralanabilir:

- Klorür iyonu kolay ölçülebilir.
- Biyolojik proseslerde miktarı değişmez.
- Suyun normal bileşeni olduğundan toksik etkisi yoktur.
- Toprak tarafından absorbe edilmediğinden sudaki tüm konsantrasyonu tespit edilebilir.

İçme ve kullanma sularında farklı yöntemlerle klorür tayini yapılmakta olup içlerinde en kullanışlı olanı "Mohr" yöntemidir. Bu yöntem, ortamda bulunan klorür iyonlarının tamamının gümüş nitrat ile reaksiyona girerek gümüş klorür (AgCl) hâlinde çökmesi ve reaksiyona girmeyen gümüş nitratın potasyum kromat (K_2CrO_4) indikatörü ile turuncu renkli gümüş kromat (Ag_2CrO_4) çökeleğini oluşturması esasına dayanır.



2.4.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Sularda klorür tayininde kullanılan araç gereçler şunlardır: pipet, büret, erlen, hassas terazi.

Potasyum Kromat (K_2CrO_4) İndikatör Çözeltisi (%5'lik): 50 ml saf su içerisinde 5 g potasyum kromat çözündürülür ve çözeltide sabit kırmızı çökelek meydana gelinceye kadar çözeltiye 0,005 N AgNO_3 çözeltisi ilave edilir. Çözelti filtre edilip hacmi saf su ile 100 ml'ye tamamlanır.

Stok Gümüş Nitrat (AgNO_3) Çözeltisi (0,05 N): 8,4935 g gümüş nitrat (AgNO_3), bir miktar saf su içerisinde çözündürülür ve çözelti saf su ile litreye tamamlanır. Çözeltisi kahverengi şişede ve karanlıkta bekletilmelidir. Kullanılan gümüş nitratın saflığından emin olduğunda ayarlama yapmaya gerek yoktur.

Standart Gümüş Nitrat (AgNO_3) Çözeltisi (0,005 N): Stok gümüş nitrat çözeltisinden 100 ml alınır, litrelik balon jöjeye aktarılıp saf su ile hacme tamamlanır.

Fenolftalein İndikatör Çözeltisi (%5'lik): 0,5 g fenolftalein ($\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4$), 50 ml %95'lik etil alkolde çözündürülür ve çözelti aynı etil alkol ile 100 ml'ye tamamlanır.

Sodyum Hidroksit Çözeltisi (0,25 N): 10 g sodyum hidroksit (NaOH) bir miktar saf suda çözündürülür ve çözelti bir litreye tamamlanır.

Standart Sodyum Klorür (NaCl) Çözeltisi (0,01 N): 250-300 °C'de kurutulup desikatörde soğutulmuş sodyum klorürden (NaCl) 0,5844 g tartılır. Sodyum klorür bir miktar saf suda çözündürülerek bir litreye tamamlanır.

Gümüş Nitrat Çözeltisinin Ayarlanması: Sodyum klorür çözeltisinden 10 ml alınır ve üzerine birkaç damla fenolftalein çözeltisi ilave edilir. Fenolftaleinin pembe renk oluşturduğu pH 8,3'e kadar damla damla NaOH çözeltisi ilave edilir. Üzerine 1 ml K_2CrO_4 çözeltisi eklenir. Çözeltinin rengi kırmızımsı kahverengiye dönüşüncüye kadar standart AgNO_3 çözeltisi ile titre edilir. Şahit için NaCl yerine 10 ml saf su alınır. Çözeltinin normalitesi aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır:



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

N_1 : Gümüş nitrat çözeltisinin gerçek normalitesi

V_1 : NaCl çözeltisini titre etmekte kullanılan AgNO_3 çözeltisi miktarı (ml)

V_0 : Saf suyun titrasyonu için sarf edilen AgNO_3 çözeltisi miktarı (ml)

N_2 : Titrasyona giren NaCl çözeltisinin normalitesi (0,01 N)

V_2 : NaCl çözeltisi miktarı

2.4.2. Mohr Yöntemiyle Sulara Klorür Tayini Yapılışı

50 ml su numunesi 100 ml'lik bir erlene alınır. Numunenin üzerine birkaç damla fenolftalein çözeltisi ilave edilir. Çözeltiye fenolftaleinin pembe renk oluşturduğu pH 8,3'e kadar damla damla NaOH çözeltisi ilave edilir. Numune üzerine birkaç damla %5'lik K_2CrO_4 ilave edilerek çözelti iyice karıştırılır. Çözelti kırmızımsı kahverengi renk oluşuncaya kadar AgNO_3 ile titre edilir. Harcanan AgNO_3 miktarı (A) büretten okunarak kaydedilir. Analizde hata payını azaltmak için numune yerine aynı miktarda saf su kullanılarak şahit deneme yapılır ve sarf edilen gümüş nitrat miktarı (B) belirlenir. Aşağıdaki formül kullanılarak klorür miktarı meq/l olarak bulunur.



$$\text{Cl} - (\text{meq/l}) = \frac{(A - B) \times N \times 100}{a}$$

A: Sarf edilen gümüş nitrat miktarı (ml)

B: Şahit için harcanan gümüş nitrat (ml)

N: AgNO_3 'ün normalitesi

a: Numune miktarı (ml)

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

SULARDA KLORÜR TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı su örneğinde klorür tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak su örneğinde klorür tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1’de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Malzemelerin temiz olmasına özen gösteriniz.



2. 100 ml’lik behere su numunesinden 50 ml alınız.

- Beherin temizliğine ve alınan su miktarına dikkat ediniz.



3. 1-2 damla fenolftalein indikatörü ilave ederek çözeltinin rengi pembe olana kadar çözeltiye NaOH (0,25 N) ekleyiniz.

- Fazla indikatör ilavesinden kaçınınız.
- Renk dönüşümüne dikkat ediniz.

4. Numune üzerine birkaç damla %5’lik K_2CrO_4 indikatörü ilave ediniz.

- Fazla indikatör ilavesinden kaçınınız.

5. Huni yardımıyla büreti $AgNO_3$ (0,005 N) ile doldurunuz.

- Büreti doldurmadan önce çözelti ile çalkalayınız.
- Menisküs çizgisine dikkat ediniz.

6. $AgNO_3$ ile çözeltinin rengi kırmızımsı kahverengiye dönene kadar çözeltiyi titre ediniz.

- Renk dönüşümüne dikkat ediniz.

7. Harcanan $AgNO_3$ miktarını büretten okuyup kaydediniz.

- Gerekli hesaplamaları yapınız.
- Malzemelerin temizliğini yapınız.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Yaptığınız uygulama sonucunda bulduğunuz değeri sulama sularının klorür miktarına göre değerlendirerek yorumunuzu yazınız.

.....

.....

.....

.....

.....

2.5. SULARDA SÜLFAT TAYİNİ

Sülfat, sulara en çok bulunan anyonlardan birisidir ve suların tamamında farklı miktarlarda sülfat bulunur. Sülfat, suların süzül­düğü ve toplandığı topraklardan ve kayalardan kolayca sulara geçebilir. Endüstriyel atık sularının sülfat miktarı yüksektir ve bu sular doğal sulara karıştıklarında onların da sülfat miktarını artırır. Doğayla suda tat, koku, korozyon ve toksik etki gibi sorunlara yol açan kirlilik ortaya çıkar.

İçme sularında sülfat miktarı, 250 mg/l'den fazla olursa sağlık sorunlarına yol açabilir. Sulama sularında ise 500 mg/l'nin üzerine çıktığında bitki beslenmesini olumsuz etkiler.

Sularda sülfat tayininde farklı yöntemler kullanılmakla beraber en sık kullanılan yöntem “kolorimetrik yöntem”dir. Bu yöntem; numunede bulunan sülfat iyonlarının, asidik ortamda baryum klorür ve baryum sülfata dönüştürülmesi ve oluşan bulanıklığın spektrofotometrede ölçülerek sülfat konsantrasyonunun belirlenmesi esasına dayanır.

2.5.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Sularda kolorimetrik yöntemle sülfat tayininde kullanılan araç gereç ve kimyasallar şunlardır: spektrofotometre, manyetik karıştırıcı, kronometre, pipet, beher, erlen, balon joje.

Baryum Klorür (BaCl_2) (%10'luk): 10 g kristal baryum klorür tartılıp 100 ml'lik balon jojeye aktarılır ve çözeltinin hacmi saf su ile tamamlanır.

Ortam Reaktifi: 300 ml saf su üzerine 50 ml gliserin ve 30 ml derişik hidroklorik asit (HCl) ilave edilir, daha sonra 100 ml %95'lik etil alkol ile 75 gr sodyum klorür (NaCl) karıştırılarak çözelti hazırlanır.

Stok Sülfat Çözeltisi: 0,1479 g susuz sodyum sülfat (Na_2SO_4) tartılıp litrelik balon jodede saf su ile hacme tamamlanır. Bu çözeltinin 1 ml'si 0,1 mg sülfat içerir.

Hazırlanan stok sülfat çözeltisinden Tablo 2.6'da belirtilen miktarlarda alınıp 100 ml'ye tamamlanarak standart çözelti serileri hazırlanır.

Tablo 2.6: Standart Sülfat Çözelti Serileri

Alınacak Sülfat Çözeltisi (ml)	Konsantrasyonu (mg/l)
2,5	2,5
5	5
10	10
20	20
30	30
40	40
50	50

2.5.2. Kolorimetrik Yöntemle Sülfat Tayini Yapılışı

Spektrofotometre, ölçüme başlamadan 10-15 dakika önce çalıştırılarak cihazın ısınması sağlanır ve dalga boyu 420 nm'ye ayarlanır. Hazırlanan standart çözelti serileri 250 ml'lik erlenlere sırasıyla aktarılır. Her birine beşer ml ortam reaktifi ilave edilir ve çözelti 1 dakika manyetik karıştırıcıda karıştırılır. Çözeltinin üzerine 1 ml %10'luk baryum klorür konur. Baryum klorür ilavesinden sonra kronometreye basılarak çözeltinin sıçrama yapmayacağı en yüksek devirde çözelti 1 dk. daha karıştırılır. Kör çözelti hazırlamak için başka bir erlene 100 ml saf su konur ve yukarıda belirtilen işlemlerin aynısı uygulanır. Kör çözelti ile spektrofotometrenin 0 ayarı yapılır. Konsantrasyonu en yüksek çözeltiyle de 100 ayarı yapılır. Sonrasında standart çözelti serilerinin okuması yapılır, sonuçlar kaydedilerek kalibrasyon eğrisi oluşturulur. Okumalar çözeltiler hazırlandıktan sonra 4 dakika içerisinde tamamlanmalıdır.

250 ml'lik bir erlen içerisine 100 ml numune alınarak üzerine 5 ml ortam reaktifi ilave edilir ve numune 1 dakika manyetik karıştırıcıda karıştırılır. Daha sonra numunenin üzerine 1 ml %10'luk baryum klorür konur. Baryum klorür ilavesinden sonra kronometreye basılarak çözelti en yüksek devirde 1 dk. daha karıştırılır. Numunenin cihazda okuması yapılır. Okunan değer kalibrasyon grafiğinde bulunarak numunenin sülfat konsantrasyonu mg/l olarak tespit edilir.

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

SULARDA SÜLFAT TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı su örneğinde sülfat tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak su örneğinde sülfat tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1’de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız. Çözelti serilerini hazırlayınız.

- Malzemelerin temiz olmasına özen gösteriniz.
- Çözelti serilerini numaralandırınız.



2. Hazırladığınız çözelti serilerine beşer ml ortam reaktifi ilave ederek çözeltiyi manyetik karıştırıcıda karıştırınız.

- Manyetik karıştırıcıyı sıçrama yapmayacak devirde çalıştırınız.



3. Karıştırma işleminden sonra çözeltiye 0,5 ml %10’luk BaCl_2 ilave ederek çözeltiyi 1 dk. daha karıştırınız.

- Manyetik karıştırıcıyı sıçrama yapmayacak şekilde en yüksek devirde 1 dk. çalıştırınız.



4. Spektrofotometreyi 10-15 dk. önce çalıştırınız ve 420 nm dalga boyuna ayarlayınız.

- Cihazın sıfır ayarı için kör çözelti, yüz ayarı için konsantrasyonu en yüksek çözeltiyi kullanınız.



5. Hazırlanan çözelti serilerini küvetlere koyup spektrofotometreye yerleştirerek okuma yapınız ve kalibrasyon grafiğini çiziniz.

- Küvetin tam olarak oturmuş olmasına dikkat ediniz ve işlemi 4 dk. içerisinde tamamlayınız.



6. Çözelti serilerine uyguladığınız tüm işlemleri 100 ml su numunesine de uygulayıp cihazda okumasını yapınız. Okuduğunuz değeri kalibrasyon grafiğinde bularak numunenin sülfat konsantrasyonunu tespit ediniz.

- Kalibrasyon grafiğini doğru kullandığınızdan emin olunuz.



7. Cihazı kapatıp gerekli temizliği yapınız.

- Kullanılan küvetlerin çizilmeden temizlenmesine ve diğer araç gerece zarar vermemeye dikkat ediniz.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Analizini yaptığınız su örneğinde elde ettiğiniz değeri içme ve sulama suyunda izin verilen sülfat miktarına göre değerlendiriniz.

.....

.....

.....



Not alınız...

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıda verilen boşlukları doğru ifade ile doldurunuz.

1. Yüksek oranda katyon ve anyon içeren sulama suları toprağın zamanla tuzlu ve olmasına sebep olur.
2. Sularda sertlik; geçici sertlik, ... ve toplam sertlik olmak üzere üçe ayrılır.
3. Sularda sodyum ve potasyum analizleri ile yapılır.
4. Suda karbonat ve bikarbonat miktarlarının toplamından, toplam kalsiyum ve magnezyum miktarı çıkarıldığında elde edilen değere denir.
5. İçme sularında sülfat miktarı mg/l'ye kadar kabul edilebilir.
6. Klorür tayininde indikatör olarak kullanılır.

B) Aşağıdaki soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

1. Aşağıdaki kimyasallardan hangisi sodyum ve potasyum tayininde kullanılır?
A) EDTA çözeltisi
B) KCl
C) HCl
D) CaCO_3
E) BaCl_2
2. Aşağıda verilen araç gereçlerden hangisi sülfat tayininde kullanılmaz?
A) Alev fotometresi
B) Manyetik karıştırıcı
C) Spektrofotometre
D) Hassas terazi
E) Kronometre
3. Sularda karbonat ve bikarbonat tayinlerinde titrasyonda kullanılan çözelti aşağıdakilerden hangisidir?
A) Metiloranj indikatör çözeltisi
B) Hidroklorik asit çözeltisi
C) Fenolftalein indikatör çözeltisi
D) Sodyum hidroksit çözeltisi
E) Sülfürik asit çözeltisi

C) Aşağıda verilen soruları yanıtlayınız.

1. Suda sertlik nedir? Genelde hangi elementlerden kaynaklanır? Açıklayınız.
2. Sularda klorür tayini yapılmasının nedenlerini yazınız.
3. İçme ve kullanma sularında sülfat bulunması ne gibi olumsuzluklara neden olabilir? Açıklayınız.



SULARDA KİRLİLİK ANALİZLERİ

KONULAR

- 3.1. SULARDA ORGANİK MADDE TAYİNİ
- 3.2. SULARDA AMONYAK TAYİNİ
- 3.3. SULARDA NİTRİT TAYİNİ
- 3.4. SULARDA NİTRAT TAYİNİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Sularda organik madde tayinini
- Sularda amonyak, nitrit ve nitrat tayinini

TEMEL KAVRAMLAR

- Kolorimetrik yöntem
- Nitrifikasyon

HAZIRLIK ZAMANI

- Su kirliliğine karşı alınabilecek önlemler hakkında düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.
- Evlerimizde su arıtma sistemi kullanmamızın nedeni nedir?



3.1. SULARDA ORGANİK MADDE TAYİNİ

Canlıların yaşamsal kaynaklarından olan su, güneşin sağladığı enerji ile yeryüzünde sürekli bir döngü hâlinindedir. Canlılar tarafından kullanıldıktan sonra tekrar döngüye katılan su, döngü sırasında kendini yenileyebilir.

Su; yeryüzüne yağış olarak dönerken ve toprak altında süzülüşü sırada birtakım endüstriyel atıklar, tarım ilaçları, kimyasallar ve lağım suları vb. karışması sonucu kirlenebilmektedir (Görsel 3.1). Suyun başlıca kirlenme nedenleri; endüstriyel ve evsel atıklar, gübre ve tarım ilaçları olarak sıralanabilir.



Görsel 3.1: Kirlı su

Endüstriyel Atıklar: Çeşitli endüstri atıklarının (zehirli gazlar, kimyasal atıklar vb.) arıtılmadan akarsulara veya toprağa verilmesi çevre kirliliğine neden olur. Endüstriyel atıkların bir bölümü yok edilse de bazı plastik maddelerin doğada yok edilmeleri uzun sürmekte veya mümkün olmamaktadır. Bu endüstriyel atıkların toprağa karışması da suları kirlletmektedir.

Evsel Atıklar: Evsel kirlenme etkenlerinin başında deterjanlar, lağım ve çöpler gelir. Lağım suları ile kirlenen sularda, bakteri ve virüs oranı artar ve su, bulaşıcı hastalıklara neden olur. Çöplerin denizlere ve akarsulara atılması, toprağa gömülmesi de kirlilik nedenidir.

Tarımsal Kirlenme: Tarımda doğru kullanılmayan kimyasal gübreler ve tarım ilaçları yer altı sularının ve akarsuların kirlenmesine yol açabilir.

Kirlenmiş suların insan sağlığına doğrudan ya da dolaylı zararları olabilmektedir. Özellikle zehirli maddelerle kirlenen ve zararlı mikroorganizmalar içeren sular bu bakımdan oldukça tehlikelidir. Bu nedenle sularda kirlilik kontrolü amacıyla genellikle organik madde, amonyak, nitrit ve nitrat tayinleri yapılmaktadır.

Sularda organik kirlenme kaynakları; bitkiler, hayvanlar ve insanlardır. Birtakım sebeplerle kirlenen içme, kullanma ve sulama suları, insan sağlığını tehdit eder. Bu nedenle sularda organik madde tayini önemlidir.

Sularda organik madde tayininde sıklıkla kullanılan yöntemlerden biri "titrasyon" yöntemidir. Yöntem, asidik ortamda permanganat kullanarak su içinde bulunan organik maddelerin oksitlenmesi ilkesine dayanır. Geri titrasyonla, oksitlenmede harcanan potasyum permanganat miktarının tayin edilmesi sonucunda organik madde içeriği tespit edilir. Sularda organik madde miktarının 3,5 mg/l'den fazla olması istenmez.

3.1.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Organik madde tayininde kullanılacak araç gereç ve kimyasallar şunlardır: beher, mezür, pipet, büret, su banyosu, analitik terazi, spatül, tartım kabı.

Sülfürik Asit Çözeltisi (H_2SO_4) (1/4): 750 ml saf su üzerine 250 ml derişik sülfürik asit (%98) ilave edilerek hazırlanan çözeltidir.

1/80 N Potasyum Permanganat ($KMnO_4$) Çözeltisi: 0,4 g potasyum permanganat tartılıp bir miktar saf suda çözündürölür, çözelti kaynatılıp soğutulur. Bu çözelti, kaynatılıp soğutulmuş saf su ile litreye tamamlanır. Saf suyu kaynatmanın sebebi suda çözünmüş oksijeni gidermektir. Hazırlanan çözelti 1/80 N sodyum oksalata karşı standardize edilir.

1/80 N Sodyum Oksalat ($Na_2C_2O_4$) veya 1/80 N Oksalik Asit ($H_2C_2O_4$): 0,837 g sodyum oksalat veya 0,788 g oksalik asit tartılır, tartılan maddeler bir miktar saf suda çözündürölür ve hacmi litreye tamamlanır.

3.1.2. Sularda Organik Madde Tayini Yapılışı

Analiz için 250 ml'lik behere su örneğinden 100 ml konulur. Üzerine pipetle 10 ml standart $KMnO_4$ çözeltisi ve seyreltik (1/4'lük) H_2SO_4 çözeltisinden 10 ml ilave edilir. Daha sonra çözelti, 30 dakika boyunca kaynayan su banyosunda bekletilir. Üzerine 10 ml standart sodyum oksalat eklenir ve rengin kaybolması beklenir. Sıcakken pembe renk gözlenene kadar çözelti potasyum permanganat ile titre edilir. Titrasyonda kullanılan potasyum permanganat miktarı (ml) kaydedilir. Aşağıdaki formül yardımıyla O (oksijen) cinsinden organik madde miktarı hesaplanır.



$$OM = \frac{V \times 1000 \times 0,0125 \times 8}{m}$$

OM: Organik madde miktarı (O cinsinden) (mg/l)

V: Titrasyonda harcanan $KMnO_4$ miktarı (ml)

m: Numune miktarı (ml)

NOT: Su banyosunda kaynatılan çözelti beyazlaşırsa üzerine 5 ml permanganat ilave edilerek çözelti 10 dakika daha kaynatılmaya devam edilmelidir. Eğer çözeltinin rengi yine beyazlaşırsa aynı işlem tekrarlanmalıdır. Su banyosundan alınan çözeltiye, analizin başlangıcından itibaren eklenen potasyum permanganat miktarı kadar sodyum oksalat konularak işleme devam edilmelidir.

Örnek Soru: Bir su örneğinden 100 ml alınarak organik madde tayini için titrasyon işlemi yapılmıştır. Titrasyonda harcanan potasyum permanganat hacmi 2 ml olarak kaydedilmiştir. Su örneğinin organik madde miktarını (O cinsinden) hesaplayınız.

Çözüm:

$$OM = \frac{V \times 1000 \times 0,0125 \times 8}{m}$$

$$OM = \frac{2 \times 1000 \times 0,0125 \times 8}{100}$$

$$OM = 2 \text{ mg/l}$$

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

SULARDA ORGANİK MADDE TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı su örneğinde organik madde tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak su örneğinde organik madde tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1'de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Malzemelerin ve çalışma ortamının temiz olmasına dikkat ediniz.



2. 250 ml'lik behere 100 ml su örneğinden koyunuz.

- Bu işlemi yaparken mezür kullanınız.



3. Su örneğinin üzerine 10 ml potasyum permanganat ekleyiniz.

- Pipet kullanınız ya da potasyum permanganatı bürete koyarak bütetten alınız.



4. Çözeltinin üzerine 10 ml 1/4'lük sülfürik asit ilave ediniz.

- Asidi alırken puar (veya pipet pompası) kullanınız.



5. Çözeltiyi kaynayan su banyosunda 30 dakika bekletiniz.

- Bu sırada çözelti beyazlaşırsa tekrar permanganat ilave etmeyi unutmayınız.



6. Çözelti üzerine 10 ml standart sodyum oksalat ekleyiniz.

- Eğer çözeltiye ilave permanganat kullanılmışsa aynı miktarda da sodyum oksalat eklemeyi unutmayınız.



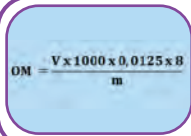
7. Çözelti sıcakken potasyum permanganat ile pembe renk gözlenene kadar çözeltiyi titre ediniz.

- Titrasyon kurallarına dikkat ediniz.



8. Titrasyon işleminde harcanan potasyum permanganat miktarını kaydediniz.

- Büretten okumayı göz hizasından yapınız.



9. Gerekli hesaplamaları yapınız.

- Hesaplamalarda yanlışlık yapmamaya özen gösteriniz.
- Çalışmanın bitiminde ortam temizliğine ve kişisel temizliğinize özen gösteriniz.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

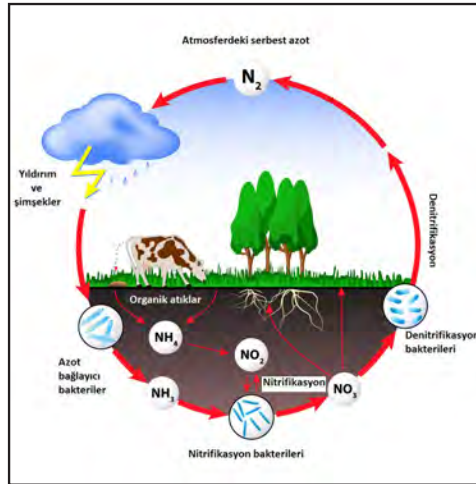
Yaptığınız uygulama sonucunda bulduğunuz değeri göz önünde bulundurarak su örneğini organik madde miktarı bakımından değerlendirip yorumunuzu yazınız.

.....

3.2. SULARDA AMONYAK TAYİNİ

Azot, canlıların en önemli yapı taşlarından olup proteinlerin, amino asitlerin ve genetik materyallerin yapısında bulunur. Ancak insanlar, hayvanlar ve bitkiler, azotu doğrudan kullanamazlar. İnsanlar ve hayvanlar azotun amonyum (NH_4^+) hâlini, bitkiler ise amonyum (NH_4^+) ya da nitrat (NO_3^-) hâlini kullanabilir.

Atmosferde bulunan azot, yağmurla birlikte toprağa karışır ya da topraktaki azot, bağlayıcı bakterilerce doğrudan atmosferden alınır. Alınan azot, bakteriler tarafından kullanılarak sırasıyla amonyak (NH_3), nitrit (NO_2^-) ve nitrata (NO_3^-) dönüştürülür. Nitrata dönüştürülen azotun bir bölümü, bitkiler tarafından topraktan alınıp amonyuma çevrilir. İnsan ve hayvanlar bu bitkileri tüketerek azotu vücutlarına alırlar. Bu şekilde azot; insanlar, hayvanlar ve bitkilerin artığı olarak toprağa geçer. Bundan sonra ayrıştırıcılar tarafından topraktaki amonyağa çevrilerek tekrar döngüye kazandırılır. Nitrata çevrilen azotun bir bölümü de topraktaki bakteriler tarafından azot molekülüne çevrilerek atmosfere verilir (Görsel 3.2). İşte bu döngü sırasında ve çeşitli nedenlerle suya karışan azot insan sağlığı açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle sulara azot miktarını tespit etmek amacıyla amonyak tayini yapılmaktadır.



Görsel 3.2: Doğada azot döngüsü

Suların içerdiği çeşitli organik ve inorganik azotlu bileşikler, analiz edilerek suyun kalitesi hakkında bilgi edinilir. Sulara amonyak genellikle atık sulara azota, proteinli maddelere ve üreye bağlı olarak bulunmaktadır. Bu maddelerin çeşitli şekillerde ayrışmasıyla azot, amonyağa dönüşebilmektedir. Sulara, organik maddelerin parçalanması sonucunda ortaya çıkan amonyağın bulunması durumu özellikle dışkı vb. maddelerin suya karıştığından göstergesi olduğundan içme ve kullanma sularında amonyak olması istenmez.

Amonyak tayini, kalitatif ve kantitatif olarak iki şekilde yapılır. Sulara kantitatif amonyak tayini fotometrik yöntemle yapılmaktadır. Bunun için su numunesi, nessler reaktifi ile bulanıklık yapan kalsiyum, magnezyum, demir ve sülfür iyonları, alkali çinko sülfat (ZnSO_4) ile işleme alınarak çöktürülür, sarımsı ve yeşilimsi renk oluşturma veya bulanıklık oluşturma özelliğinden yararlanılarak tayin edilir. Gerekli işlemlerden geçen su numunesinde spektrofotometrede 425 nm dalga boyunda ölçüm yapılarak amonyak konsantrasyonu belirlenir.

3.2.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Sulara kantitatif amonyak tayininde kullanılan araç ve gereç ve kimyasallar şunlardır: spektrofotometre, santrifüj, mezur, pipet, balon joje, erlen, piset, filtre kâğıdı, huni ve orto-toloidin çözeltisi.

Amonyaksız Distile Su: Distile su, tekrar damıtılarak bir gece bekletilir.

Nessler Reaktifi: 70 g susuz potasyum iyodür (KI) tartılarak az miktarda amonyaksız distile su içerisinde çözündürülür. Bu çözelti üzerine, bir miktar amonyaksız distile su içerisinde çözünmüş 100 g civa II iyodür (HgI_2) ilave edilir. Daha sonra 160 g sodyum hidroksit (NaOH), 500 ml amonyaksız distile su içerisinde çözündürülür ve bu çözelti soğuk olarak önceki karışıma eklenir. Son olarak elde edilen karışım litreye tamamlanır.

Potasyum-Sodyum Tartarat Çözeltisi: 50 g potasyum-sodyum tartarat ($\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) tartılır, 100 ml amonyaksız distile su içerisinde çözülür. Bu çözelti, içerisindeki amonyak buharlaşıp uzaklaşmaya kadar (hacmi yaklaşık 70 ml olmalı) kaynatılıp soğultulur. Bundan sonra çözelti, amonyaksız saf su ile 10 ml'ye tamamlanarak üzerine 5 ml nessler reaktifi eklenir. 2-3 gün sonra renksiz berrak bir çözelti elde edilir. Eğer berraklık oluşmadıysa çözelti süzülmelidir.

Sodyum Tiyo Sülfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) Çözeltisi: 3,5 g sodyum tiyo sülfat tartılarak bir miktar amonyaksız saf su içerisinde çözündürülüp litreye tamamlanır.

Çinko Sülfat ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$): 100 g çinko sülfat tartılır. Bir miktar amonyaksız saf su ile çözülerek litreye tamamlanır.

Sodyum Hidroksit (NaOH) Çözeltisi (6 N): 240 g sodyum hidroksit tartılır. Bir miktar amonyaksız saf su ile çözülerek litreye tamamlanır.

Stok Amonyum Klorür (NH_4Cl) Çözeltisi (100 mg/l): 3,819 g susuz amonyum klorür (NH_4Cl) tartılarak bir miktar amonyaksız saf su ile çözündürülüp hacmi litreye tamamlanır. Bu çözeltinin 1 ml'si, 1,22 mg NH_3 veya 1 mg $\text{NH}_4\text{-N}$ (amonyum azotu) içerir.

Standart Amonyum Klorür (NH_4Cl) Çözeltisi (10 mg/l): Stok amonyum klorür çözeltisinden 10 ml alınır ve amonyaksız saf su ile hacmi litreye tamamlanır. Bu çözeltinin 1 ml'si 0,0122 mg NH_3 veya 0,01 mg $\text{NH}_4\text{-N}$ (amonyum azotu) içerir.

Standart amonyum klorür çözeltisinden 50 ml'lik balon jojelere aşağıdaki tabloda verilen miktarlarda konulur. Her bir balon joje amonyaksız saf su ile hacme tamamlanır.

Tablo 3.1: Standart Çözelti Serileri Hazırlama

Alınacak Çözelti Miktarı (ml)	Konsantrasyon (mg/l)
0	0
0,25	0,05
0,5	0,10
1	0,20
2	0,40
3	0,60
4	0,80
5	1
6	1,2

3.2.2. Sularda Kantitatif Amonyak Tayini Yapılışı

Öncelikle analizi yapılacak su numunesine 2-3 damla orto-toloidin damlatılarak numunede klor olup olmadığı kontrol edilir. Su numunesinde sararma olursa klor olduğu anlaşılır. Bunu gidermek için klor giderici reaktif sodyum tiyo sülfattan numuneye 2 damla damlatılır. Eğer su numunesi bulanıksa 100 ml numuneye 1 ml çinko sülfat çözeltisi eklenerek çözelti iyice karıştırılır. Ardından 6 N sodyum hidroksit çözeltisinden 0,5 ml ilave edilir ve çözeltinin pH değeri 10,5'e ayarlanır. Çözelti tekrar iyice karıştırılır, birkaç dakika beklenerek santrifüjlenir veya süzülerek oluşan çökelek uzaklaştırılır.

50 ml kloru ve bulanıklığı giderilmiş su numunesi, 50 ml saf su (şahit çözelti için) ve standart çözelti serilerinin üzerine, 1 ml potasyum-sodyum tartarat ve 1 ml nessler reaktifinden eklenir. Balon jojeler alt üst edilerek 10 dakika bekletilir.

Ölçüme geçilmeden en az 10-15 dakika önce spektrofotometre çalıştırılıp cihazın ısınması sağlanır. Spektrofotometre 425 nm dalga boyuna ayarlanır. Şahit çözelti ile spektrofotometrenin sıfır ayarı yapılır. Bundan sonra hazırlanan standart amonyum klorür çözelti serilerinin okuması yapılır. Elde edilen değerler kaydedilip yatay eksende amonyak konsantrasyonu, dikey eksende absorban değerleri işaretlenerek kalibrasyon grafiği çizilir. Kalibrasyon eğrisi kullanılarak numune çözeltisinin konsantrasyonu belirlenir. Aşağıda verilen formüller kullanılarak amonyak miktarı tespit edilir.



$$\text{Amonyak (NH}_3\text{) (mg/l)} = \text{Amonyum Azotu (NH}_4\text{-N) (mg/l)} \times 1,216$$

$$\text{Amonyum (NH}_4\text{) (mg/l)} = \text{Amonyum Azotu (NH}_4\text{-N) (mg/l)} \times 1,288$$

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

SULARDA AMONYAK TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı su örneğinde amonyak tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak su örneğinde amonyak tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1’de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Malzemelerin temiz olmasına dikkat ediniz.



2. Bir erlene 100 ml su örneğinden koyunuz. Su örneğinin üzerine 2-3 damla orto-toloidin damlatınız. Suda klor olup olmadığını gözlemleyiniz.

- Pipet veya damlalık kullanınız.



3. Suyun renginde sararma olursa 2 damla sodyum tiyosülfat damlatarak sudaki kloru gideriniz. Üzerine 1 ml çinko sülfat ekleyip çözeltiyi karıştırınız.

- Renk değişimini dikkatli gözlemleyiniz.



4. Daha sonra 0,5 ml 6 N sodyum hidroksit ekleyerek çözeltiyi iyice karıştırınız. Bir süre bekledikten sonra çözeltiyi süzünüz veya santrifüjleyiniz.

- Süzme işlemi yapıyorsanız süzütünün ilk 25 ml'sini atınız.



5. Şahit çözelti için 50 ml saf suyu bir erlene ve süzüntüden de 50 ml çözeltiyi başka bir erlene analiz için alınız. Standart amonyum klorür serileri hazırlayınız.

- İşlemlerde pipet kullanınız.



6. Numune, şahit ve standart amonyum klorür serilerinin üzerine 1 ml potasyum sodyum tartarattan ve 1 ml nessler reaktifinden ilave ediniz, 10 dakika bekleyiniz.

- Yeterli süre beklemeye özen gösteriniz.



7. Spektrofotometreyi çalıştırarak dalga boyunu 425 nm'ye ayarlayıp şahit çözelti ile sıfır ayarını yapınız.

- Spektrofotometreyi en az 15 dakika önce çalıştırınız.



8. Su numunesinin ve standart amonyum klorür serilerinin okumalarını yapınız. Okuma değerlerine göre kalibrasyon grafiğini hazırlayınız.

- Gerekli hesaplamaları yapınız.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Yaptığınız uygulama çalışmasında en çok zorlandığınız aşama/aşamalar hangisiydi/hangileriydi? Neden?

.....

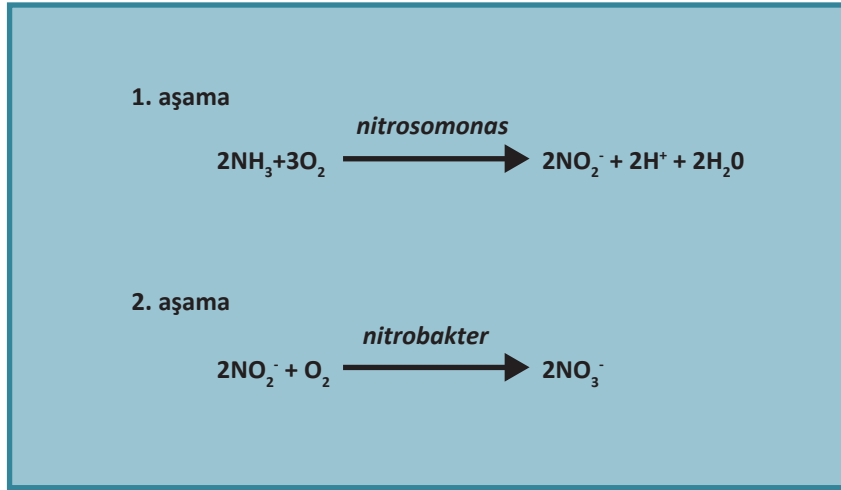
.....

.....

3.3. SULARDA NİTRİT TAYİNİ

Nitrit, azotun oksidasyonu sırasında hem amonyumun nitrata oksitlenmesi hem de nitratin indirgenmesi aşamalarında “ara ürün” olarak oluşur. Su amonyaklı ise yüksek sıcaklıklarda bakteri veya diğer canlı organizmaların etkisiyle nitrit meydana gelmektedir. Suda nitrit çok düşük değerlerde bulunsu bile kirlenmenin başladığını ve biyolojik olayların sürdüğünü gösterir. İnsan sağlığı açısından içme sularındaki nitrit miktarı en fazla 0,50 mg/l olabilir.

Nitrifikasyon, aerobik ortamda amonyağın *nitrosomonas* (nitrifikasyon bakterisi) tarafından nitrite ve nitritin ise *nitrobakter* (nitrifikasyon bakterisi) aracılığıyla nitrata dönüştürüldüğü iki aşamalı bir süreçtir.



Sularda nitrit tayini, kalitatif ve kantitatif olmak üzere iki şekilde yapılır. Suda nitrit varlığı kalitatif olarak belirlenir, nitrit miktarının ise kantitatif olarak bulunması gerekir. Yöntem, numunenin nitrit miktarının spektrofotometrede okunması ve okuma değerlerinin standart çözeltilerin okuma değerleri ile kıyaslanması esasına dayanır.

3.3.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Sularda kantitatif nitrit tayininde kullanılan araç gereç ve kimyasallar şunlardır: hassas terazi, spatül, erlen, mezür, pipet, pipet pompası, balon joje, piset, spektrofotometre.

Mangan Çözeltisi: 0,0365 g mangan sülfat ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) tartılarak 100 ml'lik balon jojeye aktarılır ve saf su ile balon joje hacim çizgisine tamamlanır.

Potasyum Permanganat (KMnO_4) Çözeltisi: 0,4 g potasyum permanganat tartılır ve litrelik balon jojeye aktarılır. Saf su ile balon joje hacim çizgisine tamamlanır.

Amonyum Oksalat [$(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$] Çözeltisi: 0,9 g amonyum oksalat tartılarak litrelik balon jojeye aktarılır ve saf su ile balon joje hacim çizgisine tamamlanır.

Nitritsiz Su: 1 litre damıtık suya, 1 ml derişik sülfürik asit (H_2SO_4) ve 0,2 ml mangan çözeltisi ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) eklenir. Pembe renk gözleninceye kadar çözeltiliye 1-3 ml potasyum permanganat (KMnO_4) çözeltisi ilave edilir. Hazırlanan karışım, 15 dakika bekletildikten sonra amonyum oksalat çözeltisi ile permanganatın rengi kayboluncaya kadar titre edilir.

Asetik Asit Çözeltisi (%50'lik): 250 ml nitritsiz saf su üzerine 250 ml asetik asit eklenerek iyice karıştırılır.

Nitrit Reaktifi: 60 g tartarik asit ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$), 1 g α -naftilamin hidroklorür ($\text{C}_{10}\text{H}_9\text{N} \cdot \text{HCl}$) ve 5 g sülfanilik asit bir havan içerisinde ezilerek karıştırılır. Kahverengi şişede saklanır.

Stok Sodyum Nitrit (NaNO_2) Çözeltisi (100 mg/l): 0,246 g susuz sodyum nitrit saf suda çözündürülür ve 1 litrelik balon jojeye aktarılır. Hacim çizgisine kadar saf su ile tamamlanır.

Standart Sodyum Nitrit Çözeltisi: Stok sodyum nitrit çözeltilisinden 10 ml alınarak 1 litrelik balon jojeye konulur. Hacim çizgisine kadar nitritsiz saf su ile tamamlanır.

Stok sodyum nitrit çözeltisinden aşağıdaki tabloda verilen miktarlarda alınarak 50 ml'lik balon jojelere aktarılır. Balon jojeler hacim çizgisine kadar nitritsiz saf su ile tamamlanır. Böylece standart çözelti serileri hazırlanmış olur.

Tablo 3.2: Standart Çözelti Serileri Hazırlama

Alınacak Çözelti Miktarı (ml)	Konsantrasyon (mg/ml)
0,5	0,01
1,0	0,02
2,0	0,04
4,0	0,08
6,0	0,12
8,0	0,16
9,0	0,18
10,0	0,20

3.3.2. Sularda Kantitatif Nitrit Tayini Yapılışı

Yeterli sayıda erlen alınır ve bir erlene 50 ml numune, başka bir erlene şahit çözelti için 50 ml nitritsiz saf su, kalan erlenlere de 50 ml'lik çözelti serileri konulur. Daha sonra erlenlerin her birine 0,5 g nitrit reaktifi tartılıp ilave edilir, üzerlerine 5 ml %50'lik asetik asit eklenerek iyice karıştırılır.

Hazırlanan numune, şahit çözelti ve diğer çözeltiler karanlıkta yaklaşık 30 dakika bekletilir. Ölçüm yapmadan 10-15 dakika önce spektrofotometre çalıştırılıp ısınması sağlanır (Görsel 3.3). Spektrofotometrenin dalga boyu 530 nm'ye ayarlanır. Şahit çözelti ile sıfır ayarı yapıldıktan sonra numunenin ve standart çözelti serisinin okumaları yapılır. Okunan değerler kullanılarak kalibrasyon grafiği çizilir. Çizilen kalibrasyon grafiği kullanılarak numunenin konsantrasyonu tespit edilir. Aşağıdaki formül kullanılarak numunenin nitrit miktarı hesaplanır.



Görsel 3.3: Spektrofotometre cihazı



$$\text{Nitrit (NO}_2\text{)} \text{ (mg/l)} = A \times 3,29$$

A: Nitrit azotu (NO₂-N) konsantrasyonu (mg/l)

3,29: Azotu nitrite çevirme faktörü

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

SULARDA NİTRİT TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı su örneğinde nitrit tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak su örneğinde nitrit tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1’de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Malzemelerin temiz olmasına dikkat ediniz.



2. Standart sodyum nitrit çözelti serileri hazırlayınız.

- Çözelti serileri hazırlarken dikkatli olunuz ve kurallara uygun davranınız.



3. Su numunesi, şahit ve standart seriler için yeterli sayıda erlen hazırlayınız. Birinci erlene su numunesi, ikinci erlene nitritsiz saf su ve diğerlerine de çözelti serilerinden 50 ml olacak şekilde koyunuz.

- Erlenlerin üzerini yazınız.



4. Her bir erlene 0,5 g nitrit reaktifi ve beşer ml %50’lik asetik asit ilave ederek çözeltileri iyice karıştırınız.

- Erlenleri karanlık ortamda 30 dakika bekletiniz.



5. Spektrofotometreyi çalıştırıp dalga boyunu 530 nm’ye ayarlayınız. Şahit çözelti ile spektrofotometrenin sıfır ayarını yapınız.

- Spektrofotometreyi ölçüm yapmadan en az 15 dakika önce çalıştırınız.



6. Spektrofotometrede standart serilerin okumasını yaparak elde edilen değerlerle kalibrasyon grafiği çiziniz.

- Okunan değerleri kaydediniz.
- Kalibrasyon eğrisi hazırlama kurallarına uyunuz.



7. Kalibrasyon grafiğinde su numunesinin konsantrasyonunu belirleyiniz.

- Gerekli hesaplamaları yapınız.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Yaptığınız uygulamada kalibrasyon grafiği çizerken nelere dikkat ettiniz? Neden?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.4. SULARDA NİTRAT TAYİNİ

Nitrat, azot döngüsündeki değişimin en yüksek basamağındadır. Sulardaki nitratın kaynağı; volkanik kayalar, havadaki azotun şimşek çakması sonucu yağmur suyunda çözünmesi, çözünen oksitlerin hava oksijeni ile yükseltgenmesiyle nitrit ve nitrit asidi meydana getirmesidir. Ayrıca kullanılan nitratlı gübreler, hayvan ve bitki artıklarının parçalanması, kirli sular ve endüstriyel atıklardan da suya nitrat karışabilmektedir. İnsan sağlığı açısından içme sularındaki nitrat miktarı en fazla 50 mg/l olabilir.

Sudaki nitrat iyonunun kimyasal tayini, brucine ile nitrat arasındaki reaksiyonda meydana gelen sarı rengin kolorimetrik olarak tayin edilmesi esasına dayanır.

3.4.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Sularda nitrat tayininde kullanılan araç gereç ve kimyasallar şunlardır: mezür, pipet, spektrofotometre, balon joje, hassas terazi, spatül, erlen, beher, piset, tartım kabı.

Brucine-Sülfanilik Asit Çözeltisi: 1 g Brucine ($C_{23}H_{26}N_2O_4$) ve 0,1 g sülfanilik asit ($C_6H_7NO_3S$) tartılır. Daha sonra 70 ml sıcak saf suda çözündürülür. Bu çözelti üzerine 3 ml derişik hidroklorik asit ilave edilerek çözelti soğumaya bırakılır. Çözelti soğuduktan sonra saf su ile 100 ml'ye tamamlanır. Bu çözeltinin çok zehirli olduğu unutulmamalıdır.

Sülfürik Asit (H_2SO_4) Çözeltisi: 500 ml derişik sülfürik asit alınır, 125 ml saf su içerisine aktarılır, oda sıcaklığına kadar soğutulur. Çözeltiyi nemden korumak için şişenin ağzı sıkıca kapatılır.

Stok Potasyum Nitrat (KNO_3) Çözeltisi: 0,1629 g susuz potasyum nitrat tartılır, litrelik balon jojeye aktarılır, bir miktar saf su ile çözündürülerek balon joje hacim çizgisine kadar saf su ile tamamlanır. Bu çözelti, bir mililitre-sinde 0,1 mg nitrat (NO_3^-) içerir.

Stok potasyum nitrat çözeltisinden aşağıdaki tabloda verilen miktarlarda 100 ml'lik balon jojelere sırasıyla konur. Saf su ile balon jojeler hacim çizgisine kadar tamamlanır.

Tablo 3.3: Standart Çözelti Serileri Hazırlama

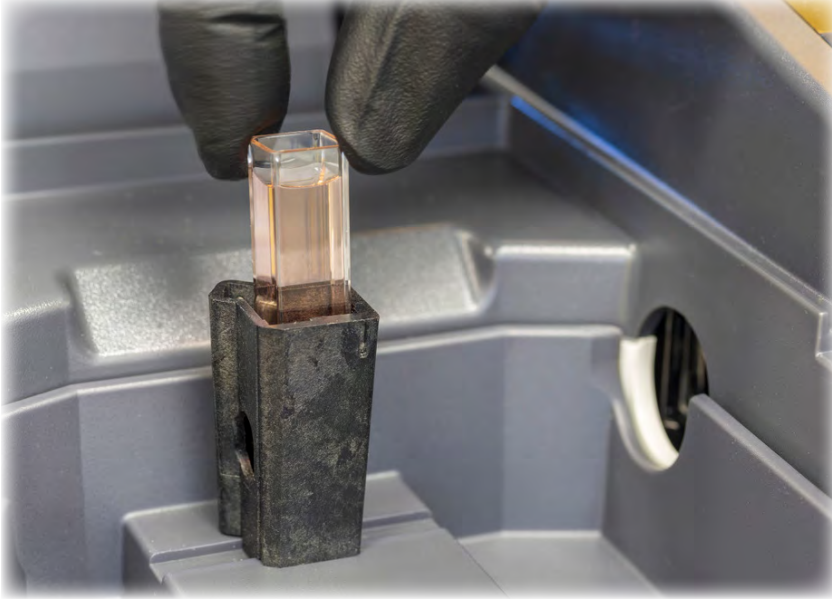
Alınacak Çözelti Miktarı (ml)	Konsantrasyon mg/ml
0	0
2,5	2,5
5	5
10	10
20	20
30	30
40	40
50	50

3.4.2. Sularda Nitrat Tayini Yapılışı

Su numunesi, şahit çözelti ve standart seriler için yeterli sayıda beher hazırlanır. Hazırlanan birinci behere 2 ml numune ve ikinci behere 2 ml saf su konulur. Diğer beherlere ise standart potasyum nitrat çözelti serisinden sırasıyla ikişer ml konulur. Beherlerin her birine birer ml brucine-sülfanilik asit çözeltisi ilave edilir. Diğer yandan aynı sayıda beher alınarak her bir behere onar ml sülfürik asit çözeltisinden konulur.

Su numunesi, şahit numune ve standart potasyum nitrat çözelti serileri; içinde sülfürik asit çözeltisi bulunan beherlere dikkatli bir şekilde boşaltılır ve çözelti karıştırılır. Hazırlanan bu karışımlar, karanlık ortamda 10 dakika kadar bekletilir. Daha sonra her birinin üzerine onar ml saf su eklenerek çözeltiler karıştırılır. Yine karanlıkta bu kez 20-30 dakika bekletilmek suretiyle çözeltiler soğutulur.

Spektrofotometre, ölçümden en az 15 dakika önce çalıştırılarak cihazın ısınması sağlanır. Spektrofotometrenin dalga boyu 410 nm'ye ayarlanır. Öncelikle sıfır ayarı, şahit çözelti ile yapılır. Daha sonra standart çözelti serileri ve su numunesi küvetlere konularak okumaları yapılır (Görsel 3.4). Okunan değerler kaydedilir, milimetrik kâğıtta yatay eksenle nitrat konsantrasyonu, dikey eksenle absorbens değerleri işaretlenerek kalibrasyon grafiği çizilir. Okunan değer, grafikte yerine yerleştirilerek numunenin nitrat konsantrasyonu belirlenir.



Görsel 3.4: Spektrofotometre küvetini yerleştirme



Not alınız...

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

SULARDA NİTRAT TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı su örneğinde nitrat tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak su örneğinde nitrat tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1'de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Malzemelerin temiz olmasına dikkat ediniz.



2. Standart potasyum nitrat çözelti serileri hazırlayınız.

- Çözelti serileri hazırlarken dikkatli olunuz ve kurallara uygun davranınız.



3. Su numunesi, şahit ve standart seriler için yeterli sayıda beher hazırlayınız. Hazırlanan birinci behere 2 ml numune ve ikinci behere 2 ml saf su koyunuz. Diğer beherlere ise standart potasyum nitrat çözelti serisinden sırasıyla ikiye ml koyunuz.

- Beherlerin üzerlerine konsantrasyonlarını yazınız.



4. Beherlerin her birine birer ml brucine-sülfanilik asit ilave ediniz.

- İşlemi yaparken pipet kullanınız.



5. Aynı sayıda beher alarak her bir behere onar ml sülfürik asit çözeltisinden koyunuz.

- Pipetleme işleminde puar veya pipet pompası kullanınız.



6. Su numunesi, şahit numune ve standart potasyum nitrat çözelti serilerini, içinde sülfürik asit çözeltisi bulunan beherlere dikkatli bir şekilde boşaltıp çözeltileri karıştırınız.

- Çözeltileri karanlıkta 10 dk. bekletiniz.



7. Beherlerin üzerine 10 ml saf su ilave ediniz. Çözeltileri karanlıkta tekrar bekletiniz.

- Çözeltileri karanlık ortamda 20-30 dakika bekletmeye özen gösteriniz.



8. Spektrofotometreyi çalıştırıp 410 nm'ye ayarlayınız. Spektrofotometrenin sıfır ayarını şahit çözelti ile yapınız.

- Spektrofotometreyi ölçüm yapmadan en az 15 dakika önce çalıştırınız.



9. Spektrofotometrede standart serilerin ve su numunesinin okumasını yaparak kalibrasyon grafiğini çiziniz.

- Okunan değerleri kaydediniz.
- Kalibrasyon eğrisinden numunenin konsantrasyonunu hesaplayınız.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Yaptığınız uygulama çalışmasında en çok dikkatinizi çeken aşama hangisi oldu? Neden?

.....

.....

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıda verilen boşlukları doğru ifade ile doldurunuz.

1. Sürekli döngü hâlinde olan; yeryüzüne yağış olarak dönerken ve toprak altında süzüldüğü sırada birtakım endüstriyel atıklar, tarım ilaçları ve lağım suları vb. karışması sonucu kirlenebilmektedir.
2. Atık sularda genellikle azot, proteinli maddeler ve üreye bağlı olarak bulunmaktadır.
3. Suda iyonunun varlığı ortamda aktif bir biyolojik olayın işareti olup, çok düşük değerlerde bulunsan bile kirlenmenin başladığını göstermektedir.
4. İnsan sağlığı açısından içme sularındaki miktarı en fazla 50 mg/l olabilir.

B) Aşağıdaki soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi sularda kirliliğe neden olmaz?
 - A) Derelere akan lağım suları
 - B) Bilinçsizce ve aşırı kullanılan tarım ilaçları
 - C) Gelişigüzel atılan çöpler
 - D) Endüstriyel atıkların arıtılarak toprağa verilmesi
 - E) Evsel atıkların toprağa karıştırılması
2. Bir su örneğinden 100 ml alınarak organik madde tayini için titrasyon işlemi yapılmıştır. Titrasyonda harcanan potasyum permanganat hacmi 3,5 ml olarak kaydedilmiştir. Bu su örneğinin organik madde miktarı (O cinsinden) aşağıdaki seçeneklerin hangisinde doğru verilmiştir?
 - A) 2,5 ml/l
 - B) 3,5 ml/l
 - C) 4,5 ml/l
 - D) 5,0 ml/l
 - E) 5,5 ml/l
3. Sularda kantitatif amonyak tayininde spektrofotometrenin dalga boyu kaç nanometreye ayarlanarak ölçüm yapılır?
 - A) 250 nm
 - B) 420 nm
 - C) 425 nm
 - D) 520 nm
 - E) 530 nm
4. Suyun nitrit içeriği ile ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?
 - A) Nitrit, azotun oksidasyonu sırasında oluşan ara üründür.
 - B) Su amonyaklı ise yüksek sıcaklıklarda nitrit oluşur.
 - C) İçme sularındaki nitrit miktarı en fazla 0,50 mg/l olabilir.
 - D) Düşük miktardaki nitrit suda kirliliğin göstergesidir.
 - E) Sularda nitrit miktarı kolorimetre ile tespit edilir.

C) Aşağıda verilen soruları yanıtlayınız.

1. Su kirliliği nedir? Nedenlerini açıklayınız.
2. Sularda kirlilik kontrolü amacıyla genellikle hangi tayinler yapılır?
3. Sularda kirliliğe neden olan nitrat kaynaklarını açıklayınız.



TOPRAK NUMUNESİNİ ANALİZE HAZIRLAMA

KONULAR

- 4.1. TOPRAK NUMUNESİ ALMA
- 4.2. TOPRAK NUMUNESİNİ ANALİZE HAZIRLAMA
- 4.3. TOPRAKTA SATÜRASYON MACUNU HAZIRLAMA

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Tekniğine uygun olarak toprak numunesi almayı
- Tekniğine uygun olarak toprak numunesini analize hazırlamayı
- Tekniğine uygun olarak toprakta satürasyon macunu hazırlamayı

TEMEL KAVRAMLAR

- Satürasyon macunu
- Toprak profili
- Toprak silindiri

HAZIRLIK ZAMANI

1. Evinizde saksıda yetiştirdiğiniz bir bitkiyi düşününüz. Bu bitkinin toprağını bahçenizden aldığınız toprakla değiştirebilirsiniz sizce bitkinin gelişimi bundan nasıl etkilenirdi?
2. Bir çiftçi olsaydınız ve tarlanızda domates yetiştirmek isteseydiniz, ekim yapmadan önce tarlanızdaki toprakla ilgili yapacağınız araştırma ve hazırlık ne olurdu?



4.1. TOPRAK NUMUNESİ ALMA

Toprakta azalan veya bulunmayan bitki besin maddelerinin gübrelemeyle toprağa kazandırılması, tarımsal üretim ve verim açısından önemlidir. Bitkisel üretimde, bitkinin ihtiyacı olan besin elementlerinin toprağa eklenmesi için öncelikle o toprağın besin maddesi içeriklerinin bilinmesi gerekir. Topraklar, bu amaçla laboratuvar da çeşitli analizlere tabi tutulur. Toprağın yapısını, içerdiği bitki besin maddelerinin miktarlarını belirleyerek o toprakta yetiştirilecek ürünün kalitesini ve verimini artırmak, ihtiyaç duyulan gübre miktarını belirlemek, uzun dönemde toprakların çoraklaşmasını engellemek gibi amaçlarla toprağa laboratuvar şartlarında fiziksel ve kimyasal analiz yöntemlerinin uygulanmasına **toprak analizi** denir. Bu şekilde analizi yapılan toprakların içerisindeki bitki besin maddesi miktarları (azot, potasyum, fosfor ve kireç vb.) ve bu maddelerin bitkiler tarafından alınabilir formda olup olmadığı belirlenir.

Analizler sonunda toprağın ihtiyacı olan gübreler, bir rapor hâlinde düzenlenerek çiftçiye ulaştırılır. Rapor doğrultusunda yapılacak gübreleme ile bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin maddeleri toprağa kazandırılmış olur. Böylece hem bitkinin beslenme eksikliği giderilir hem de aşırı ve yanlış gübre kullanımının önüne geçilmiş olur.

Toprak analiz sonuçlarının doğruluğunu etkileyen en önemli husus, alınan toprak örneğinin alındığı yeri tam olarak temsil etmesidir. Numunenin temsil kabiliyeti ne kadar yüksek olursa analizin güvenilirliği de o kadar yüksek olur. Geniş tarım alanlarında, her noktanın analizini yapmak oldukça güç ve maliyetlidir. Bu gibi durumlarda toprak yapısını, bitki besin maddesi içeriğini veya besin maddesi içerik problemlerini tahmin etmek amacıyla alt toprak örneklerinin alınıp etkin şekilde kullanılması gerekmektedir.

Toprak numunesi, çeşitli analizler yapılmak üzere tarla veya bahçe gibi yerlerden usulüne uygun olarak alınıp laboratuvara gönderilmek üzere hazırlanmış bir miktar toprağı ifade etmektedir. Bu amaçla; arazinin herhangi bir yerinden alınan az miktardaki toprağa **alt numune**, arazinin farklı yerlerinden alınan çok sayıdaki alt numunelerin karıştırılmasıyla elde edilen numuneye ise **paçal numune** denir. Paçal numuneden analiz için laboratuvara gönderilmek üzere hazırlanan kısma ise **laboratuvar numunesi** adı verilmektedir.

Toprak örnekleri, alındıkları alanların toprak özelliklerini tam olarak yansıtacak nitelikte olmalıdır. Numune almada kullanılacak alet ve ekipmanlar, numune almadan önce iyice temizlenmelidir. Üzerlerinde kesinlikle kimyasal madde bulaşığı, hayvan gübresi veya ticari gübre kalıntısı bulunmamalıdır. Diğer yandan alınan numuneler ve numunelerin konulduğu torbalar, dış etkenlerden korunmalıdır.

4.1.1. Toprağın Tanımı, Oluşumu ve Bileşenleri

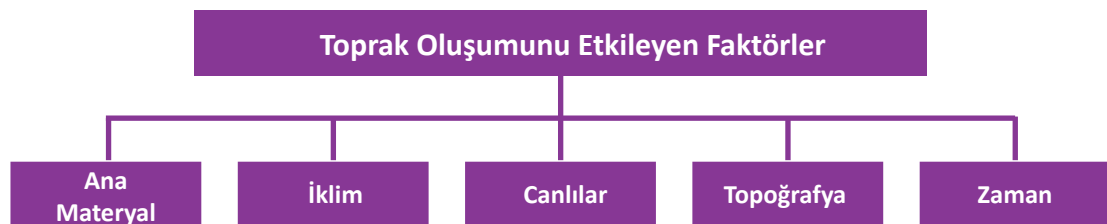
Toprak; yeryüzünü ince bir tabaka hâlinde kaplayan, kayaların ve organik maddelerin ayrışma ürünlerinden oluşan, içerisinde ve üzerinde çeşitli canlıları barındıran, bitkilerin yetişme ortamı olan, su ve hava içeren doğal bir maddedir.

Toprağın oluşumu milyonlarca yıl sürer. Temel olarak toprak oluşumu iki aşamada gerçekleşir. Öncelikle ana kayalar; rüzgâr, akarsu ve çeşitli canlıların etkisiyle fiziksel, kimyasal ve biyolojik olaylar sonucu aşınır ve toprak ana materyaline dönüşür. Toprak ana materyali oluştuktan sonra ana materyali meydana getiren faktörlerin etkinlikleri devam eder ve toprak oluşur. Toprağın ana materyalden yüzeye doğru olan görüntüsü Görsel 4.1'deki gibidir. Toprağın oluşumu ve gelişimi bir döngüdür.

Toprak oluşumu devam ederken ana materyalin değişmesine ve onun bazı yeni özellikler kazanmasına neden olan birçok faktör vardır.



Görsel 4.1: Toprağın yapısı



Ana Materyal: Ana materyal; ana kayanın çeşitli dış etmenler tarafından gevşetilmesi, kabartılıp yumuşatılması sonucu ortaya çıkan gözenekli yapıda, toprağa dönüşmeden önceki ara üründür. Ana materyalin kimyasal ve mineralojik yapısı, toprağın ayrışma ve parçalanmasına etki ederek oluşumun yavaş veya hızlı olmasında rol oynar.

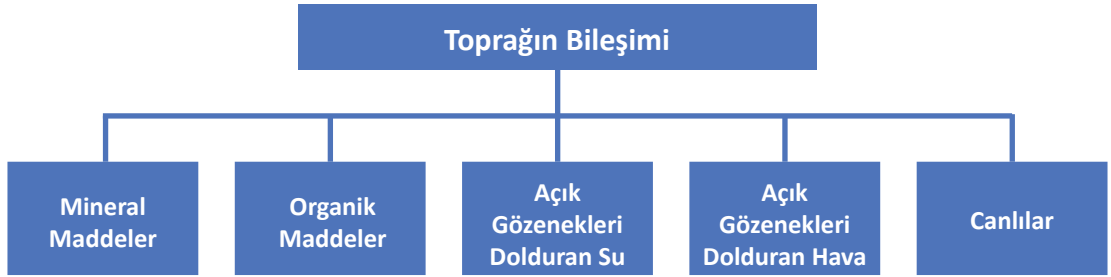
İklim: Toprak oluşumu ve gelişimi üzerine en etkili iklim etmenleri; ısı, yağış ve rüzgârdır. Isı ve yağış, toprakta olan fiziksel (şışme-büzülme, donma-çözünme, akarsularla taşınma) ve kimyasal olayların hızını etkiler.

Canlılar: Özellikle bitkiler ve diğer canlılar, toprak ana materyalinin oluşum sürecinde etkilidir. Canlıların toprak oluşumundaki en belirgin etkileri, toprak organik maddesinin çeşit ve miktarını değiştirmesidir.

Topoğrafya: Topoğrafya; bir arazinin, çevresine göre durumunu veya arazinin yüzey şeklini ifade eder. Topoğrafyanın, toprak oluşumunda daha çok dolaylı etkileri vardır. Temel olarak toprağa giren su miktarını ve toprak sıcaklığını, yüzeyde meydana gelecek aşınma, taşınma ve birikme olaylarını etkileyerek toprak oluşumuna katkı sağlar.

Zaman: Ana materyalin toprağa dönüşmesi ve toprağın olgunlaşması, uzun bir süreçtir. Toprak, zamana bağlı olarak değişime uğrar ve belli bir gelişme döneminden geçer. Diğer faktörler sabit kabul edildiğinde, zaman uzadıkça toprakların olgunlaşma süreci de uzar.

Topraklar başlıca beş ana bileşenden oluşur.



Mineral Madde: Toprak oluşumu sırasında; kayadaki mineralin parçalanması, ufalanması, ayrışması ve daha sonra toprağın yapı taşlarına dönüşmesiyle oluşan maddelerdir. Mineral maddeler, kimyasal yapı ve büyüklük bakımından farklılık gösterir. Topraktaki taş, çakıl, kum, silt, kil ve çözünebilen tuzlar; mineral maddeleri ifade etmektedir ve bu mineral maddeler toprağın esas maddesini oluşturur.

Organik Madde: Toprağın içindeki tüm canlı varlıklar ve biyolojik ürünler organik maddeyi oluşturur. Organik madde; mikroorganizma, hayvan ve bitki kaynaklı olabilir. Toprakta organik madde içeriğinin en fazla olduğu kısım, bitki köklerinin yüzeye yakın olduğu kısımdır. Organik maddeler gerek toprak oluşumunda gerekse toprak özellikleri üzerinde etkilidir ve toprağa esmer rengini verir.

Su: Toprağı oluşturan katı parçacıklar, büyüklük ve şekillerine bağlı olarak aralarında önemli miktarda gözenek oluşturur. Bu gözenekler içerisinde bulunan ve içerisinde değişik miktarlarda çözülmüş tuz ile birçok organik ve mineral bileşikler içeren suya, **toprak suyu** denir. Toprak suyu, toprak içerisinde serbest hâlde veya toprak zerrelere belli bir yüzey kuvvetiyle bağlı bulunabilir. Toprak suyunun miktar ve bileşimi; toprağın gözenek yapısı, iklim, topoğrafya ve mevsim gibi faktörlere bağlı olarak değişir.

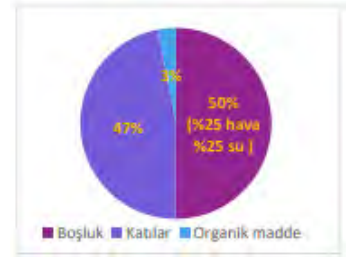
Bitkiler ihtiyaçları olan suyu ve besin maddelerinin çoğunu, kökleri ile topraktan alır. Bu nedenle toprakta belli miktar ve bileşimde toprak suyu bulunması gerekir.

Hava: Toprak havasının kaynağı atmosfer havası olduğundan bileşimi de atmosfer havasına benzer. Fakat toprak havasında atmosfer havasındakinden daha fazla CO₂ bulunmaktadır. Bunun nedeni ise bitkilerin kök solunumu ve mikroorganizma etkinlikleri sonucunda toprakta oksijen miktarının azalması, karbondioksitin artmasıdır.

Toprak havasındaki oksijen miktarı, toprak canlıları ve bitki köklerinin solunumu açısından önem taşır. Havalanmanın yetersiz olduğu durumlarda, topraktaki fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişimler bitkileri olumsuz etkiler. Toprak havasının bileşimi sabit olmayıp mevsim, sıcaklık, toprak nemi ve derinliği gibi birçok faktöre bağlı olarak değişiklik gösterir.

Canlılar: Canlı bitki kökleri, mikroorganizmalar, solucanlar ve toprakta yaşayan diğer canlılar, toprak canlılarını oluşturur. Toprak canlıları, toprağın miktar olarak çok az kısmını oluşturmalarına rağmen toprak organik maddesinin oluşumunda yer almaları bakımından önem taşır.

Bitki gelişimine uygun bir toprak; Görsel 4.2'de gösterildiği gibi hacim bakımından, %50 oranında katı maddeler (%47 mineral, %3 organik madde) ve %50 oranında da por adı verilen gözenekler (%25 hava, %25 su) içermelidir.



Görsel 4.2: İdeal toprak içeriği

Bir toprağın yüzey kısmından ana materyale kadar olan dikey kesiti **profil** olarak tanımlanmaktadır. Toprak profili incelendiğinde; üst kısımdan derinlere doğru inildikçe renk, tane büyüklüğü, organik madde içeriği vb. özellikler bakımından farklı katmanlar görülebilir. Bu katmanlara **toprak horizonları** denilmektedir. Toprak horizonlarının toprak profilindeki sıralanışı ve görünüşü Görsel 4.3'te verilmiştir.

O Horizonu: Ormanlar gibi kuvvetli bitki örtüsünün bulunduğu yerlerde organik maddenin biriktiği katmandır. Çoğu toprakta hiç bulunmaz. O horizonu genellikle koyu renktedir.

A Horizonu: Genellikle üst toprak olarak ifade edilen ve organik maddenin mineral toprak materyalleriyle karıştığı kısımdır. Organik madde içeriği yüksek, ıslanma, kuruma, ısınma ve soğuma olaylarının belirgin olarak gözüktüğü, biyolojik aktivitenin en yüksek olduğu yerdir. Organik madde içermeye ve iyi havalanma nedeniyle çoğunlukla koyu renklidir.

B Horizonu: Çoğunlukla kil, organik madde, demir ve alüminyum oksitlerin birlikte veya ayrı ayrı biriktiği horizonlardır. Üst horizonlardaki materyalin yıkanıp birikmesinden oluştuğu için **birikme horizonu** da denir. Bu katman, kırmızı ve sarıdan kahverengiye ve griye kadar değişen renklerde olabilmektedir. Yıkama ve birikme durumuna göre B1, B2, B3 katmanları oluşabilir.

C Horizonu (Ana Materyal): Toprak oluşum süreçlerinden fazla etkilenmemiş ve gevşek yapılı materyallerdir. Ana materyal, ana kayanın gevşemesi ve çözünmüş maddelerin birikmesiyle oluşur. Ana materyal, topraktan kesin çizgilerle ayrılamaz.

Ana Kaya (R): Toprak profilinde en altta bulunmakta ve önce ana materyali, ardından zamanla toprağın mineral kısmını oluşturmaktadır. Ana kayanın önemli bir özelliği, mutlaka yerinde oluşmuş olmasıdır.



Görsel 4.3: Toprak horizonları

4.1.2. Numune Alma Zamanı ve Numune Alınacak Toprağın Derinliği

Topraktaki besin maddelerinin konsantrasyonu, mevsime bağlı olarak değişim gösterebilmektedir. Toprak numunesinin alınma zamanı, yetiştirilecek bitki türüne göre belirlenmelidir. Bitkilerin besin maddesine ihtiyaç duydukları dönem (dikim, ekim veya gübreleme işleminden 2-4 hafta önce), toprak numunesinin alınacağı en uygun zamandır. Diğer yandan bitki yetiştirme sürecinde besin maddeleriyle ilgili problemler ortaya çıkarsa gelişmenin iyi ve kötü olduğu bölgelerden ayrı örnekler alınabilir. Toprakta don olayının gerçekleştiği günlerde ve toprağın çamurlu olduğu günlerde numune alınmamalıdır. Numune alınacak yerin toprağı, ayağa yapışmayacak kadar kuru veya tavlı olmalıdır. Eğer alınan numune biraz ıslak ise numune gölgede kendi hâlinde kurumaya bırakılmalıdır.

Toprak numunesinin alınacağı derinlik ise bitkilerin etkin kök sisteminin yer aldığı bölümdür. Buna göre tek yıllık bitkiler için 18-20 cm derinlik numune almak için uygundur. Bağ ve meyve bahçelerinde ise 0-20, 20-40 ve 40-60 cm olmak üzere üç derinlikten ayrı ayrı toprak örnekleri alınmalıdır.

4.1.3. Numune Yerinin Seçimi

Bir tarlanın toprağı, diğer bir tarlanın toprağına benzemediği gibi aynı tarla içinde değişik özellik gösteren kısımlar da bulunabilmektedir. Bu nedenle farklı özellik gösteren yerlerden ayrı ayrı numune alınmalıdır. Özellikle farklı renkli topraklardan, eğimli alanlardan, toprak bünyesi farklı yerlerden, derinliğe göre değişiklik gösteren alanlardan ayrı ayrı temsili numune alınmalıdır. Tarım arazisi 40 dekarlık alandan daha büyük ise her 40 dekarlık alan için ayrı bir temsili numune alınmalıdır. Bahçe bitkileri için ise her 20 dekar alan için en az bir paçal numune alınmalıdır.

Toprak örnekleme yapacağı alanın büyüklüğüne ve toprağın özelliğine göre alınacak alt örnek sayısında farklılıklar olabilir. Ancak alınacak alt örnek sayısı 5'ten az olmamalıdır. Arazinin büyüklüğüne göre alınması gereken örnek sayısı Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1: Tarla Büyüklüğüne Göre Toprağı En İyi Temsil Eden Örnek Sayısı

Tarla Büyüklüğü (da)	Alınacak Alt Örnek Sayısı
<20	15
20-40	18
40-100	20
100-200	25
>200	30

Toprak numuneleri, alındığı araziye temsil edebilen yerlerden alınmalıdır. Diğer yandan toprak numunelerinin alınmaması gereken yerler de vardır. Bunlar:

- Eskiden gübre yığılmış alanlar
- Hayvan gübrelerinin bulunduğu yerler
- Hayvanların bağlandığı veya yattığı yerler
- Sap, kök veya yabani otların yakıldığı kısımlar
- Sıra gübreli ekim yapılan ürünlerde sıra üzerleri
- Su birikintisi olan bölgeler ve sel baskınına uğramış yerler
- Kompost, kireç, kum, fabrika ve inşaat artıklarının yığıldığı yerler
- Dere, orman, kanal, su arkı, çit, harman yeri ve yollara yakın olan kısımlar
- Tarlada tohum, gübre, ilaç vb. depolanan veya bunların doldurulup boşaltıldığı yerler
- Tarlanın esas karakterinden farklı, bozuk drenajlı, kumlu, taşlı ve çakıllı küçük alanlar

Bu bölgelerden en az 10 metre uzaklıktan örnekler alınmalıdır.

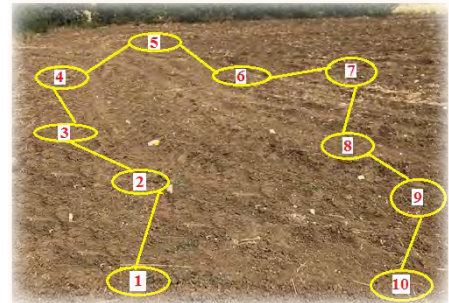
4.1.4. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Toprak numunesi ve bozulmamış toprak numunesi alınırken kullanılan araç gereçler şunlardır: numune alma küreği, kurşun kalem, kova, bağlama ipi, torba, etiket, çekici, numune alma silindiri ve aparatları.

4.1.5. Numune Alma ve Numuneyi Etiketleme

Yer seçimi ile ilgili hususlar dikkate alınarak arazide numune alınacak kısımlar tespit edilir. Sonra bu yerin büyüklüğüne göre tarlanın bir ucundan girip öbür ucuna kadar zikzaklar çizilerek 10-15 noktadan Görsel 4.4'te gösterildiği gibi numune alınır.

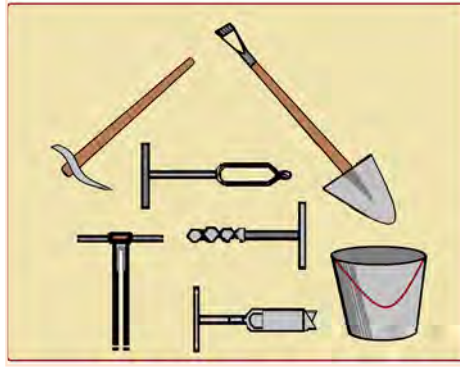
Tarlada zikzaklar çizilerek alınan bu numuneler, bir bez üzerine veya kova içine konularak iyice karıştırılır. Karıştırma sırasında keseklerin iyice parçalanması sağlanmalı ve bu esnada ele gelen bitki artıkları, iri taş parçaları vb. ayıklanmalıdır. Bu şekilde temizlenmiş karışımdan alınan en az 1 kg temsili numune, naylon veya bez torbalara konulur ve torbalar etiketlenir.



Görsel 4.4: Tarladan numune alma

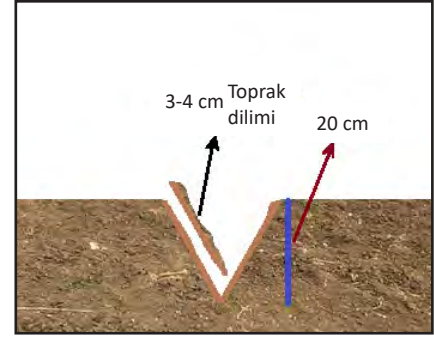
İki adet etiket yazılarak biri torbanın içine konulur. Diğeri ise torbanın üstüne yapıştırılarak torbalar laboratuvara gönderilir.

Toprak numunesi alma aletleri; toprak sondası, toprak burgusu, spatül, kürek, kova, etiket, kurşun kalem, bağlama ipi, numune torbası ve etiket olarak sıralanabilir (Görsel 4.5). Numune almada kullanılacak araçların, kullanımdan önce iyice temizlenmiş olmasına ve üzerinde herhangi bir artık olmamasına dikkat edilmelidir. Toprak numunelerinin konulacağı torbalar; 1-1,5 kg kadar toprak alabilecek temiz bir naylon veya bez torba olabilir. Mikro besin elementleri analizleri yapılacak numunelerde, metal kaplar (metalik bulaşma olabileceğinden) asla kullanılmamalıdır.



Görsel 4.5: Toprak örneği alımında kullanılan aletler

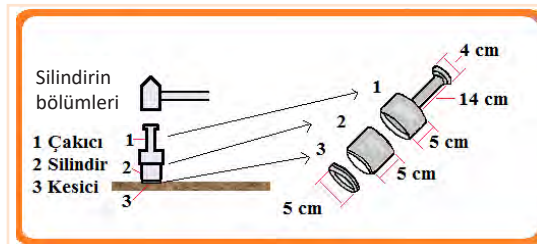
Toprak çok yaş veya çok kuru değilse numune almada öncelikle toprak sondası veya toprak burgusu kullanılmalıdır. Bunların bulunmadığı durumda toprak küreği kullanılabilir. Toprak numunesi alınırken öncelikle numune alınacak yerdeki toprak yüzeyi otlardan temizlenir. Kürekle numune alırken Görsel 4.6'da gösterildiği gibi önce V şeklinde bir çukur açılır. Çukurun düzgün tarafından, kürekle yaklaşık olarak 3-4 cm kalınlığında ve 18-20 cm boyunda bir toprak dilimi alınır. Kürek üzerine alınan bu numune, sağından solundan ve küreğin ucuna gelen kısımlardan tıraş edilir. Toprağın üst yüzeyini temsil eden kısmı tıraş edilmemelidir.



Görsel 4.6: Toprak numunesinin alınması

Toprak, su ve bitki ilişkileri hakkında bilgiler almak için toprakların bazı fiziksel özelliklerinin bilinmesi gerekir. Bu amaçla bozulmuş ve bozulmamış olmak üzere iki şekilde toprak numunesi alınır. Bozulmuş toprak numunelerinin alınmasında genel toprak numune alma yöntemleri aynen geçerlidir.

Bozulmamış toprak numunesi alma işleminde, önemli olan toprağın fiziki yapısının bozulmamasıdır. Toprakların gözenek durumları, hava ve su geçirgenlikleri, hacim ağırlığı ve tarla kapasitesi tayini gibi bazı fiziksel analizler için toprağın doğal yapısı bozulmadan örnek alınmalıdır. Bozulmamış toprak numunesi alınırken paslanmaz çelik veya pirinçten yapılmış 100 cm³lük metal silindir kullanılır. **Silindir**; Görsel 4.7'de gösterildiği gibi 5 cm yüksekliğinde çakıcı, kesici parçaları ve kapakları olan özel numune alma aletidir. Ağız kısmına kesici takılmış silindir, çakıcı ve çekiç yardımıyla toprağa düzgün bir şekilde çakılır. Silindir dolduğunda çakma işlemi sonlandırılır. Daha sonra bir spatül veya kürekle silindir etrafındaki toprak açılır. Silindir, alttan toprakla birlikte kaldırılarak üst ucundaki çakma kapağı ve alt ucundaki kesici ucu çıkarılır. Silindirin alt ve üst yüzleri bıçakla düzlenerek toprağın dökülmemesi için kapakları kapatılır.



Görsel 4.7: Toprak numunesinin alınması

Toprak numunesi alınan her farklı arazi ve derinlikler için ayrı karton etiketler kullanılmalıdır. Kurşun kalem kullanılarak hazırlanan etikette il, ilçe, köy, tarla sahibinin adı, alındığı derinlik, numune alma amacı, numuneyi alan kişinin adı ve tarih bilgileri yer almalıdır (Görsel 4.8). Hazırlanan etiket numune torbasının ağzına bağlanır. Aynı etiketin bir örneği de torbanın içine konur. Etiket dışında ayrıca belirtilmesi gereken bir husus varsa toprak bilgi formu düzenlenir (Ek-2).

Numune Torbasına Bağlanacak Kısım	Numune Torbasının İçinde Kalacak Kısım
İl:	İl:
İlçe:	İlçe:
Köy:	Köy:
Mevki:	Mevki:
Tarla Sahibi:	Tarla Sahibi:
Derinlik:	Derinlik:
Numuneleme Amacı:	Numuneleme Amacı:
.....	
.....	
Numuneyi Alan:	Numuneyi Alan:
Tarih:/...../ 20.....	Tarih:/...../ 20.....

Görsel 4.8: Toprak numunesi etiket örneği

Usulüne uygun olarak alınıp hazırlanmış numune, en kısa sürede toprak analiz laboratuvarına ulaştırılmalıdır. Laboratuvara getirilen toprak örnekleri; analizden önce havadan kimyasal buharları, toz vb. bulaşmaların engellendiği toprak odalarında bekletilmelidir. Yine temiz alanlarda kâğıt, plastik veya cam kaplarda toprak örneklerini karıştırmak sureti ile hava kurusu toprak örneği hazırlanmalıdır. Topraklar, nemi %30-40 ve oda sıcaklığı 35 °C'nin altında olacak şekilde özel yapılmış raflı odalarda kontrol altında tutularak da kurutulabilir.

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

TOPRAK NUMUNESİ ALMA

Bu çalışmanın amacı topraktan numune almaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak topraktan numune almanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1’de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI

**1. Toprak örneği alımı için gerekli araç gereçleri hazırlayınız.**

- Malzemelerin temiz olmasına dikkat ediniz.

**2. Tarlada numune alınacak yeri belirleyiniz.**

- Numune alınacak noktanın, tarlanın tamamını temsil etmesine özen gösteriniz.

**3. Belirlenen noktalarda “V” şeklinde çukurlar açınız.**

- Kenarlardan çukurun içerisine dökülen toprağı elinizle iyice temizleyiniz.

**4. Çukurun yan duvarından, 3-4 cm kalınlığında ve 18-20 cm derinlikten toprak dilimi alınız.**

- Küreğin sağ, sol ve uç kısmındaki toprağı traşlayınız.

**5. Alınan toprağı uygun kapların içine koyunuz. Belirlenen diğer noktalardan da aynı şekilde toprak örnekleri alınız.**

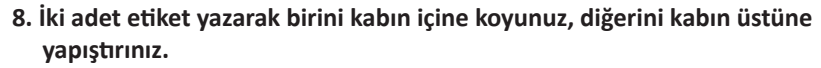
- Toprak içindeki iri taş, bitki kalıntıları temizleyip toprağı iyice karıştırınız.
- Kesekleri parçalayınız.

**6. Alınan alt toprak örneklerini bir araya toplayınız.**

- Numune içerisinde yabancı madde olmamasına dikkat ediniz.

**7. Hazırladığınız paçal numuneden 1 kg kadarını alıp numune kabına doldurunuz.**

- Numunenin ıslak olmamasına özen gösteriniz.



UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Uygulamayı yaparken en çok zorlandığınız basamak hangisiydi? Neden?

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

BOZULMAMIŞ TOPRAK
NUMUNESİ ALMA

Bu çalışmanın amacı topraktan bozulmamış toprak numunesi almaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak bozulmamış toprak numunesi almanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1’de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Bozulmamış toprak örneği alımı için gerekli araç gereçleri hazırlayınız.

- Malzemelerin temiz olmasına dikkat ediniz.
- Malzemelerin kullanımında iş güvenliği kurallarına uyunuz.



2. Tarlada numune alınacak yeri belirleyiniz.

- Numune alınacak noktanın, tarlanın tamamını temsil etmesine özen gösteriniz.



3. Belirlenen noktadaki otları, kürekle veya elle iyice temizleyiniz.

- Yüzeydeki toprağı kazınamaya özen gösteriniz.



4. Numune alma silindirini hazırlayıp toprağa çakınız.

- Malzemelerin kullanımına özen gösteriniz.
- Silindiri toprağa çakarken dik olacak biçimde ayarlayınız.



5. Silindir dolduğu anda çakma işlemine son veriniz.

- Kontrolü dikkatli yapınız.



6. Silindirin etrafındaki toprağı spatül veya kürekle düzgünce açınız.

- Bu işlem sırasında silindir içerisindeki toprağa zarar vermemeye özen gösteriniz.



7. Silindiri alttan toprakla birlikte kaldırıp çıkarınız.

- Silindir içindeki toprağın dökülmemesine özen gösteriniz.



8. Silindirin üst ucundaki çakma kapağını ve alt ucundaki kesici ucu çıkarıp alt ve üst uçtaki toprağı tıraşlayarak düzeltiniz.

- Kapak ve uçlarını çıkarırken toprağın dağılmamasına ve düşmemesine özen gösteriniz.



9. Silindirin alt ve üst uçlarına plastik kapakları kapatınız.

- Kapakları kapatırken toprağın dağılmamasına dikkat ediniz.



10. Etiket bilgilerini doldurarak numuneleri laboratuvara gönderiniz.

- Etiket bilgilerini doğru ve eksiksiz yazınız.
- Numuneleri en kısa zamanda laboratuvara gönderiniz.
- Araç gereçleri temizleyiniz.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Aldığınız bozulmamış toprak numunesini hangi analizlerde kullanmak üzere laboratuvara gönderdiğinizizi aşağıdaki boşluğa yazınız.

[illegible]

4.2. TOPRAK NUMUNESİNİ ANALİZE HAZIRLAMA

Laboratuvara gelen bozulmuş toprak numunelerinin kontrolleri yapılarak sonuçlar kaydedilir. Daha sonra kurutma, ufalama/öğütme, eleme ve tartma işlemleri yapılarak numuneler analize hazır duruma getirilir. Bu işlemlerden sonra toprak numunesi ya analize alınır ya da uygun biçimde muhafaza edilir. Bozulmamış toprak numunelerine ise herhangi bir ön işlem yapılmaz, numuneler analize alınıncaya kadar buzdolabında muhafaza edilir.

4.2.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Toprak numunesini analize hazırlarken kullanılan araç gereçler şunlardır: kayıt defteri, elek, tepsi, kurşun kalem, havan/değirmen, etiket, torba/kap.

4.2.2. Toprak Numunesinin Analize Hazırlanması

Usulüne uygun olarak alınıp laboratuvara getirilen tüm toprak numuneleri, etiket bilgileri dikkate alınarak kayıt defterine işlenir. İçerisindeki taş, bitki artıkları ve diğer yabancı maddeler elle ayıklanır. Kesekler elle parçalanır ve kuruması için toprak numuneleri tepsilere yayılır.

Toprak numuneleri, oda sıcaklığında kurutulur veya 35-40 °C'yi aşmayan hava sirkülasyonlu kurutma dolaplarında kurutulabilir. Kurutma dolabında, kurutma işlemi hızlı olduğundan mikrobiyal etkinliklerdeki değişimler sınırlı kalmaktadır. Kurutma işleminden önce kesekler ufalanmalıdır. Böylece hem kurutma hızlandırılmış olur hem de büyük taneciklerin ayrışması kolaylaşır. Kurutma işlemi için toprak numunesi 1,5 cm'yi geçmeyecek bir kalınlıkta bez veya tepsilere serilir. Kullanılan bez veya tepsiler, toprak özelliğini etkilemeyecek yapı ve özellikte olmalıdır.



Görsel 4.9: Toprak numunesini eleme

Kurutma işleminden sonra, numunenin ufalanması işlemine geçilir. Toprak numuneleri, değirmende öğütülerek veya havanda dövülerek ufalanır. Bu sırada varsa içindeki bitki kökleri, taş vb. yabancı maddeler temizlenir. Öğütme işleminde kum ve çakıl tanelerinin kırılıp dağılmamalarına dikkat edilmelidir.

İyice ufalanmış olan toprak numunesi, Görsel 4.9'da gösterildiği gibi 2 mm delik açıklığına sahip elekten elenir. Elenen numune, uygun bir kaba aktarılır ve kap etiketlenir. Böylece toprak numunesi analize hazır duruma getirilmiş olur.

Laboratuvarda, toprak analizleri 5-10 g'lık örnekler üzerinde yapılır. Bu nedenle uygun duyarlılıkta teraziler kullanılmalıdır. Yapılacak analizler için aynı toprak örneğinden genellikle iki paralel çalışılır.

Kurutma, ufalama/öğütme ve eleme işlemleri tamamlanarak analize hazırlanan toprak numunesi, analize hemen alınmayacaksa toprağın özelliğini bozmayacak uygun kaplarda muhafaza edilir.



Not alınız...

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

TOPRAK NUMUNESİNİ ANALİZE HAZIRLAMA

Bu çalışmanın amacı toprak numunesini analize hazırlamaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak toprak numunesini analize hazırlamanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1’de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Gerekli araç gereçleri hazırlayınız.

- Malzemelerin temiz olmasına dikkat ediniz.
- Laboratuvar önlüğünüzü giyiniz.



2. Toprak numunesinin bilgilerini kayıt defterine kaydediniz.

- Etiketle yazan bilgileri dikkate alınız.



3. Toprak numunesini tepsilere aktarınız.

- Mikro besin elementi analizleri yapılacak numuneleri metal tepsilere koymayınız.



4. Numune içindeki yabancı maddeleri (bitki artıkları, taş vb.) temizleyiniz. Keskleri elle parçalayınız.

- Numunede yabancı madde kalmamasına özen gösteriniz.



5. Keskleri parçalanmış ve temizlenmiş numuneyi tepsiye yayınız.

- Tepsilere serilen toprağın kalınlığının 1,5 cm olmasına özen gösteriniz.



6. Numuneler hava kurusu hâline gelinceye kadar kurutma işlemi uygulayınız.

- Kurutma dolabı kullanılıyorsa 35-40 °C’nin altında kurutunuz.



7. Kurumuş numuneyi havanda eziniz veya değirmende öğütünüz.

- İşlemler sırasında dikkatli olunuz.



8. Numuneyi 2 mm'lik elekte eleyiniz. Elediğiniz numuneyi uygun bir kaba aktarınız ve kabı etiketleyiniz.

- Toprağın özelliklerini etkilemeyecek kap kullanınız.
- Etiketleri numaralandırınız.



9. Numuneyi analizler için uygun şekilde muhafaza ediniz.

- Numuneyi toprak özelliklerini etkilemeyecek ortamda muhafaza ediniz.
- Bozulmamış toprak numunesini bekletmeden buzdolabına koyunuz.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Numuneyi analize hazırlama aşamalarında kullandığınız aletleri ve kullanıldıkları aşamaları eşleştiriniz.

1) Havan-değirmen	a) Kayıt
2) Kayıt defteri	b) Muhafaza etme
3) Etiket	c) Eleme
4) Tepsi-kurutma dolabı	ç) Kurutma
5) 2 mm'lik elek	d) Ufalama-öğütme
	e) Etiketleme

4.3. TOPRAKTA SATÜRASYON MACUNU HAZIRLAMA

Toprak numunesinin, toplam absorbe ettiği su miktarını tespit etmek amacıyla satürasyon (doygunluk) macunu hazırlanır. Ayrıca toprakta elektriksel iletkenlik ve pH tayinleri yapılırken de satürasyon macunu kullanılır. Diğer yandan uygun koşullarda hazırlanan satürasyon macunundan o toprağın suyu tutma kapasitesine göre Tablo 4.2’de verildiği gibi bünye sınıfı belirlenir.

Analizin prensibi, toprak numunesini belirli kurallar içinde saf su ile doyurmak ve doygun duruma gelmiş toprağın su miktarını tayin etmektir. Satürasyon için gerekli toprak miktarı, yapılacak analizlere ve toprak bünyesine bağlıdır.

Tablo 4.2: Absorbe Edilen Toplam Su Miktarına Göre Bünye Sınıfları

Absorbe Edilen Toplam Su Miktarı	Bünye Sınıfı
<30 ml	Kumlu
31–50 ml	Tınlı
51–70 ml	Killi- tınlı
71–110 ml	Killi
>110 ml	Ağır killi

4.3.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Toprakta satürasyon macunu hazırlamada kullanılan araç gereç ve kimyasallar şunlardır: plastik veya porselen kap, spatül, büret veya ölçü silindiri, saf su.

4.3.2. Toprakta Satürasyon Macununun Hazırlanması (Suya Doygunluk Analizi)

Fırın kuru toprak ile çalışılacaksa öncelikle % nem miktarı bulunmalıdır. Hava kuru topraktan yeterli miktarda alınıp tartılarak etüvde 105 °C’de sabit tartıma gelinceye kadar (yaklaşık 24 saat) kurutulur. Desikatörde soğutulup tartımı yapılarak hava kuru toprağın içerdiği % nem miktarı bulunur. Daha sonra analize geçilir.



$$\text{Nem kaybı (g)} = \text{Hava kuru toprak ağırlığı (g)} - \text{Fırın kuru toprak ağırlığı (g)}$$

$$\% \text{ Nem} = \frac{\text{Nem kaybı (g)}}{\text{Fırın kuru toprak miktarı (g)}} \times 100$$

Analize hazırlanmış (kurutulup öğütülmüş ve 2 mm’lik elekten elenmiş) toprak numunesinden 100 g tartılır. Numune plastik veya porselen bir kaba aktarılır. Uygun bir bürete veya mezüre saf su konulur. Büret veya ölçü silindirinden toprak numunesine yavaş yavaş saf su ilave edilir. Bu sırada toprak, bir spatül veya bagetle karıştırılarak çamur (macun) hâline getirilir. Karıştırma sırasında toprak partikülleri ezilmelidir. Toprak numunesi ideal doygunluğa ulaşana kadar saf su ilavesine ve karıştırma işlemine devam edilir.

Hazırlanan satürasyon macununun ideal doygunluğa ulaşmış olduğunu anlamak için aşağıdaki noktalara dikkat edilmelidir:

- Hazırlanan çamur içinde herhangi bir kesek kalmamalı veya toprak toprakları olmamalıdır.
- Çamur yüzeyi parlak bir görünümde olmalı ve ışığı yansıtmalıdır.
- Kap yavaşça yere vurulduğunda çamur yüzeyi yavaş bir şekilde kendiliğinden düzleşmelidir.
- Kap yana yatırıldığında macun kıvamlı bir şekilde akmalıdır.
- Killi olmayan topraklardan hazırlanan çamurdan spatül ucuyla alındığında, çamur spatülden kütsel olarak hemen akmalı ve kalıntı bırakmamalıdır.
- Ortasından spatülle açıldığında kendiliğinden geri kapanmalıdır.

İdeal doygunluk sağlandıktan sonra su ilavesi ve karıştırma işlemi sonlandırılır ve harcanan saf su miktarı kaydedilir. Hazırlanan macun, ağzı kapaklı kaplara aktarılarak 1 saat beklemeye bırakılır. Süre sonunda satürasyon macunu kontrol edilir. Eğer çamurda katılaşma olmuşsa çamurun suyu çekilmişse veya parlaklıkta kaybolma meydana gelmişse ideal doygunluk sağlanana kadar su ilavesi yapılarak çamur karıştırılmalıdır. Çamur yüzeyinde su toplanıp göllenme olmuşsa toprak ilavesi yaparak yine ideal doygunluk koşulları sağlanmaya çalışılmalıdır. Aşağıdaki formüllerden uygun olanı kullanılarak hesaplama yapılır. Hava kuru toprakla doğrudan doygunluk analizi yapılmışsa toprak nemi %10 kabul edilir.



$$\% \text{ Satürasyon} = V + (\%10 \times V)$$

V: Harcanan saf su miktarı (ml)



Fırın kuru toprakla doygunluk analizi yapılmışsa

$$\% \text{ Satürasyon} = \frac{\text{İlave edilen su miktarı (ml)} \times (100 + \% \text{Nem})}{\text{Hava kuru toprak ağırlığı (g)}} + \% \text{Nem}$$



Not alınız...

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

TOPRAKTA SATÜRASYON
MACUNU HAZIRLAMA

Bu çalışmanın amacı toprakta satürasyon macunu hazırlamaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak satürasyon macunu hazırlamanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1’de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Laboratuvar önlüğünüzü giyiniz.
- Araç gereçleri hazırlayınız.



2. Bürete veya mezüre saf su doldurunuz.

- Uygun büret veya mezür seçiniz.



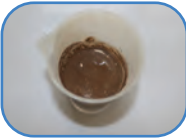
3. Analize hazırlanmış toprak numunesinden 100 g tartarak satürasyonu hazırlayacağınız kaba aktarınız.

- Tartım kurallarına uyunuz ve tartım yaparken özenli olunuz.



4. Büretten yavaş yavaş saf su ilave ederek toprağı bir spatül yardımı ile karıştırıp çamur (macun) hâline getiriniz.

- Saf su ilavesi yaparken sabırlı olunuz.
- Kabin içerisine gereğinden fazla su ilave etmeyiniz.
- Su ilavesi sırasında kap içerisindeki toprağı sürekli olarak karıştırınız.
- Kabin kenarlarına çamur bulaştırmamaya ve çamuru dışarıya sıçratmamaya özen gösteriniz.



5. İdeal doygunluk şartları elde edilince su ilavesine son veriniz. Hazırladığınız çamuru (macun) 1 saat beklemeye alınız.

- En az 1 saat bekledikten sonra çamuru tekrar kontrol ediniz.
- İdeal doygunluk şartlarını dikkate alarak çamuru kontrol ediniz.



6. Süre sonunda satürasyon kontrolü yapıp gerekirse su veya toprak ilave ederek ideal doygunluk şartlarını sağlayınız.

- Çamuru spatülle karıştırıp ideal doygunluk şartlarının bozulup bozulmadığını kontrol ediniz.
- Harcanan su miktarını kaydediniz.

7. Gerekli hesaplamaları yapınız.

- Analiz sonrası işlemleri yapınız.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Hazırladığınız satürasyon macununu 1 saat sonra kontrol ettiğinizde neler gözlemlediniz?

This image shows a full page of white paper with horizontal dotted lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, providing a guide for handwriting practice. There are no margins, text, or other markings on the page.



Not alınız...

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıda verilen boşlukları doğru ifade ile doldurunuz.

1. Yeryüzünü ince bir tabaka hâlinde kaplayan, kayaların ve organik maddelerin ayrışma ürünlerinden oluşan doğal yapıya denir.
2. Bir toprağın yüzey kısmından ana materyale kadar olan dikey kesiti olarak tanımlanmaktadır.
3. Arazinin farklı yerlerinden alınan çok sayıdaki alt numunelerin karıştırılmasıyla elde edilen numuneye denir.

B) Aşağıdaki soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi toprağın bileşimi içerisinde yer almaz?
A) Mineral madde
B) Topoğrafya
C) Su
D) Hava
E) Canlılar
2. Toprak horizonları arasında birikme horizonu olarak da isimlendirilen katman hangisidir?
A) O horizonu
B) A horizonu
C) B horizonu
D) C horizonu
E) R (Ana kaya)
3. Tek yıllık bitkiler için toprak numunesinin alınmasında en uygun derinlik ne kadardır?
A) 20 cm - 25 cm
B) 13 cm - 15 cm
C) 8 cm - 10 cm
D) 3 cm - 5 cm
E) 18 cm - 20 cm

C) Aşağıda verilen soruları yanıtlayınız.

1. Laboratuvara getirilen toprak numunesini analize hazırlama basamaklarını yazınız.
2. Toprakta niçin satürasyon macunu hazırlanır?



TOPRAKTA FİZİKSEL ANALİZLER

KONULAR

- 5.1. TOPRAKTA BÜNYE TAYİNİ
- 5.2. TOPRAKTA ÖZGÜL AĞIRLIK TAYİNİ
- 5.3. TOPRAKTA HACİM AĞIRLIĞI TAYİNİ
- 5.4. TOPRAKTA NEM TAYİNİ
- 5.5. TOPRAKTA TARLA KAPASİTESİ TAYİNİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Bouyoucos hidrometre yöntemiyle toprakta bünye tayinini
- Piknometre tekniğine uygun olarak toprakta özgül ağırlık tayinini
- Silindir metoduna göre toprakta hacim ağırlığı tayinini
- Fırında kurutma yöntemiyle toprakta nem tayinini
- 1/3 atm nem yüzdesi yöntemiyle toprakta tarla kapasitesi tayinini

TEMEL KAVRAMLAR

- Toprak bünyesi
- Fraksiyon
- Hidrometr
- Sedimentasyon
- Özgül ağırlık
- Hacim ağırlık
- Porozite
- Adezyon
- Kohezyon
- Solma noktası
- Tarla kapasitesi

HAZIRLIK ZAMANI

1. Okulunuzun veya evinizin bahçesinden aldığınız bir miktar toprak örneğini incelediğinizde toprak taneleri arasında çok küçük boşluklar olduğunu görürsünüz. Sizce bu boşlukların toprağa ve yetiştirilen bitkiye faydası nedir?
2. Çevrenizde bulunan toprak analiz laboratuvarlarına giderek burada hangi analizlerin yapıldığı hakkında bilgi edininiz.



5.1. TOPRAKTA BÜNYE TAYİNİ

Toprak tekstürü (bünye), toprak içerisinde bulunan çeşitli büyüklükteki mineral tane gruplarının dağılışı durumu ve oranları olarak tanımlanır. Bünye, toprağın en belirgin ve kolay değişmeyen fiziksel özelliği olup toprak üzerinde çeşitli etkileri bulunur:

- Su tutma kapasitesi
- Havalanması
- Su geçirgenliği
- Tav durumu
- Isınma ısısı
- Şişme büzülme özelliği (plastiklik)
- Bitki besin maddeleri miktarı
- Katyon değişim kapasitesi, tamponlama kapasitesi özellikleri üzerinde etkilidir.

Toprak tanelerinin yalnızca parçacık büyüklüklerine göre gruplandırılmasına **toprak fraksiyonu** denir. Toprak taneleri; büyüklüklerine göre kum, silt (mil) ve kil olmak üzere üç temel fraksiyona ayrılır. Ülkemizde toprağın bünye sınıflaması, Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından da kullanılan Amerika Birleşik Devletleri (ABD) sistemine göre yapılmaktadır (Tablo 5.1).

Tablo 5.1: ABD Sistemine Göre Toprağın Bünye Sınıflaması

Tane Çap Büyüklüğü (mm)	Fraksiyon Adı
2,0-0,5 mm	Kaba kum
0,5 – 0,05	İnce kum
0,05 – 0,002	Silt (mil)
<0,002	Kil

Toprak fraksiyonları, toprağın fiziksel özelliklerini ve bitki gelişimini yönlendiren birtakım özelliklere sahiptir.

Kum Fraksiyonu: Genel olarak çapları 0,05-2 mm arasında olan toprak tanelerini oluşturur. Kum taneleri, mil ve kile göre daha büyük parçacıklar olduklarından yüzey alanı toplamı küçüktür. Kimyasal ve fiziksel aktiviteleri oldukça düşüktür. Ancak kum taneleri, düzensiz şekilleri ve bir arada bulunduklarında aralarında kalan boşluklarıyla toprağa iyi havalanma ve suyu iyi iletme özelliği kazandırır.

Silt (Mil) Fraksiyonu: Toprak taneciklerinden, çapları 0,002-0,05 mm arasında olanlara denir. Mil taneleri orta irilikte olup düşük yüzey alanına sahiptir. Ancak yüzeylerinde bir miktar elektriksel yük taşıdıklarından bitkilere belirli ölçüde besin maddesi sağlayabilirler.

Kil Fraksiyonu: Çapları 0,002 mm'den daha küçük parçacıklardan oluşan toprağın en ince kısmıdır. Kil taneleri, büyüklük bakımından en küçük fakat yüzey alanı bakımından en büyük toprak taneleridir. Katyon ve su tutma kapasiteleri oldukça yüksek olduğundan toprağın en aktif mineral fraksiyonunu oluşturur. Dolayısıyla bitki gelişimde oldukça önemli bir etkiye sahiptir.

Toprağı oluşturan ve çapları 2 mm'den büyük olan taş ve çakıllar toprağın **iskelet kısmı** olarak ifade edilir. 2 mm ve daha küçük olan kısımlarına da **esas toprak kısmı** denilir. Toprağın iskelet kısmı genellikle toprak bünyesine dâhil edilmez. Esas toprak olarak ifade edilen kısım; toprağın birçok fiziksel ve kimyasal özelliğini etkilediği için tarımsal açıdan önemlidir. Bu nedenle toprak numuneleri 2 mm'lik elekten geçirilir ve analizlerde esas toprak kısmı kullanılır.

5.1.1. Toprak Bünyesinin Belirlenmesi

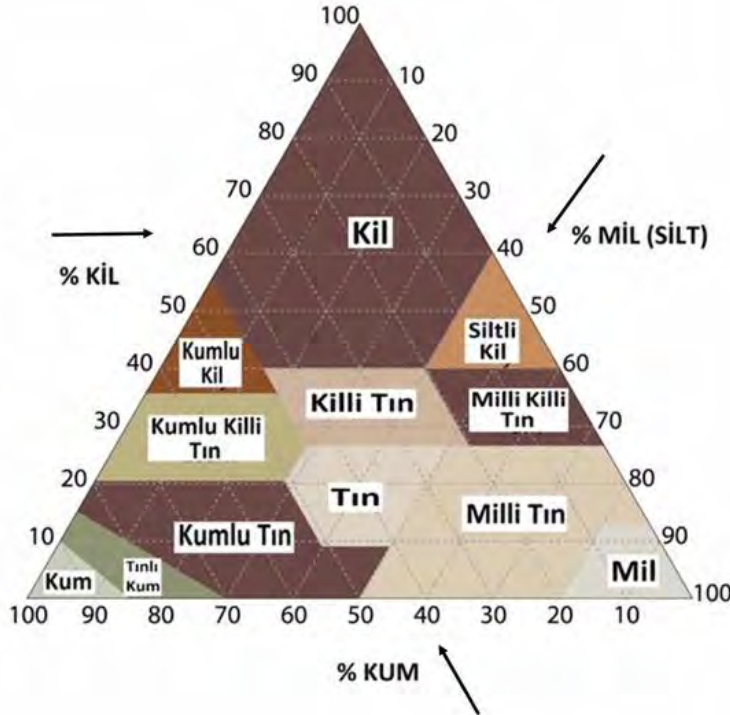
Toprak, farklı büyüklükteki tanelerin belli oranlarda bir araya gelmesiyle oluşur. Bu durum toprağın "tekstür sınıfı" ya da "toprağın bünye ismi" olarak ifade edilir. Tekstür sınıfları kum, silt ve kil olmak üzere üç ana grupta toplanır. Alt gruplarla birlikte toplam 12 ayrı tekstür sınıfı vardır.

Tekstür sınıfı; topraktaki kum, mil (silt) ve kil fraksiyonlarına ait oranların Görsel 5.1'de verilen tekstür üçgeninde işaretlenmesiyle belirlenir. Tekstür üçgeni; eşkenar bir üçgen olup her bir kenarı kum, silt ve kil fraksiyonlarını simgelemek amacıyla 100 eşit parçaya bölünmüştür.

Toprağı oluşturan fraksiyonların yüzde oranları belirlendikten sonra aşağıdaki adımlar izlenerek üçgen üzerinde toprağın tekstür sınıfı belirlenir:

1. Kum içeriği değeri, üçgen üzerindeki kum kenarı üzerinde işaretlenir ve o noktadan kum köşesinin karşısındaki kenara Görsel 5.1’de gösterilen yönde bir paralel çizilir.
2. Silt içeriği değeri, üçgen üzerindeki silt kenarı üzerinde işaretlenir ve o noktadan silt köşesinin karşısındaki kenara Görsel 5.1’de gösterilen yönde bir paralel çizilir.
3. Kil içeriği değeri, üçgen üzerindeki kil kenarı üzerinde işaretlenir ve o noktadan kil köşesinin karşısındaki kenara Görsel 5.1’de gösterilen yönde bir paralel çizilir.
4. Çizilen bu üç doğrunun kesiştiği noktanın içine düştüğü sınıf o toprağın tekstür sınıfıdır.

Örneğin %20 kum, %20 mil ve %60 kil içeren bir toprağın bünyesi “kil” olacaktır.



Görsel 5.1: Tekstür üçgeni

Toprak tekstürü; arazide elle muayene şeklinde, laboratuvarda ise Bouyoucos (boyukos) metoduna göre yapılır. Elle muayenede; toprak örneği bir miktar suyla macun hâline getirilir. Hazırlanan macun başparmak ve işaret parmağı arasında sıkılır. Parmaklar arasında verdiği hisse göre toprağın tekstür sınıfıyla ilgili değerlendirme yapılır. Kumlu topraklar pürüzlülük, siltli topraklar kadifemsi bir yumuşaklık ve killi topraklar yağlı bir kayganlık hissi verir. Bu yöntemin sonuçları kişinin tecrübesiyle ilgili olduğundan güvenilirliği düşüktür.

5.1.2. Bouyoucos Metoduyla Toprakta Bünye Tayini

Toprağı oluşturan parçacıkların miktarının belirlenebilmesi için öncelikle parçacıkların ayrılması gerekir. Toprak kümeciklerinin dağıtılarak kum, kil ve siltin tek zerreler hâline getirilmesi işlemine **toprak numunesinin dispersiyonu** denilmektedir. Mekanik analizlerle bünye tayininde önce sulu ortamda toprak numunesinin dispersiyonu sağlanır. İyi bir dispersiyon sağlamak için toprak içindeki kireç, jips, organik madde gibi kümeleştirici özelliğe sahip maddeler ortamdan uzaklaştırılmalıdır.

“Bouyoucos metodu”, Stokes (sıtoks) Kanunu’na dayanmaktadır. Bu Kanun’a göre; bir sıvı içerisinde katı tanelerin çökme hızları tanelerin büyüklüğüne, yoğunluğuna ve şekline bağlı olarak değişir. Sıvı olarak suyun alındığı ortamda eşit yoğunluk ve benzer şekilli tanelerden büyük çaplı olanlar küçük çaplı olanlardan daha önce çökelirler.

“Bouyoucos hidrometre metodu”, toprak-su süspansiyonu oluşturularak bazı fiziksel ve kimyasal işlemlerden sonra süspansiyondaki taneciklerin miktarının g/l olarak ölçülmesi esasına dayanır. Bu yöntem çok sayıda numunenin analizinin kısa sürede yapılması amacıyla uygulanır.

5.1.2.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Bouyoucos metoduna göre toprakta bünye tayininde kullanılan araç gereç ve kimyasallar şunlardır: hassas terazi, etüv, mikser, Bouyoucos hidrometresi, termometre, sedimentasyon silindiri, karıştırıcı çubuk, beher, kronometre, ısıtıcı tabla, saf su, %30'luk hidrojen peroksit (H_2O_2).

Sodyum Hekzametafosfat/Kalgon [$(NaPO_3)_6$] Çözeltisi (%10): Sodyum hekzametafosfattan 100 g tartılarak içerisinde 400-500 ml saf su bulunan litrelik balon jojeye aktarılıp çözülmesi sağlanır. Balon joje saf su ile hacme tamamlanır.

Bouyoucos Hidrometresi: Sıvı hâldeki maddelerin özgül ağırlığını ölçmeye yarayan alete **hidrometre** denir. Bouyoucos hidrometre, GJ Bouyoucos tarafından geliştirilen ve toprakların özgül ağırlığını ölçmede kullanılan içi boş bir cam tüp ve cam tüpün alt kısmında içinde ağırlık bulunan kısımdan oluşur. Cam tüpün boru şeklindeki üst kısmı derecelere bölünmüştür.

Sedimentasyon Silindiri: Bouyoucos hidrometre ile toprakların bünye analizinde kullanılan, 71 mm çapında, 458 mm yüksekliğinde, üzerinde 1000–1130–1205 ml taksimatları bulunan çökelme silindiridir.

5.1.2.2. Bouyoucos Metoduyla Toprakta Bünye Tayininin Yapılışı

2 mm'lik elekten elenen killi topraktan 25 g, tınlı topraktan 50 g, kumlu topraktan ise 100 g örnek alınarak 600 ml'lik behere konur. Üzerine 150-200 ml saf su, 10 ml %30'luk H_2O_2 çözeltisi ve 5 ml %10'luk kalgon (sodyum hekzametafosfat) çözeltisinden ilave edilir (Burada H_2O_2 çözeltisi organik maddeleri yakmak için, kalgon çözeltisi ise toprak taneciklerini dispers etmek için kullanılmaktadır). Sonra beher, ısıtıcı tabla üzerinde birkaç dakika taşımadan kaynatılır. Karışım 1 gün bekletildikten sonra miksere alınarak 10 dakika karıştırılır. Mikser kabındaki süspansiyon sedimentasyon silindirine alınır. 50 g toprak örneği tartıldıysa karışım saf su ile 1130 çizgisine, 100 g toprak örneği tartıldıysa 1205 çizgisine tamamlanır. Daha sonra karıştırıcı çubukla düşey doğrultuda 20 kez karıştırılır. Karıştırıcı çıkarılınca hemen kronometre çalıştırılarak 20. saniyede hidrometre silindire daldırılır. 20 saniye daha beklenerek 40. saniyede hidrometre okuması ve termometre ile de süspansiyonun sıcaklık okuması yapılır. Kum tanecikleri daha büyük olduklarından 40 saniyede hemen tabana çöker, silt ile kil daha küçük olduklarından süspansiyonda asılı kalır. İki saat içerisinde silt de tabana çöker ve kil asılı kalır. İlk okumadan iki saat sonra 2. saat hidrometre okuması yapılır ve termometre ile yine sıcaklık ölçülür.

Hidrometre okumalarında sıcaklık düzeltmesi yapılmalıdır. Bunun için toprak-su karışımının sıcaklığı $20^\circ C$ 'den fazla ise fazlalık miktarı 0,3 ile çarpılarak bulunan değer hidrometre okumasına eklenir. Karışım sıcaklığı $20^\circ C$ 'den az ise azlık miktarı yine 0,3 ile çarpılarak bulunan değer hidrometre okumasından çıkarılır.

Toprağın fırın kurusu ağırlığını tespit etmek için hava kurusu toprak alınıp darası bilinen kap içerisinde tartıldıktan sonra sıcaklığı $105^\circ C$ 'ye ayarlanmış etüvde 24 saat tutulur. Desikatörde soğutulur ve tartılır. Elde edilen ağırlık fırın kurusu toprak ağırlığıdır.

Aşağıda verilen formüllerle toprağın % kil, silt ve kum miktarı hesaplanır ve tekstür üçgeninden toprağın bünye sınıfı tespit edilir.

$$\% \text{ Kil} + \% \text{ Silt} = \frac{\text{Düzeltilmiş 40. saniyedeki hidrometre okuması}}{\text{Fırın kurusu toprak ağırlığı (g)}} \times 100$$

$$\% \text{ Kil} = \frac{\text{Düzeltilmiş 2. saat hidrometre okuması}}{\text{Fırın kurusu toprak ağırlığı (g)}} \times 100$$

$$\% \text{ Silt} = (\% \text{ Kil} + \% \text{ Silt}) - \% \text{ Kil}$$

$$\% \text{ Kum} = 100 - (\% \text{ Kil} + \% \text{ Silt})$$

Örnek Soru: Bouyoucos hidrometresi ile yapılan bünye analizinde 40. saniye hidrometre okuması 38,5 ve sıcaklık 20,1 °C'dir. İkinci saat hidrometre okuması ise 25,8 ve sıcaklık 25,0 °C'dir. Numunenin fırın kurusu ağırlığı 48,6 g olarak tespit edildiğine göre toprağın % kil, silt ve kum miktarını bulunuz ve tekstür üçgenini kullanarak toprağın bünye sınıfını belirleyiniz.

Çözüm:

Düzeltilmiş 40. sn. hidrometre okuması = $((20,1-20) \times 0,3) + 38,5 = 38,53$

Düzeltilmiş 2. saat hidrometre okuması = $((25,0-20) \times 0,3) + 25,8 = 27,3$

$$\%Kil + \%Silt = \frac{38,53}{48,6} \times 100$$

$$\%Kil + \%Silt = 79,28$$

$$\%Kil = \frac{27,3}{48,6} \times 100$$

$$\%Kil = 56,17$$

$$\%Silt = 79,28 - 56,17 = 22,11$$

$$\%Kum = 100 - 79,28 = 20,72$$

Veriler tekstür üçgeninde yerine yerleştirildiğinde toprağın bünye sınıfı "**kil**" olarak tespit edilir.



Not alınız...

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

TOPRAKTA BÜNYE TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı toprakta bünye tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak toprakta bünye tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1'de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI

**1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.**

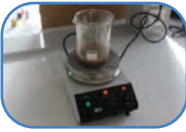
- Kullanılacak malzemelerin temiz ve kuru olmasına dikkat ediniz.

**2. Hava kuru topraktan 50 g numune alarak 600 ml'lik behere koyunuz.**

- Tartımı dikkatli yapınız.

**3. Numune üzerine 150 ml saf su, 10 ml %30'luk H_2O_2 çözeltisi ve 5 ml %10'luk kalgon çözeltisinden ilave ediniz.**

- Toprak numunesi çok kireçli ise 1 N HCl çözeltisi ilave ediniz.

**4. Beherdeki numuneyi ısıtıcı tabla üzerinde birkaç dakika kaynatınız. Daha sonra karışımı 1 gün bekletiniz.**

- Kaynatma işlemini yaparken taşdırmamaya özen gösteriniz.

**5. Numuneyi miksere alarak 10 dakika karıştırınız.**

- Karıştırma işlemini yaparken numunenin sıçramasına dikkat ediniz.

**6. Mikser kabındaki süspansiyonu bouyoucos silindrine boşaltınız ve saf suyla 1130 çizgisine tamamlayınız.**

- Mikser kabında kalıntı kalmadığından emin olunuz.

**7. Karıştırıcı çubuğu silindire daldırarak süspansiyonu düşey doğrultuda 20 kez karıştırınız.**

- Karıştırma sonunda silindirin dibinde hiç çökelti kalmamasına dikkat ediniz.

5.2. TOPRAKTA ÖZGÜL AĞIRLIK TAYİNİ

Toprağın birim hacimdeki katı parçacıklarının ağırlığına o **toprağın özgül ağırlığı** veya **tane yoğunluğu** denir. Özgül ağırlık, g/cm^3 olarak ifade edilmektedir. Genel olarak toprakların özgül ağırlık değeri $2,60\text{--}2,70 \text{ g/cm}^3$ arasındadır. Özgül ağırlık değerleri, analiz edilen topraklar için ortalama değerlerdir ve tek başlarına toprağın fiziksel özellikleri açısından bir anlam taşımaz.

Toprağın özgül ağırlığında sadece toprak parçacıklarının ağırlığı ve kapladıkları hacim dikkate alındığından özgül ağırlık değişebilen bir özellik değildir. Ancak toprakların özgül ağırlığı, o toprağın içerdiği organik madde miktarına bağlı olarak değişiklik gösterir. Toprak içindeki organik madde miktarı arttıkça toprağın özgül ağırlığı azalır.

Özgül ağırlık tayini, farklı yöntemlerle yapılabilmeyle birlikte genellikle “piknometre metodu” sıklıkla kullanılmaktadır. Piknometre yönteminin prensibi; belirli bir hacimde porlar (boşluklar) içindeki havası alınmış kuru toprağın eşit hacimdeki ve $+4 \text{ }^\circ\text{C}$ 'deki suyun ağırlığına oranlanması esasına dayanır.

5.2.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Piknometre ile özgül ağırlık tayininde kullanılan araç gereç ve kimyasallar şunlardır: piknometre şişesi, vakum pompası, termometre, hassas terazi, desikatör, etüv, kurutma kabı (alüminyum), karbondioksitsiz saf su.

Karbondioksitsiz Saf Su: Saf su kaynatılıp soğutulurak oda sıcaklığına getirilir ve ağzı kapaklı bir cam kavanoza konulur.

5.2.2. Piknometreyle Toprakta Özgül Ağırlık Tayininin Yapılışı

2 mm'lik elekten elenmiş hava kurusu toprak numunesinden 35-40 g alınır. Etüvde $105 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de bir gece bekletilip desikatörde soğutulur. Böylece numune fırın kurusu duruma getirilmiş olur. Temiz ve kuru bir piknometre şişesi, kapağıyla birlikte terazide tartılır ve ağırlığı (W_1) kaydedilir. Etüv kurusu toprak örneğinden 10-25 g alınarak piknometre şişesinin içerisine boşaltılır. İçerisinde toprak numunesi bulunan şişe kapağıyla birlikte tekrar tartılır (W_2) ve tartım kaydedilir.

İçerisinde toprak örneği bulunan piknometre şişesi, yaklaşık yarısına kadar karbondioksitsiz saf su ile doldurulur. Kapağı açık olarak su banyosunda kaynatılır. Tanelerin tümü ıslanıncaya ve piknometre içerisinde suda hapsedilmiş hava kalmayıncaya kadar kaynatılır. Daha sonra oda sıcaklığına kadar soğutulur. Kaynatma işlemiyle toprak boşlukları içerisindeki havanın uzaklaştırılması ve suda yüzer hâlde bulunan organik maddelerin dibe çökmesi amaçlanmaktadır.

Soğuyan piknometre şişesi karbondioksitsiz saf su ile dikkatlice çizgisine kadar doldurulur. Kılcal borulu kapağı kapatılarak suyun bu kılcal boruda yükselmesi sağlanmalıdır. Üst kısımda oluşan köpük ve hava kabarcıkları alınır, piknometrenin cidarına yapışan malzeme piset kullanılarak iyice yıkanır ve kurutma kâğıdı ile kurulanıp temizlenir. Daha sonra su ve numune ile dolu olan piknometrenin kapağı dikkatlice kapatılır. Kurutma kâğıdı ile piknometrenin dış kısmı kurutulur ve tartılır (W_3). Daha sonra piknometre şişesi içindeki su ve toprak boşaltılır. Önce musluk suyu sonra da saf su ile iyice temizlenen piknometre şişesi karbondioksitsiz saf su ile ağızına kadar doldurulur. Kılcal borulu kapağı kapatılarak suyun kılcal boruda yükselmesi sağlanır. Dış yüzeyi kurutma kâğıdıyla kurulanıp tartılır (W_4).

Piknometreyle tartımların yapılışı sırasıyla Görsel 5.2'de gösterilmiştir.



Görsel 5.2: Piknometrenin kullanımı

Tüm işlemler tamamlandıktan sonra aşağıdaki formül yardımıyla toprağın özgül ağırlığı hesaplanır.



$$\text{Özgül ağırlık} = \frac{d_w \times (W_2 - W_1)}{(W_2 - W_1) - (W_3 - W_4)}$$

W_1 : Boş piknometrenin ağırlığı (g)

W_2 : Piknometre + etüv kurusu toprak örneğinin ağırlığı (g)

W_3 : Piknometre + toprak + saf su ağırlığı (g)

W_4 : Saf su ile dolu piknometrenin ağırlığı (g)

d_w : Suyun +4 °C'deki özgül ağırlığı 1 g/cm³ alınacaktır.

Örnek Soru: Piknometre ile yapılan bir özgül ağırlık tayininde, boş piknometre ağırlığı (W_1) 65,50 g, piknometre + toprak numunesi ağırlığı (W_2) 120,00 g, piknometre + toprak + saf su ağırlığı (W_3) 202,30 g ve saf su ile dolu piknometre ağırlığı (W_4) 170,10 g olarak ölçülmüştür. Bu toprağın özgül ağırlığını bulunuz.

Çözüm:

W_1 : 65,50 g

W_2 : 120,00 g

W_3 : 202,30 g

W_4 : 170,10 g

d_w : Suyun +4 °C'deki özgül ağırlığı 1 g/cm³

$$\text{Özgül ağırlık} = \frac{d_w \times (W_2 - W_1)}{(W_2 - W_1) - (W_3 - W_4)}$$

$$\text{Özgül ağırlık} = \frac{1 \times (120,00 - 65,50)}{(120,00 - 65,50) - (202,30 - 170,10)}$$

$$\text{Özgül ağırlık} = \frac{54,50}{(54,50) - (32,20)} = \frac{54,50}{22,30}$$

$$\text{Özgül ağırlık} = 2,44 \text{ g/cm}^3$$

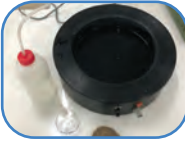
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

TOPRAKTA ÖZGÜL AĞIRLIK TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı toprakta özgül ağırlık tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak toprakta özgül ağırlık tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1'de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



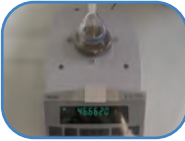
1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Malzemelerin temiz olmasına dikkat ediniz.



2. Karbondioksitsiz saf su ve analiz için etüv kurusu toprak (35-40 g) hazırlayınız.

- İşlemleri yaparken dikkatli olunuz ve kurallara uygun davranınız.
- Etüvde 105 °C'de bir gece bekletilip fırın kuru duruma getiriniz ve desikatörde soğutunuz.

3. Boş, temiz ve kuru bir piknometre şişesini kapağı ile birlikte terazide tartınız ve ağırlığı (W_1) kaydediniz.

- Tartım kurallarına uyunuz.

4. Piknometre şişesinin içerisine etüv kurusu topraktan 10-25 g koyunuz. İçerisinde toprak numunesi bulunan şişeyi kapağı ile birlikte tekrar tartınız (W_2) ve tartımı kaydediniz.

- Toprak örneğini dikkatli bir şekilde piknometre şişesine boşaltınız.



5. İçerisinde toprak örneği bulunan piknometre şişesini yaklaşık yarısına kadar kaynatılmış soğutulmuş saf su ile doldurunuz ve kapağı açık olarak su banyosunda kaynatınız.

- Tanelerin tümü ıslanıncaya ve piknometre içerisinde suda hapsolmuş hava kalmayıncaya kadar kaynatma işlemine devam ediniz.
- Daha sonra oda sıcaklığına kadar soğutunuz.



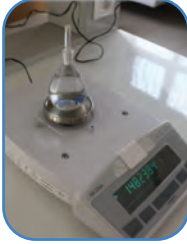
6. Soğuyan piknometre şişesini, kaynatılmış soğutulmuş saf su ile dikkatlice çizgisine kadar doldurunuz.

- Kılcal borulu kapağı kapatıp suyun kılcal boruda yükselmesini sağlayınız.
- Üst kısımda oluşan köpük ve hava kabarcıklarını alınız, piknometre cidarına yapışan malzemeleri piset kullanarak iyice yıkayıp kurulayınız.



7. Su ve numune ile dolu olan piknometrenin kapağını kapatıp tartınız (W_3). Tartımı kaydediniz.

- Tartımdan önce kurutma kâğıdı ile piknometrenin dış kısmını kurutunuz.



8. Piknometre şişesi içindeki su ve toprağı boşaltınız. İyice temizlenen piknometre şişesini kaynatılmış soğutulmuş saf su ile ağzına kadar doldurunuz. Kapağını kapatarak tekrar tartıp (W_4) tartımı kaydediniz.

- Piknometre şişesini önce musluk suyu sonra da saf su ile iyice temizleyiniz.
- Saf su ile doldururken kılcal borulu kapağı kapatıp suyun kılcal boruda yükselmesini sağlayınız.
- Tartım öncesi piknometre şişesinin dış yüzeyini kurutma kâğıdıyla temizleyiniz.

9. Formülü kullanarak gerekli hesaplamaları yapınız.

- Hesaplamalarda hata yapmamaya özen gösteriniz.
- Arkadaşlarınızla yardımlaşarak laboratuvarın ve malzemelerin temizliğini yapınız.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

1. Yaptığınız uygulamada size en ilginç gelen aşama hangisi oldu? Neden?

This image shows a full page of white paper with horizontal dotted lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, providing a guide for handwriting or typing. There are no margins, text, or other markings on the page.

2. Yaptığınız uygulamada tek başınıza yapmakta zorlandığınız ve grup hâlinde yaptığınız aşamalar hangileri oldu? Neden?

[illegible]

5.3. TOPRAKTA HACİM AĞIRLIĞI TAYİNİ

Birim hacimdeki toprağın ağırlığına o **toprağın hacim ağırlığı** denir. Burada toprak kütesinin kapladığı hacme toprak parçacıkları arasındaki boşlukların hacmi de dâhildir. Bu nedenle toplam porozite (gözeneklilik) arttıkça toprağın hacim ağırlığı azalır. Yüksek hacim ağırlığı, toprakta sıkışma olduğunu gösterir. Toprak sınıfına göre hacim ağırlığı değerleri Tablo 5.2’de verilmiştir.

Toprağın hacim ağırlığının bilinmesi, toprak porozitesinin bulunması ve toprakta bulunan suyun yüzde hacim olarak hesaplanmasında önem taşır. Toprakların organik madde içeriği, toprağın alt katmanındaki sıkışma oranı, strüktür oluşumu ve agregatlaşma toprakların hacim ağırlığı üzerine etkili olan başlıca faktörlerdir.

Tablo 5.2: Toprakların Hacim Ağırlık Değerleri

Toprak Sınıfı	Hacim Ağırlık Değeri (g/cm ³)
Kumlu	1,60 – 1,80
Killi	1,15 – 1,35
Tınlı	1,40 – 1,45

Toprağın hacim ağırlığı; bozulmuş toprak örneklerinde, bozulmamış toprak örneklerinde ve tarla koşullarında analiz edilebilir. Hacim ağırlık tayininde bulunan sonuç g/cm³ veya kg/m³ birimleriyle ifade edilir. Bozulmuş veya bozulmamış toprakların hacim ağırlıkları, farklı yöntemlerle belirlenebilmektedir. Bunlardan bazıları “çukur açma, kesek metodu, sıkıştırma ve silindir metodu” olarak sıralanabilir.

Çukur Açma Metodu: Tarla koşullarında, toprak üzerinde yaklaşık 12 cm çapında ve 12 cm derinliğinde çukur açılır. Çukurdan alınan örnek, etüvde 105 °C’de kurutulur tartılır. Açılan çukurun hacmi hesaplanır. Toprağın etüv kuru ağırlığı, açılan çukurun hacmine bölünerek hacim ağırlığı bulunur.

Kesek Metodu: Bozulmamış keseklerden 10-100 g ağırlığında olacak şekilde yeteri kadar (3-4 tane) alınır. Kesekler oda şartlarında kurutulup tartılarak ağırlıkları belirlenir. Daha sonra keseklerin yüzeyi su geçirmeyecek şekilde parafinle iyice kaplanır. Parafinle kaplanmış kesekler tartılıp ağırlıkları kaydedilir. Bundan sonra belirli hacimde su ile dolu ölçü silindiri kullanılarak parafin kaplı keseklerin hacmi bulunur. Elde edilen verilerle o toprağın hacim ağırlığı hesaplanır.

Sıkıştırma (Tık Tık) Metodu: Bu yöntemle bozulmuş toprak numunesinin hacim ağırlığı hesaplanır. 2 mm’lik elekten elenmiş toprak numunesi 100 cm³ hacme sahip piring kaba doldurulur. Tık tık aleti ile toprak sıkıştırılır. Sıkıştırılan toprak etüvde 105 °C’de bir gece kurutulur. Daha sonra desikatörde soğutulup tartılır. Bulunan etüv kuru toprak ağırlığı 100’e bölünerek o toprağın hacim ağırlığı bulunur.

5.3.1. Silindir Metoduyla Toprağın Hacim Ağırlığı Tayini

Toprağın doğal yapısı bozulmadan silindire alınan numunenin etüvde kurutulup ağırlığının bulunarak hacme bölünmesi, metodun prensibini oluşturmaktadır. Bu yöntem hacim ağırlığı tayininde en yaygın kullanılan yöntemdir.

5.3.1.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Silindir metodu ile toprağın hacim ağırlığı tayininde kullanılan araç gereç ve kimyasallar şunlardır: numune alma silindiri, hassas terazi, etüv, maşa, desikatör, hesap makinesi.

5.3.1.2. Silindir Metoduyla Toprakta Hacim Ağırlığı Tayininin Yapılışı

Numune alma silindirinin (100 cm³) uçlarına çelik kesiciler yerleştirilerek silindir, tayin için hazır duruma getirilir. Örnek alınacak yerin üst yüzeyi temizlenir. Silindir, keskin bıçaklı tarafı toprak yüzeyinde olacak şekilde yerleştirilir. Silindirin toprağa ilk batışı için silindirin üzerine ayakla hafifçe bastırılıp silindirin toprağa 2-3 cm batması sağlanır. Çakma borusu yardımıyla hacim ağırlık kabı, Görsel 5.3’te gösterildiği gibi toprak içerisine gömülür. Hacim ağırlık kabı, bir defada ve çok derine çakılmamalıdır. Çakma işlemi yavaş yavaş yapılmalıdır. Aksi hâlde sıkışan toprağın doğal yapısı bozulabilir. Toprağa tamamen gömülen silindir, bel kullanılarak üstündeki ve altındaki toprakla beraber çıkartılır. Fazla topraklar bir spatül yardımıyla dikkatli ve özenlice temizlenerek silindirin kapakları kapatılır ve silindir laboratuvara getirilir.



Görsel 5.3: Bozulmamış toprak numunesi alma

Laboratuvara gelen bozulmamış toprak numunesinin bulunduğu hacim ağırlık kabı, bir kapağı açılarak etüve yerleştirilir. 105 °C'ye ayarlanan etüvde 24 saat kuruması sağlanır. Süre sonunda etüvden alınan kaplar, kapakları kapatılarak desikatöre konulup soğutulur. Soğutma işleminden sonra numune, kapla birlikte hassas terazide tartılır. Toprak numunesi kap içerisinden boşaltılarak kap ağırlığı belirlenir. Daha sonra aşağıdaki formül yardımıyla toprağın hacim ağırlığı hesaplanır.



$$\text{Hacim ağırlığı (g/cm}^3\text{)} = \frac{\text{Etüv kuru toprak ağırlığı (g)}}{\text{Silindir hacmi (cm}^3\text{)}}$$

Örnek Soru: Usulüne uygun olarak 100 cm³lük silindirle alınan bozulmamış toprak örneği, laboratuvara getirilerek etüvde 105 °C'de kurutulup soğutulduktan sonra tartılmıştır. Hacim ağırlık kabı + kuru toprak örneği 305,50 g olarak bulunmuş. Numune kabının darası 155,50 g olduğuna göre bu toprağın hacim ağırlığını ne kadardır?

Çözüm:

Hacim ağırlık kabı + kuru toprak örneği (g): 305,50 g

Hacim ağırlık kabı (g): 155,60 g

Toprak miktarı (g): 149,9 g

Silindir hacmi = 100 cm³

$$\text{Hacim ağırlığı (g/cm}^3\text{)} = \frac{\text{Etüv kuru toprak ağırlığı (g)}}{\text{Silindir hacmi (cm}^3\text{)}}$$

$$\text{Hacim ağırlığı (g/cm}^3\text{)} = \frac{149,9}{100}$$

$$\text{Hacim ağırlığı (g/cm}^3\text{)} = 1.499$$

5.3.2. Toprak Gözenek Hacmi (Porozite)

Toprağın boşluklar hacminin (gözenek boşluğu) toplam toprak hacmine oranına **toprağın porozitesi** (gözenekliliği) denir.

Toprakta; suyun hareketi, tutulması, hava hareketi ve bitki köklerinin gelişmesi gözenekler içerisinde gerçekleşir. Toprakta gözenek oranının azalması; toprakta sıkışmanın olduğunu ve havalanmanın yetersiz olduğunu gösterir. Bunun sonucunda da bitki besin elementlerinin alımı olumsuz etkilenir.

Katı toprak taneciklerinin diziliş biçimi (agregasyon) ve strüktür durumu, tekstür yapısı topraktaki boşluklarının boyutuna ve toplam miktarına etki eder. Örneğin fazlaca kil ve silt içeren topraklarda porozite fazladır. Az miktarda kil ve silt içeren kaba yapılı topraklarda ise toprak parçacıkları arasındaki boşluklar büyük olmasına rağmen toplam porozite oranı daha düşüktür.

İdeal bir toprakta %50 boşluk olduğu ve bu boşluğun yarısının hava, yarısının da su ile dolu olduğu kabul edilir. Toprağın gözenek hacmi, özgül ağırlık ve hacim ağırlığından yararlanılarak aşağıdaki formül ile hesaplanır.



$$\text{Toprağın Gözenek Hacmi (Porozite) (\%)} = \left(1 - \frac{\text{Hacim ağırlık}}{\text{Özgül ağırlık}} \right) \times 100$$

Örnek Soru: Bir toprak örneğinin hacim ağırlığı 1,38 g/cm³, özgül ağırlığı 2,65 g/cm³ bulunmuştur. Bu toprak örneğinin % porozitesini bulunuz.

Çözüm:

$$\text{Toprağın Gözenek Hacmi (Porozite) (\%)} = \left(1 - \frac{\text{Hacim ağırlık}}{\text{Özgül ağırlık}} \right) \times 100$$

$$\text{Toprağın Gözenek Hacmi (Porozite) (\%)} = \left(1 - \frac{1,38}{2,65} \right) \times 100$$

$$\text{Toprağın Gözenek Hacmi (Porozite) (\%)} = \left(\frac{127}{265} \right) \times 100$$

$$\text{Toprağın Gözenek Hacmi (Porozite)} = \%47,9$$

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

BOZULMAMIŞ TOPRAKTA
HACİM AĞIRLIĞI TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı bozulmamış toprakta hacim ağırlığı tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak bozulmamış toprakta hacim ağırlığı tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1'de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Malzemelerin temiz olmasına dikkat ediniz.

2. Daha önce alınmış bozulmamış toprak numunesinin bulunduğu hacim ağırlık kabını (100 cm³), bir kapağı açık şekilde 105 °C'ye ayarlanmış etüve yerleştirerek 24 saat kurumaya bırakınız.

- İşlemleri yaparken dikkatli olunuz ve kurallara uygun davranınız.
- Etüvün 105 °C'de olmasına ve 24 saat bekleme süresine uymaya özen gösteriniz.

3. Süre sonunda kabın kapağını kapatarak desikatörde soğumasını bekleyiniz.

- Bu işlem sırasında kap sıcak olacağından dikkatli olunuz.
- Kabin iyice soğuduğundan emin olunuz.

4. Soğuduktan sonra kapla birlikte numuneyi (kuru toprak + kap) tartınız ve sonucu kaydediniz.

- Tartım kurallarına uyunuz.

5. Toprak örneğini kap içerisinden tamamen boşaltıp kabı tartınız.

- Kaptaki hiçbir şekilde toprak kalmamasına dikkat ediniz.

6. Hacim ağırlık formülünü kullanarak toprak örneğinin hacim ağırlığını bulunuz.

- Hesaplamalarda hata yapmamaya özen gösteriniz.
- Analiz sonrası temizlik işlemlerini yaparak deney raporunuzu hazırlayınız.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Yaptığınız uygulama sonucunda bulduğunuz hacim ağırlığı değerini yorumlayarak numunenin toprak sınıfını yazınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5.4. TOPRAKTA NEM TAYİNİ

Su, toprağın en önemli bileşenlerinden birisi olup toprağın sıvı fazını oluşturur. Toprakta bulunan su; biyolojik, fiziksel ve kimyasal faaliyetlerin devamlılığı, bitkilerin toprakta bulunan bitki besin maddelerini alması, toprağın ekim ve dikime hazırlanması için önemlidir ve toprağın belli bir miktar su içermesi gerekir.

Yağmurlar veya sulama yoluyla toprak yüzeyine verilen suyun bir kısmı, yüzey akışıyla uzaklaşır. Bir kısmı ise toprak içerisine doğru hareket eder. Toprak içerisine giren suyun bir kısmı, topraktaki boşlukları doldururken bir kısmı da toprak parçacıklarının etrafında tutulur. Suyun toprak parçacıklarının etrafında tutulmasında iki kuvvet etkilidir. Bunlardan biri toprak parçacıklarının su moleküllerini tutması olan **adezyon kuvveti**, ikincisi ise su moleküllerinin birbirini tutması olan **kohezyon kuvveti**dir.

Toprak suyu; toprağın gözenek büyüklük dağılımı ve yer çekimine karşı bu gözenekler içinde yer alma durumuna göre **sızan su** ve **tutulan su** olmak üzere iki sınıfa ayrılır.

Sızan Su: Su ile doymuş bir topraktan yer çekiminin etkisiyle uzaklaşan sudur. Bu su, toprağın geniş gözeneklerini doldurmakta ve yaklaşık 1/3 oranında atmosferden daha düşük bir kuvvetle toprağa bağlı bulunmaktadır. Sızan sular, toprak içerisinde bulunan bitki besin elementlerinin bir kısmını taşır ve bu durum toprakların verimliliğini olumsuz etkiler.

Tutulan Su: Başlangıçta doymuş durumdaki toprakta yer çekiminin etkisiyle uzaklaşan suyun hareketi tamamlandıktan sonra toprakta kalan sudur. Toprakta tutulan su, kapillar su ve higroskopik su olmak üzere ikiye ayrılır. **Kapillar su**, adezyon ve kohezyon kuvvetleri ile kapillar boşluklar (30 µ'dan küçük boşluklar) içerisinde tutulan sudur. Kapillar su, toprak parçacıklarına 31-1/3 atm arasında bir basınçla bağlı bulunur. Kapillar su, bitkilerin yararlandıkları su olduğundan bitki beslenmesi ve toprak verimliliği bakımından en önemli sudur. İnce bünyeli topraklarda kapillar boşluk miktarı fazla olduğundan kapillar su miktarı daha fazladır. **Higroskopik su**, toprak tanecikleri tarafından 31 atmosferden daha yüksek basınçla tutulan sudur. Higroskopik su, toprak zerrelere tarafından çok büyük bir güçle tutulduğundan bitkiler tarafından alınamaz.

5.4.1. Fırında Kurutma Yöntemiyle Nem Tayini

Fırında kurutma yöntemi ile nem tayini, araziden alınan toprak numunesinin tartıldıktan sonra etüvde kurutularak suyunun uçurulması ve tekrar tartılıp nem içeriğinin toprağın kuru ağırlığına oranlanması esasına dayanır. Bu nem içeriği, toprağın gravimetrik nem içeriği olup yüzde olarak ifade edilir.

5.4.1.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Fırında kurutma yöntemi ile nem tayininde kullanılan araç gereçler şunlardır: alüminyum numune kabı, spatül, hassas terazi, etüv, desikatör ve maşa.

5.4.1.2. Fırında Kurutma Yöntemiyle Nem Tayininin Yapılışı

Sabit tartıma getirilmiş olan alüminyum numune kabının darası tespit edilir. Bu numune kabına nem durumuna bağlı olarak 10-100 gram arasında toprak numunesi alınır. Numune kabının ağız buharlaşma olmayacak şekilde sıkıca kapatılarak kap laboratuvara ulaştırılır. Laboratuvara ulaştırılan numune kapları hemen hassas terazide tartılır. Daha sonra numune kabı kapağı açık bir şekilde 105 °C'ye ayarlanmış etüve yerleştirilerek sabit ağırlığa gelinceye kadar (yaklaşık 24 saat) kurutulur. Kurutma süresinin sonunda numune kabının kapağı kapatılarak etüvden alınır ve desikatöre yerleştirilerek soğutulur. Soğuyan numune tekrar tartılır ve aşağıdaki formül yardımı ile nem miktarı bulunur.



$$\text{Nem miktarı (\%)} = \frac{[\text{Yaş ağırlık (g)} - \text{Kuru ağırlık (g)}] \times 100}{\text{Kuru ağırlık (g)}}$$

Örnek Soru: Darası 22,5 g gelen alüminyum kaba, toprak numunesi eklenmiştir. İçinde numune olan bu kap hassas terazide tartılmış ve tartım sonucu 52,6 gram olarak bulunmuştur. Numune etüvde kurutulduktan sonra 47,4 gram tartılmıştır. Buna göre % nem miktarını bulunuz.

Çözüm:

Yaş ağırlık = 52,6 – 22,5 = 30,1 g

Kuru ağırlık = 47,4 – 22,5 = 24,9 g

$$\text{Nem miktarı (\%)} = \frac{[\text{Yaş ağırlık (g)} - \text{Kuru ağırlık (g)}] \times 100}{\text{Kuru ağırlık (g)}}$$

$$\text{Nem miktarı (\%)} = \frac{(30,1 - 24,9) \times 100}{24,9}$$

$$\text{Nem miktarı (\%)} = \frac{(5,2) \times 100}{24,9}$$

$$\text{Nem miktarı (\%)} = 20,88$$



Not alınız...

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

TOPRAKTA NEM TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı toprakta nem tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak toprakta nem tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1'de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

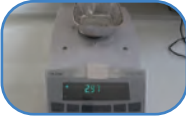
- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Malzemelerin temiz olmasına özen gösteriniz.



2. Hassas terazide alüminyum kabın darasını alınız.

- Tartım kabının darasını not ediniz.



3. Usulüne uygun alınmış toprak numunesinden 30-35 g tartınız.

- Tartımı dikkatli yapınız.



4. Tarttığınız toprağı 105 °C etüve yerleştirip sabit tartıma gelene kadar kurutunuz.

- Numuneyi en az 24 saat etüvde tutunuz.



5. 24 saat etüvde bekleyen numuneyi desikatörde soğutunuz.

- Desikatörde etkili bir nem çekici olmasına dikkat ediniz.



6. Soğuyan numuneyi tartınız. Sabit tartıma gelinceye kadar bu işlemlere devam ediniz.

- Formül kullanarak toprak numunesinin nem miktarını hesaplayınız.
- Kullandığınız malzemeleri temizleyiniz.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Yaptığınız uygulama ile toprak örneğinin nem miktarını bulmanız sizce tarımsal açıdan ne ifade eder? Düşüncelerinizi aşağıya yazınız.

.....

.....

.....

.....

.....

5.5. TOPRAKTA TARLA KAPASİTESİ TAYİNİ

Toprak tarafından tutulan suyun toprak zerrecilerine bağlanma kuvveti arttıkça bitkilerin bu sulardan faydalanma oranı düşer. Yarıyışlılık bakımından toprak suyu yararlanılabilen ve yararlanılamayan su olarak ikiye ayrılır. Bitkiler topraktan yer çekiminin etkisiyle uzaklaşan ve gözenekler içinde tutulamayan sudan yararlanamaz. Aynı şekilde toprak tanelerine kuvvetle absorbe olan suyu da bitki kökleri bünyelerine alamaz. Bitkiler ancak solma noktası (alt sınır) ve tarla kapasitesi (üst sınır) değerleri arasında kalan sudan yararlanabilir. Tarla kapasitesi ve solma noktası değerlerinin tespit edilmesiyle toprakların su ihtiyaçları belirlenir.

Tarla kapasitesi; doymuş hâle gelmiş topraktan yer çekimiyle sızan su hareketi tamamlandıktan sonra toprakta tutulan sudur. Tarla kapasitesindeki topraklarda suyun toprak tarafından tutulma kuvveti yaklaşık 1/3 atmosferdir. Tarla kapasitesi; toprağın bünyesine, organik madde içeriğine ve strüktüre bağlıdır. Tane büyüklüğünün küçülmesi ve organik madde içeriğinin artması, tarla kapasitesinde tutulan nem miktarını artırır.

Tarla kapasitesi doğrudan veya dolaylı olarak tayin edilir. Doğrudan tayinde doymuş hâle getirilen toprak numunesi, fazla suyun uzaklaşması için yaklaşık 2-3 gün bekletilir. Bu sürenin sonunda tayin edilen nem miktarı "tarla kapasitesi" olarak ifade edilir. Dolaylı tayinde ise 1/3 atm nem yüzdesi yöntemi uygulanır.

5.5.1. 1/3 Atm Nem Yüzdesi Yöntemiyle Tarla Kapasitesi Tayini

Yöntemin prensibi; bir miktar toprak numunesinin ıslatılıp gözenekli bir kaba yerleştirildikten sonra 1/3 atmosferlik basınç altında yeterli süre bekletilerek toprakta kalan nem miktarının belirlenmesi esasına dayanır.

5.5.1.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Kullanılan araç gereçler şunlardır: tarla kapasitesi tayin cihazı, alüminyum numune kapları, hassas terazi, spatül, piset, pipet, büret, etüv, desikatör, hesap makinesi.

Tarla Kapasitesi Tayin Cihazı: Cihaz, toprakta 0,1-15 atmosfer basınç aralığında tutulan su miktarının belirlenmesi amacıyla kullanılır. Seramik levha, tutucu halkalar, basınç göstergesi ve vakum pompası gibi parçalardan oluşur.

5.5.1.2. 1/3 Atm Nem Yüzdesi Yöntemiyle Tarla Kapasitesi Tayininin Yapılışı

Tarla kapasitesi tayin cihazının kapağı açılarak cihazın tabanına gözenekli levha yerleştirilir. Numaralandırılmış olan tutucu lastik halkalar da levha üzerine yerleştirilir. Halkalara 2 mm'lik elekten geçirilmiş hava kurusu toprak numunesinden yaklaşık 25-30 g konulur. Numune, toprak tanelerinin gruplaşmaması için halka içerisine tek hareketle dökülmelidir. Aynı numuneden en az iki halkaya konularak tekrarlamalı çalışılmalıdır. Halka içerisindeki toprakların seviyeleri spatül ile düzeltilir. Seramik levhanın üzerine pisetle su ilavesi yapılarak iyice göllendirilir. Bu şekilde hazırlanan numune bir gece bekletilerek numunenin su ile doyması sağlanır. Gözenekli levha üzerindeki fazla su bir pipet yardımıyla alınır. Seramik levhanın çıkış borusu bürete bağlanarak cihazın kapağı kapatılır ve hava basıncı 1/3 atmosfere ayarlanır. Birkaç saat sonra topraktan su çıkış hızında belirgin bir azalma gözlemlenir. 2-3 gün sonra büretteki su seviyesi sabit kalınca 2-3 saat daha beklenip levhanın çıkış borusu kapatılır. Hava basıncı kademeli olarak kaldırıldıktan sonra cihazın havası boşaltılarak kapağı açılır. Toprak numuneleri spatül yardımıyla darası alınmış alüminyum kaplara aktarılır. Numune kaplarının kapakları hemen kapatılır ve tartılır. Daha sonra numune kaplarının kapakları açılarak etüve yerleştirilir ve 105 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar (yaklaşık 24 saat) kurutulur, desikatörde soğutulur ve kapakları ile tartılır. Aşağıdaki formül kullanılarak tarla kapasitesi hesaplanır. Her bir numunenin nem miktarı ayrı ayrı hesaplanarak paralellerin ortalaması alınır.



$$\text{Tarla Kapasitesi (\%)} = \frac{(A - B) \times 100}{E}$$

$$E = B - D$$

A: Daralı nemli toprak (g)

B: Daralı kuru ağırlık (g)

D: Kabin darası (g)

E: Fırın kuru toprak ağırlığı (g)

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

TARLA KAPASİTESİ TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı toprakta tarla kapasitesi tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak toprakta tarla kapasitesi tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1’de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Malzemelerin temiz olmasına özen gösteriniz.

2. Halkalara 2 mm’lik elekten elenmiş hava kurusu topraktan 25-30 g tartınız. Numunenin üzerini örtecek şekilde saf su dökünüz.

- Numuneyi halka içerisine tek hareketle dökünüz.
- Numuneyi bir gece bekleterek numunenin su ile doymasını sağlayınız.
- Gözenekli levha üzerindeki fazla suyu bir pipet ile alınız.

3. Seramik levhanın çıkış borusunu bürete bağlayarak cihazın kapağını kapatınız.

- Hava basıncını kademeli olarak 1/3 atmosfere ayarlayınız.
- Birkaç saat sonra topraktan su çıkış hızında azalma olacağını göz önünde bulundurunuz.

4. 2-3 gün sonra büretteki su seviyesi sabit kalınca 2–3 saat daha bekleyip levhanın çıkış borusunu kapatınız.

- İşlemleri yaparken süreye uyunuz.

5. Hava basıncını kademeli olarak kaldırınız. Daha sonra cihazın havasını boşaltarak kapağı açınız. Toprak numunelerini spatül yardımıyla darası alınmış alüminyum kaplara aktarınız.

- Numune kaplarının kapaklarını hemen kapatıp tartınız.

6. Numune kaplarının kapaklarını açarak etüve yerleştiriniz ve 105 °C’de sabit ağırlığa gelinceye kadar (yaklaşık 24 saat) kurutunuz.

- Etüv kullanma talimatına uyunuz.

7. Numuneyi desikatörde soğutunuz ve kapakları ile birlikte tartınız.

- Tartım işlemini dikkatli yapınız.

8. Formül kullanarak toprak numunesinin tarla kapasitesini hesaplayınız.

- Hesaplama yaparken dikkatli olunuz.
- Analiz sonrası malzemelerin ve laboratuvarın temizliğini yapınız.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Bulduğunuz tarla kapasitesi nem miktarının bitki gelişimindeki etkisi nedir?

.....

.....

.....

.....

5.5.2. 15 Atm Nem Yüzdesi Yöntemiyle Solma Noktası Tayini

Toprakta tutulan su zamanla azaldıkça geriye kalan su toprak tarafından daha büyük bir kuvvetle tutulur. Bitkiler bu sudan faydalanamadığından terleme ile kaybettiği suyu karşılayamaz ve solmaya başlar. Solma noktası, bitkilerin kökleri aracılığıyla su alamadıkları ve devamlı solmaya başladıkları andaki toprakta bulunan nem miktarıdır. Solma noktasında suyun toprak tarafından tutulma kuvveti yaklaşık olarak 15 atmosferdir. Solma noktası, bitkilerin yararlandıkları suyun alt sınırı olarak kabul edilir.

Solma noktası doğrudan veya dolaylı olarak tayin edilir. Doğrudan tayinde bir ayçiçeği bitkisi yetiştirilir ve bitki 3 çift yaprak verince sulamaya son verilir. Bitkinin devamlı solma gösterdiği anda topraktaki nem miktarı tespit edilir. Bulunan değer solma noktası olarak ifade edilir. Dolaylı tayinde ise 15 atm nem yüzdesi yöntemi uygulanır. Yöntemin prensibi; bir miktar toprak numunesinin ıslatılıp gözenekli bir kaba yerleştirildikten sonra 15 atmosferlik basınç altında yeterli süre bekletilerek toprakta kalan nem miktarının belirlenmesi esasına dayanır.

5.5.2.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Kullanılan araç gereçler şunlardır: tarla kapasitesi tayin cihazı, alüminyum numune kapları, hassas terazi, spatül, piset, pipet, büret, etüv, desikatör ve hesap makinesi.

5.5.2.2. 15 Atm Nem Yüzdesi Yöntemiyle Solma Noktası Tayininin Yapılışı

Tarla kapasitesi tayin cihazının kapağı açılarak cihazın tabanına gözenekli levha yerleştirilir. Numaralandırılmış olan tutucu lastik halkalar da levha üzerine yerleştirilir. Halkalara 2 mm'lik elekten geçirilmiş hava kurusu toprak numunesinden yaklaşık 25-30 g konulur. Numune, toprak tanelerinin gruplaşmaması için halka içerisine tek hareketle dökülmelidir. Aynı numuneden en az iki halkaya konularak tekrarlamalı çalışılmalıdır. Halka içerisindeki toprakların seviyeleri spatül ile düzeltilir. Seramik levhanın üzerine pisetle su ilavesi yapılarak iyice göllendirilir. Bu şekilde hazırlanan numune bir gece bekletilerek su ile doyması sağlanır. Gözenekli levha üzerindeki fazla su bir pipet yardımıyla alınır. Seramik levhanın çıkış borusu bürete bağlanarak cihazın kapağı kapatılır ve hava basıncı 15 atmosfere ayarlanır. Birkaç saat sonra topraktan su çıkış hızında belirgin bir azalma gözlemlenir. 2-3 gün sonra büretteki su seviyesi sabit kalınca 2-3 saat daha beklenip levhanın çıkış borusu kapatılır. Hava basıncı kademeli olarak kaldırıldıktan sonra cihazın havası boşaltılarak kapağı açılır. Toprak numuneleri spatül yardımıyla darası alınmış alüminyum kaplara aktarılır. Numune kaplarının kapakları hemen kapatılır ve numune tartılır. Daha sonra numune kaplarının kapakları açılarak etüve yerleştirilir ve 105 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar (yaklaşık 24 saat) kurutulur, desikatörde soğutulur ve kapakları ile tartılır. Aşağıdaki formül kullanılarak tarla kapasitesi hesaplanır. Her bir numunenin nem miktarı ayrı ayrı hesaplanarak paralellerin ortalaması alınır.



$$\text{Solma Noktası (\%)} = \frac{(A - B) \times 100}{E}$$

$$E = B - D$$

A: Daralı nemli toprak (g)

B: Daralı kuru ağırlık (g)

D: Kabin darası (g)

E: Fırın kuru toprak ağırlığı (g)

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

SOLMA NOKTASI TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı toprakta solma noktası tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak toprakta solma noktası tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1’de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Malzemelerin temiz olmasına özen gösteriniz.

2. Halkalara 2 mm’lik elekten elenmiş hava kurusu topraktan 25-30 g tartınız. Numunenin üzerini örtecek şekilde saf su dökünüz.

- Numuneyi halka içerisine tek hareketle dökünüz.
- Numuneyi bir gece bekleterek numunenin su ile doymasını sağlayınız.
- Gözenekli levha üzerindeki fazla suyu bir pipet ile alınız.

3. Seramik levhanın çıkış borusunu bürete bağlayarak cihazın kapağını kapatınız.

- Hava basıncını kademeli olarak 15 atmosfere ayarlayınız.
- Birkaç saat sonra topraktan su çıkış hızında bariz bir azalma olacaktır.

4. 2-3 gün sonra büretteki su seviyesi sabit kalınca 2-3 saat daha bekleyip levhanın çıkış borusunu kapatınız.

- İşlemleri yaparken süreye uyunuz.

5. Hava basıncını kademeli olarak kaldırınız. Daha sonra cihazın havasını boşaltarak kapağı açınız. Toprak numunelerini spatül yardımıyla darası alınmış alüminyum kaplara aktarınız.

- Numune kaplarının kapaklarını hemen kapatıp tartınız.

6. Numune kaplarının kapaklarını açarak etüve yerleştiriniz ve 105 °C’de sabit ağırlığa gelinceye kadar (yaklaşık 24 saat) kurutunuz.

- Etüv kullanma talimatına uyunuz.

7. Numuneyi desikatörde soğutunuz ve kapakları ile birlikte tartınız.

- Tartım işlemi dikkatli yapınız.

8. Formül kullanarak toprak numunesinin tarla kapasitesini hesaplayınız.

- Hesaplama yaparken dikkatli olunuz.
- Analiz sonrası malzemelerin ve laboratuvarın temizliğini yapınız.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Yaptığınız bu uygulama ile tarla kapasitesi tayini arasındaki farkı yazınız.

.....

.....

.....

.....



Not alınız...

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıda verilen boşlukları doğru ifade ile doldurunuz.

1. Toprak içerisinde bulunan çeşitli büyüklükteki mineral tane gruplarının dağılış durumu ve oranları olarak tanımlanır.
2. Toprağın birim hacimdeki katı parçacıklarının ağırlığına o toprağın denir.
3. Tarla kapasitesindeki topraklarda suyun toprak tarafından tutulma kuvveti yaklaşık atmosferdir.

B) Aşağıdaki soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

1. Bitkilerin beslenmesi ve toprak verimliliği bakımından en önemli su aşağıdakilerden hangisidir?
A) Higroskopik su
B) Kapillar su
C) Sızan su
D) Yer altı suyu
E) Kaynak suyu
2. Darası 20,5 g gelen alüminyum kap içerisine toprak numunesi tartılmış ve tartım sonucu 48,7 gram olarak bulunmuştur. Numune etüvde kurutulduktan sonra tartım sonucu 43,4 gram bulunduğuna göre bu toprak numunesinin % nemi kaçtır?
A) 23,41
B) 23,38
C) 23,30
D) 23,22
E) 23,14
3. %51 kum, %7 mil ve %42 kil içeren bir toprağın bünyesi aşağıdakilerden hangisidir?
A) Killi tın
B) Milli tın
C) Mil
D) Kumlu kil
E) Tınlı kum

C) Aşağıda verilen soruları yanıtlayınız.

1. Bouyoucos hidrometre metoduyla bünye tayininin prensibini yazınız.
2. Tarla kapasitesi ve solma noktası bitkiler için neden önemlidir?



TOPRAKTA VERİMLİLİK ANALİZLERİ

KONULAR

- 6.1. TOPRAKTA pH TAYİNİ
- 6.2. TOPRAKTA ELEKTRİKSEL İLETKENLİK VE TUZLULUK TAYİNİ
- 6.3. TOPRAKTA KİREÇ TAYİNİ
- 6.4. TOPRAKTA ORGANİK MADDE TAYİNİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- pH metre yardımıyla toprakta pH tayinini
- Kondüktivimetre yardımıyla toprakta elektriksel iletkenlik ve tuzluluk tayinini
- Scheibler kalsimetresi ile toprakta kireç tayinini
- Walkey-Black yöntemi ile toprakta organik madde tayinini

TEMEL KAVRAMLAR

- Toprak reaksiyonu
- Kolorimetrik
- Tampon çözelti
- Elektriksel iletkenlik
- Kondüktivimetre
- Kalsimetre
- Marn

HAZIRLIK ZAMANI

1. Saksıda yetiştirdiğiniz bitkinize her gün su yerine sirke verdiğinizizi düşününüz. Bitkiniz bundan nasıl etkileneirdi?
2. Günlük hayatta sıkça duyduğumuz "organik" kelimesi sizin için ne ifade ediyor?
3. Organik madde ile organik karbon sayısı arasındaki ilişkiyi araştırınız.



6.1. TOPRAKTA pH TAYİNİ

Toprak hakkında genel bir bilgi edinebilmek için ilk önce toprağın reaksiyonuna bakılmalıdır. Toprak reaksiyonu; toprağın asidik, nötr veya bazik olduğunu gösterir ve pH ile ifade edilir. **pH**, herhangi bir çözeltideki çözünmüş aktif hidrojen (H^+) iyonları konsantrasyonunun negatif logaritmasıdır. Çözeltide pH değeri azaldıkça H^+ iyon konsantrasyonu logaritmik olarak artar. Yani pH değeri bir birim azalırsa H^+ iyon konsantrasyonu 10 kat artar.

Toprak çözeltisinde hidrojen (H^+) iyon konsantrasyonu fazla ise asidik, hidroksil (OH^-) iyon konsantrasyonu fazla ise çözelti bazik karakterlidir. Toprak çözeltisinde bulunan hidrojen ve hidroksil iyon konsantrasyonları birbirine eşit olduğunda ise toprak nötr özellik gösterir.

Toprak asitliğinin kaynakları şöyle sıralanabilir:

- Topraktaki organik maddelerin ayrışması
- Atmosferdeki SO_2 ve NO_2 gazlarının oksidasyonu
- Amonyumlu ve kükürtlü mineral gübrelerin, bitkiler ve mikroorganizmalar tarafından özümlemesi
- Toprakta taze bitki dokularının ayrışması ile açığa çıkan asetik asit, sitrik asit gibi organik asitler
- Yağış ve sulama suları ile toprağın yıkanması ve metal iyonların uzaklaşması

Toprağın verimliliği, bitki gelişmesine uygunluğu ve toprak mikroorganizmaları tarafından istenen özellikleri taşıması toprağın reaksiyonuna bağlıdır. Toprağın pH değeri, bitki besin elementlerinin bitkilere yarıyışlılığını ve toprakta bulunış biçimini etkileyerek bitki gelişmesini dolaylı olarak etkiler. Toprağın pH değeri, bazı bitki besin elementlerinin çözünürlüklerinin artmasını veya azalmasını sağlayarak bitki gelişmesini etkiler.

Yağışın bol olduğu ılıman iklimlerde asitli topraklara rastlanırken kurak ve yarı kurak bölgelerde daha çok alkali topraklar bulunur. Toprakların reaksiyonlarına göre sınıflandırılması Tablo 6.1'de gösterilmiştir.

Tablo 6.1: Toprağın pH Değerine Göre Sınıflandırılması

pH Değeri	Reaksiyon Sınıfı	pH Değeri	Reaksiyon Sınıfı
<4,5	Aşırı asit	6,6-7,3	Nötr
4,5-5,0	Çok şiddetli asit	7,4-7,8	Hafif alkalin (bazik)
5,1-5,5	Şiddetli asit	7,9-8,4	Orta derecede alkalin
5,6-6,0	Orta derecede asit	8,5-9,0	Kuvvetli bazik
6,1-6,5	Hafif asit	>9,1	Çok kuvvetli bazik

Toprak reaksiyonu, değişik oranlarda hazırlanmış toprak-su veya satürasyon macununda kolorimetrik olarak (pH ayıraçları ile) ve elektrometrik olarak (pH metre ile) ölçülür. pH metre ile pH tayini, belli oranlarda su ile karıştırılan veya doymuş hâle getirilen toprağın, hidrojen iyonu aktivitesinin pH metre ile ölçülmesi esasına dayanır.

6.1.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Toprakta pH tayininde kullanılan araç ve gereç şunlardır: pH metre, buffer (tampon) çözeltileri, saf su, beher, termometre, plastik kap, spatül, hassas terazi, mezür veya büret, baget.

6.1.2. Toprakta pH Tayini Yapılışı

Toprağın pH değerinin ölçülmesi sırasında toprağa ilave edilen su miktarına bağlı olarak pH değerinde yükselme olmaktadır. Bu nedenle 1:1, 1:2,5 veya 1:5 toprak-su oranlarında ölçüm yapılabildiği gibi satürasyon macununda da ölçüm yapılabilmektedir. Bu nedenle herhangi bir karışıklığa sebep vermemek için pH değerleri ifade edilirken toprak-su oranının da belirtilmesi sağlıklı olacaktır.

Satürasyon Macunuyla pH Tayini: pH metre, ölçüm yapılmadan 15-20 dakika önce çalıştırılarak cihazın ısınması sağlanır. Buffer (tampon) çözeltilerle, cihazın kalibrasyonu yapılır. Satürasyon macunu hazırlanarak cihaz ile sıcaklığı ölçülür. pH metrenin sıcaklığı, satürasyon macununun sıcaklığına ayarlanır. Sıcaklık ayarlaması yapıldıktan sonra pH metrenin elektrodu macuna daldırılır. pH metrenin göstergesindeki pH değeri sabitleninceye kadar beklenip değer sabitlendikten sonra okuma yapılır.

1:2,5 Oranına Göre pH Tayini: Toprak numunesinden 10 g tartılıp numune bir beher içerisine konulur. Üzerine 25 ml saf su ilave edilir. Karışım 10 dakikalık aralıklarla 5-6 kez baget yardımıyla karıştırılır. Süspansiyonun berraklaşması için karışım 1 saat dinlenmeye bırakılır. Bu sürenin sonunda toprak fraksiyonu tabana çöker ve üstte bir su katmanı oluşur. Kalibrasyonu yapılmış pH metrenin elektrodu, çözeltinin berrak kısmına daldırılır ve çözeltinin pH değeri okunur. pH metrede okunan değere göre toprağın reaksiyon sınıfı belirlenir.



Not alınız...

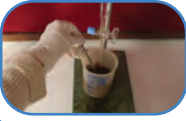
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

TOPRAKTA pH TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı toprakta pH tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak toprakta pH tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1’de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız ve satürasyon macunu hazırlayınız.

- Laboratuvar önlüğü giyiniz.



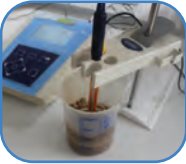
2. pH metreyi kullanımdan 10-15 dakika önce çalıştırarak cihazın ısınmasını sağlayınız.

- pH metrenin kalibrasyonunu yapınız.
- Elektrotları kullanmadığınız zamanlarda mutlaka saf su içerisinde tutunuz.



3. Satürasyon macununun sıcaklığını termometre ile ölçünüz.

- pH metrenin sıcaklığını, satürasyon macununun sıcaklığına ayarlayınız.



4. Elektrodu numuneye daldırıp elektrodun pH değerini okuyunuz.

- Elektrodun numuneye birkaç cm daldırılmış olmasına dikkat ediniz.
- pH değeri sabitleninceye kadar bekleyiniz.
- Elektrodu, numune içerisinde bir dolandırma hareketinden sonra hareket ettirmeden tutunuz.



5. Analiz sonrası işlemleri yapınız.

- Kullandığınız malzemeleri laboratuvar düzenine uygun şekilde yerlerine yerleştiriniz.
- Kullandığınız malzemelerin ve laboratuvarın temizliği yapınız.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Elde ettiğiniz pH değerini Tablo 6.1’e göre değerlendiriniz ve toprak numunesinin reaksiyon sınıfını yazınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6.2. TOPRAKTA ELEKTRİKSEL İLETKENLİK VE TUZLULUK TAYİNİ

“Tuzluluk” (EC=Elektriksel iletkenlik), herhangi bir çözeltinin belli bir sıcaklıkta elektrik akımını iletmesiyle ilgili bir kavramdır. Bir çözeltideki tuz miktarı arttıkça çözeltinin elektriksel iletkenliği de artar. Bu nedenle elektriksel iletkenlik, topraktaki toplam tuz miktarının ifade edilmesinde kullanılır.

Toprağın tuzluluğunda sodyum klorürün yanı sıra kalsiyum karbonat, kalsiyum sülfat, magnezyum nitrat, potasyum klorür ve sodyum bikarbonat gibi tuzlar da etkilidir. Bu tuzların hepsini ayrı ayrı tayin etmek ve tuz miktarını belirlemek son derece zor ve zaman alıcı bir işlemdir. Bu nedenle toprakta tuz konsantrasyonunu belirlemede elektriksel iletkenlik tayini yapılır.

Elektriksel iletkenliğin birimi **ohms**’un tersi olan **mhos**’tur. Ancak mhos çok büyük bir birim olduğu için pek kullanılmaz. Bunun yerine mhos’un binde biri olan milimhos (mmhos/cm) veya milyonda biri olan mikromhos (μ mhos/cm) kullanılır. Pratik açıdan mmhos/cm birimi $EC \times 10^3$ ve μ mhos/cm birimi ise $EC \times 10^6$ şeklinde ifade edilir. Toprakların elektriksel iletkenliğine göre sınıflandırılması Tablo 6.2’de verilmiştir.

Tablo 6.2: Toprağın Elektriksel İletkenliğine Göre Sınıflandırılması

EC (mmhos/cm)	Tuzluluk Derecesi
<4	Az tuzlu
>4	Tuzlu / çok tuzlu

Kültür bitkileri, toprakta bulunan yüksek orandaki tuzdan zarar görür. Çünkü tuzluluk, toprakların strüktürünün bozulmasına neden olur, bitki köklerinin su alımını engeller ve toprak canlılarını olumsuz etkiler.

Toprakta elektriksel iletkenlik; belli oranlarda su ile karıştırılan veya doymuş hâle getirilen toprağın kondüktivimetre ile elektriksel iletkenliğini ölçerek tuzluluk derecesini tespit etme esasına dayanır. Kondüktivimetreler, elektrotlar vasıtasıyla içerisine daldırılan sıvının içerdiği anyon ve katyonların elektriği iletme kabiliyetlerinden faydalanılarak iletkenlik derecesinin ölçülmesi prensibine göre çalışır.

6.2.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Toprakta elektriksel iletkenlik ve tuzluluk tayininde kullanılan araç gereç ve kimyasallar şunlardır: kondüktivimetre, beher, hassas terazi, plastik kap, mezür, spatül, baget ve saf su.

6.2.2. Toprakta Elektriksel İletkenlik Tayini Yapılışı

Toprakta elektriksel iletkenliğin ölçümü, suyla doymuş duruma getirilmiş satürasyon macununda veya belirli oranlarda su toprak karışımında yapılır.

Satürasyon Çamurunda Elektriksel İletkenlik Tayini: Satürasyon macunu hazırlanır. Kondüktivimetrenin elektrodu saf suyla yıkanıp kurulandıktan sonra elektrot satürasyon macunu içerisine daldırılır. Elektrot, çamur içerisinde bir kez dolandırılıp beklenir ve elektrodun elektriksel iletkenlik (EC) değeri sabitletince okuma yapılır.

1:2,5 Oranına Göre Elektriksel İletkenlik Tayini: Toprak numunesinden 20 g tartılıp numune bir beher içerisine konulur. Numunenin üzerine 50 ml saf su ilave edilir. Karışım 10 dakika aralıklarla 5-6 kez baget yardımıyla karıştırılır. Süspansiyonun berraklaşması için karışım 1 saat dinlenmeye bırakılır. Bu sürenin sonunda toprak fraksiyonu tabana çöker ve üstte bir su katmanı oluşur. Kondüktivimetrenin elektrodu, çözeltinin berrak kısmına daldırılır ve çözeltinin EC değeri okunur.

Elektriksel iletkenlik, sıcaklık ile önemli ölçüde değişiklik gösterdiğinden, ölçülecek çözeltinin sıcaklığı tespit edilip gerekli düzeltme yapılmalıdır. Yapılan bu okumalar çözeltinin o andaki sıcaklığına göre yapıldığından, 25 °C’deki EC’ye çevirmek için okunan EC değeri Tablo 6.3’te verilen çevirme faktörleriyle çarpılmalıdır.

$$(EC \times 10^6), 25\text{ }^{\circ}\text{C} = EC \times 10^6 \times F_t$$

Tablo 6.3: EC Değerlerinin Sıcaklığa Göre Çarpım Faktörleri

°C	F _t	°C	F _t	°C	F _t	°C	F _t	°C	F _t
5	1,613	15	1,247	20	1,112	24	1,020	26	0,979
10	1,441	18	1,163	22	1,064	25	1,000	28	0,943

Her iki metotla belirlenen elektriksel iletkenlik (EC) değerinden faydalanılarak toprakların tuzluluk değeri tespit edilir. Okunan EC değeri olduğu gibi alınarak veya 0,64 ile çarpılarak ppm olarak tuzluluk belirtilebilir.

$$\text{Çözünmüş Tuzlar (mg/l)} = (\text{EC} \times 10^6) \times 0,64$$



Not alınız...

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

TOPRAKTA ELEKTRİKSEL İLETKENLİK TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı toprakta elektriksel iletkenlik tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak toprakta elektriksel iletkenlik tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1'de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız ve satürasyon macunu hazırlayınız.

- Satürasyon macununu kurallarına uygun biçimde hazırlayınız.



2. Kondüktivimetrenin elektrodunu saf suyla yıkayıp elektrodu kurulayınız.

- Kondüktivimetreyi kullanımdan 10-15 dk. önce çalıştırınız.



3. Kondüktivimetrenin elektrodunu satürasyon macununa daldırıp bir kez dolandırma hareketi yapınız. Okuma değeri sabitleninceye kadar bekleyiniz.

- Elektrodun numune içerisine tam daldırılmış olmasına dikkat ediniz.
- Değerin sabitlenmesini bekleyiniz.



4. Satürasyon macununun sıcaklığını tespit ederek çevirme faktörü ile çarpıp düzeltme yapınız.

- Tablo 6.3'te verilen değerleri kullanınız.

5. Hesaplanan EC değeri ile toprağın tuzluluk sınıfını tespit ediniz.

- Formül yardımıyla toprağın tuz miktarını ppm olarak hesaplayınız.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

1. Elde ettiğiniz EC değerine göre toprak numunesinin tuzluluk sınıfını Tablo 6.2'ye göre belirleyiniz.

.....

.....

.....

2. Bu toprak örneğinde bitki yetiştirirseniz sizce bu tuzluluk miktarı bitki gelişimini nasıl etkiler?

.....

.....

.....

.....

6.3. TOPRAKTA KİREÇ TAYİNİ

Topraktaki kalsiyum ve magnezyum karbonatlarının toplamına **toprak kireci** denir. Kireç içeren topraklara, **kalkerli toprak** ya da **kireçli toprak** adı verilir. Kireç, toprakta CaCO_3 (kalsit) veya $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ (dolomit) olarak bulunur ve bunlar toprağın yapı maddelerindendir.

Kireç; kurak ve yarı kurak bölgelerin üst horizonlarında, yağışlı bölgelerin ise alt horizonlarında bulunur. Kireç birikimi, tarım topraklarının yüzeyinde ya da yüze yakın yerlerinde oluşursa bitkilerde fosfor, çinko ve demir gibi çeşitli besin maddesi eksiklikleri ortaya çıkar. Ayrıca kireç, suyun hareketini engelleyerek bitkilerin kök gelişimini olumsuz yönde etkiler. Toprağın kireç içeriğine göre sınıflandırılması Tablo 6.4'te verilmiştir.

Tablo 6.4: Toprağın Kireç İçeriğine Göre Sınıflandırılması

%Kireç (CaCO_3) Miktarı	Sınıfı
0-1	Az kireçli
1-5	Kireçli
5-15	Orta kireçli
15-25	Fazla kireçli
25-30	Aşırı kireçli
>30	Marn

Toprakta kireç tayini, kalitatif ve volümetrik olmak üzere iki yolla yapılır. Volümetrik metotta, Scheibler (Şayblır) kalsimetresi kullanılarak toprağa asit ilavesi sonucu ortaya çıkan CO_2 miktarı ölçülmekte, bundan da topraktaki karbonat miktarı $\%\text{CaCO}_3$ olarak ifade edilmektedir. Karbonat bileşikleri toprakta homojen dağılmadıklarından hatayı en aza indirmek için analiz edilecek topraklar ince öğütülmüş olmalıdır.

6.3.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Toprakta kalsimetre ile kireç tayini yapılırken kullanılan araç gereç ve kimyasallar şunlardır: hassas terazi, spatül, termometre, barometre, pipet, uzun pens.

Scheibler Kalsimetresi: Birbirleriyle 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 (Görsel 6.1).

Tepkime Şişesi: Toprak ile hidroklorik asidin tepkimeye tabi tutulacağı, ağızları lastik bir tıpa ile kapatıldığında gaz kaçırmayacak şekilde rodajlı cam şişedir.

Asit Tüpü: 4-5 ml sıvı alabilecek kapasitede, altı düz plastik veya cam kaptır.

HCl Çözeltisi (1:3'lük): 3 birim su üzerine 1 birim HCl ilave edilerek hazırlanan çözeltidir.



Görsel 6.1: Scheibler kalsimetresi

6.3.2. Scheibler Kalsimetresiyle Kireç Tayini Yapılışı

Analize hazırlanmış toprak numunesi, 0,5-1 g arasında tartılarak tepkime şişesine aktarılır. Aktarılan toprak, tepkime şişesinin bir kenarına yığılır. Asit tüpünün içerisine bir parmak kalıncaya kadar 1:3'lük HCl doldurulur. Asit tüpü, uzun pens yardımıyla dikkatlice tepkime şişesinin ortasına yerleştirilir. "U" borusunun tıpası, tepkime şişesine takıldıktan sonra borunun yan tarafındaki musluk ile "U" borusundaki su seviyesi sıfıra eşitlenir. Daha sonra tepkime şişesi yan yatırılıp hafifçe sallanarak asidin toprak ile temas etmesi sağlanır. Gaz çıkışı bitinceye kadar çalkalama işlemine devam edilmelidir. Açığa çıkan CO_2 taksimatlı U borusundaki suyu iterek belli bir boşluk oluşturur. Suyun inip durduğu noktada artık gaz çıkışı bitmiştir.

“U” borusu üzerindeki skaladan; CO₂ gaz hacmi, termometreden sıcaklık ve barometreden basınç okunarak sonuçlar kaydedilir. Topraktaki kirecin kaynağı genellikle kalsiyum karbonat (CaCO₃) olduğundan hesaplamalar CaCO₃ a göre yapılır. Aşağıdaki formül yardımıyla % kireç miktarı hesaplanır.



$$\% \text{CaCO}_3 = \frac{V_0 \times 0,44}{a}$$

V₀: Normal koşullara dönüştürülmüş gaz hacmi (cm³)

a: Numune miktarı (g)

0,44: Normal koşullar altında CO₂ hacminin her cm³ü topraktaki 0,0044 g CaCO₃ a tekabül eder.



$$V_0 = \frac{V \times (P - p) \times 273}{760 \times (273 + t)}$$

V: Oluşan karbondioksit hacmi (cm³)

P: Barometre basıncı (mmHg)

p: Ölçüm yapılan sıcaklıktaki suyun buhar basıncı (Tablo 6.5)

t: Ortam sıcaklığı (°C)

760: Deniz seviyesindeki barometre basınç değeri

273: °C'yi K'ye (Kelvin) dönüştürme değeridir.

Tablo 6.5: Çeşitli Sıcaklıklarda Suyun Buhar Basıncı

ÇEŞİTLİ SICAKLIKLARDA SUYUN BUHAR BASINCI (p)					
Sıcaklık (°C)	Basınç (mmHg)	Sıcaklık (°C)	Basınç (mmHg)	Sıcaklık (°C)	Basınç (mmHg)
0	4,6	28	28,3	92	567,1
10	9,2	29	30,0	93	588,6
20	17,5	30	31,8	94	610,9
21	18,7	40	55,3	95	633,9
22	19,8	50	92,5	96	657,6
23	21,1	60	149,4	97	682,1
24	22,4	70	233,7	98	707,3
25	23,8	80	355,1	99	733,2
26	25,2	90	525,8	100	760,0
27	26,7	91	546,0	110	1074,6

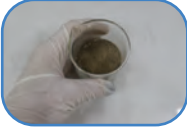
UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

TOPRAKTA KİREÇ TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı toprakta kireç tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak toprakta kireç tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1’de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız ve toprak numunesini analize hazırlayınız.

- Toprak numunesini kurallarına uygun biçimde hazırlayınız.



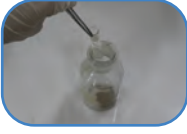
2. Tepkime şişesine analiz numunesinden 1 g tartınız.

- Tartım kurallarına uyunuz.



3. Asit tüpüne bir parmak kalacak şekilde 1:3'lük HCl koyunuz.

- HCl çözeltisinin asit tüpünden taşmamasına dikkat ediniz.



4. Pens yardımıyla asit tüpünü tepkime şişesine yerleştiriniz.

- HCl çözeltisinin dökülmemesine dikkat ediniz.



5. Şişeyi U borusuna bağlayınız.

- Tıpanın sıkı bir şekilde takıldığından emin olunuz.



6. U borusunun su seviyesini sıfıra eşitleyiniz.

- Borunun yan tarafındaki musluğu kullanınız.



7. Asit tüpünü yan yatırarak gaz çıkışı bitinceye kadar şişeyi çalkalayınız.

- Çalkalama işlemini yavaş yapınız.

- Gaz çıkışının tamamlandığından emin olunuz.

- Termometreyi göz hizasına getirip okuyunuz.
- U borusundaki su seviyelerini eşitleyiniz.

10. Formül yardımı ile % kireç miktarını hesaplayınız.

- Hesaplamaları doğru yaptığınızdan emin olunuz.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

1. Elde ettiğiniz sonucu Tablo 6.4'e göre değerlendirerek toprak numunesini kireç içeriğine göre sınıflandırınız.

This image shows a full page of white paper with horizontal dotted lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, providing a guide for handwriting practice. There are no margins, text, or other markings on the page.

2. Sizce kireç analizi yaptığınız bu toprak numunesinin alındığı toprakta tarım yapılabilir mi?

[illegible]

6.4. TOPRAKTA ORGANİK MADDE TAYİNİ

Bitkisel ve hayvansal atıklar toprağa karıştıktan sonra mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılır ve koyu renkli humusa dönüşür. Humusun ortalama %58'i karbondur.

Organik madde, toprağa verimlilik kazandıran en önemli unsurdur. Çünkü organik madde ve humus, bol miktarda bitki besin elementi içerir. Ayrıca koyu renkli olduklarından güneş ışığını emerek çabuk ısınır. Toprağın strüktürünü düzelterek su tutma kapasitesini artırır. Toprağın havalanması ve devamlı tavlı olmasını sağlar.

Topraktaki organik madde miktarı; iklim, toprak bünyesi, topoğrafya, toprağa karışan organik materyalinin bileşimi, üzerinde yetiştirilen bitki çeşidi ve toprağa uygulanan işlemlerle yakından ilgili olup çok az miktardan %20'lere kadar çıkmaktadır. Organik madde miktarı %20'nin üzerindeki topraklara **organik topraklar** denilmektedir. Bunlardan %20-50 arasında organik madde içerenlere **muck (mak) topraklar**, %50-80 arasında organik madde içerenlere ise **peat (piit) 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.

Organik madde tayininde farklı metotlar uygulanabilmekle beraber genellikle "Walkey-Black (Valki Bilek)" yöntemi kullanılmakta ve elde edilen sonuçlar doğrultusunda toprakların organik madde içeriğine göre sınıflandırılması yapılmaktadır (Tablo 6.6).

Tablo 6.6: Toprağın Organik Madde İçeriğine Göre Sınıflandırılması

Organik Madde Miktarı (%)	Sınıfı
0-1	Çok az
1-2	Az
2-3	Orta
3-6	İyi
6-12	Yüksek
>12	Çok yüksek

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 miktarını bulmak, yöntemin prensibini oluşturur.

6.4.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Toprakta Walkey-Black yöntemiyle organik madde tayininde kullanılan araç gereçler şunlardır: hassas terazi, erlen, spatül, mezür, büret, ısıtıcı tabla, pipet, derişik sülfürik asit (H_2SO_4).

Potasyum Dikromat (1 N): 105 °C'de 2 saat kurutulmuş ve desikatörde soğutulmuş analitik saflıktaki potasyum dikromat litrelik balona 49,04 g tartılarak konur, bir miktar saf suyla çözündürüldükten sonra hacmi saf suyla litreye tamamlanır ve balon joje birkaç kez kuvvetlice çalkalanır.

0,5 N Standart Demir (II) Sülfat ($FeSO_4$) Çözeltisi: Analitik saflıktaki demir sülfattan 140 g tartılır ve litrelik balon jojeye konur, ardından numune bir miktar saf suda çözülür. Üzerine 15 ml derişik sülfürik asit ilave edilerek çözelti soğutulur ve hacmi saf suyla litreye tamamlanır.

Baryum Difenilamin Sülfonat ($C_{24}H_{20}BaN_2O_6S_2$) Çözeltisi: 0,16 g baryum difenilamin sülfonat alınır ve 100 ml'lik balon jojede saf su ile çözündürülür. Daha sonra saf su ile balon jojenin hacim çizgisine tamamlanır.

6.4.2. Walkey-Black Yöntemiyle Toprakta Organik Madde Tayini Yapılışı

Analize hazırlanmış toprak numunesinden 0,5-1 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 işlemten 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 çözeltiye 10 ml daha potasyum dikromat çözeltisi ilave edilerek çözelti 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 çözeltinin üzerine 200 ml saf su ilave edildikten sonra 12-13 damla baryum difenilamin sülfonat indikatörü damlatılarak çözelti elle çalkalanır. Bu anda karışımın rengi morumsu-lacivert bir hâl alacaktır. Bu şekilde hazırlanan numune çözeltisi, 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 hesaplama yapılır.



$$\% \text{ Organik Madde} = \frac{[A - (B \times N)] \times 0,58}{T}$$

A: Analizde harcanan potasyum dikromat miktarı (ml)

B: Titrasyonda harcanan demir sülfat miktarı (ml)

T: Kullanılan numune miktarı (g)

N: Demir sülfat çözeltisinin kesin normalitesi



Not alınız...

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

TOPRAKTA ORGANİK MADDE TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı toprakta organik madde tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak toprakta organik madde tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1'de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız ve toprak numunesini analize hazırlayınız.

- Laboratuvar önlüğü giyiniz.
- Toprak numunesini kurallarına uygun olarak hazırlayınız.



2. Erlen içerisine analiz numunesinden 0,5-1 g tartınız.

- Tartım kurallarına uyunuz.



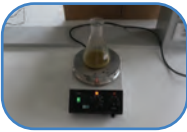
3. Numunenin üzerine 10 ml 1 N potasyum dikromat çözeltisi ilave edip çözeltiyi çalkalayınız.

- İndikatörün, erlenin kenarlarına bulaşmamasına özen gösteriniz.



4. Çözeltinin üzerine 20 ml derişik sülfürik asit ilave edip çözeltiyi 1 dakika çalkalayınız.

- Çalkalamayı kuvvetli yapınız.



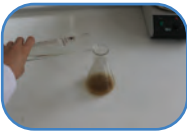
5. Erleni 150 °C'ye ayarlı ısıtıcı tabla üzerinde 1 dakika bekletiniz.

- Duman çıkışını gözlemleyiniz.



6. Kiremit kırmızısı renk oluşmamışsa 10 ml daha potasyum dikromat ilave edip çözeltiyi tekrar ısıtınız (Turuncu renk oluşuncaya kadar bu işlemi tekrarlayınız).

- Renk oluşumunu dikkatli gözlemleyiniz.



7. Renk elde edildikten sonra karışımı soğutunuz ve karışımın üzerine 200 ml saf su ilave ediniz.

- Soğutma işlemi suyun altına tutarak yapınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıda verilen boşlukları doğru ifade ile doldurunuz.

1. Toprak reaksiyonu; toprağın asidik, nötr veya bazik olduğunu gösterir ve ile ifade edilir.
2. Bir çözeltideki miktarı arttıkça çözeltinin elektriksel iletkenliği de artar.
3. Topraktaki kalsiyum ve magnezyum karbonatlarının toplamına denir.

B) Aşağıdaki soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi elektriksel iletkenliğin birimidir?
A) ohms/cm
B) mg/l
C) kg/da
D) mmhos/cm
E) mg/cm³
2. Organik toprakların organik madde miktarı en az % kaç olmalıdır?
A) %10
B) %20
C) %30
D) %40
E) %50
3. % kireç miktarı 30'dan büyük olan topraklar kireç içeriğine göre hangi sınıfta yer alır?
A) Az kireçli
B) Kireçli
C) Fazla kireçli
D) Aşırı kireçli
E) Marn

C) Aşağıda verilen soruları yanıtlayınız.

1. Topraktaki organik madde miktarının toprağa etkisini açıklayınız.
2. Toprağın asitlik kaynakları nelerdir?



TOPRAKTA MAKRO BESİN ELEMENTİ ANALİZLERİ

KONULAR

- 7.1. TOPRAKTA AZOT TAYİNİ
- 7.2. TOPRAKTA FOSFOR TAYİNİ
- 7.3. TOPRAKTA POTASYUM TAYİNİ
- 7.4. TOPRAKTA KALSİYUM VE MAGNEZYUM TAYİNİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Kjeldahl tekniğiyle toprakta azot tayinini
- Spektrofotometrik teknikle toprakta fosfor tayinini
- Alev fotometresi ile toprakta potasyum tayinini
- EDTA titrasyon yöntemiyle toprakta kalsiyum ve magnezyum tayinini

TEMEL KAVRAMLAR

- Antagonizm
- Damıtma
- Titrasyon
- Ekstraksiyon
- Kalibrasyon eğrisi

HAZIRLIK ZAMANI

1. Sizce bitkiler gelişimleri için ihtiyaç duydukları besin maddelerinin ne kadarını topraktan karşılayabilir? Neden?
2. Çevrenizde bulunan bitkileri gözlemleyiniz. Yapraklarındaki renk farklılıklarının ve varsa anormalliklerin sebebi sizce ne olabilir?
3. Türkiye topraklarında bulunan besin elementlerini ve bu elementlerin yetiştirilen bitkiler için yeterli olup olmadıklarını araştırınız.



7.1. TOPRAKTA AZOT TAYİNİ

Bitkiler, gelişmek ve kaliteli ürün verebilmek için bazı bitki besin elementlerine ihtiyaç duyar. Bitkilerin mutlaka ihtiyaç duydukları elementlere **esas bitki besin elementleri** adı verilir. Bunlar; karbon, hidrojen, oksijen, azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, kükürt, demir, manganez, bakır, çinko, molibden, bor ve klordur. Bitkilerin daha çok kullandıklarına **makro besin elementleri**, miktar olarak daha az kullandıklarına ise **mikro besin elementleri** denir. Besin elementlerinin eksikliği veya yokluğunda bitkinin büyüme ve gelişmesi olumsuz etkilenir, analiz sonuçlarına göre eksik besin elementlerinin gübrelemeyle toprağa verilmesi gerekir.

Tablo 7.1: Esas Bitki Besin Elementleri ve Kaynakları

	Makro Besin Elementleri	Mikro Besin Elementleri
Sudan ve Havadan Alınanlar	Karbon (C) Hidrojen (H) Oksijen (O)	-----
Topraktan Alınanlar	Azot (N) Fosfor (P) Potasyum (K) Kalsiyum (Ca) Magnezyum (Mg) Kükürt (S)	Demir (Fe) Manganez (Mn) Bakır (Cu) Çinko (Zn) Molibden (Mo) Bor (B) Klor (Cl)

Taze bitki dokularının %94-99,5'i karbon, hidrojen ve oksijenden oluşmaktadır. Bunlar havadan ve sudan alınan besin elementleri olduğundan bitkide bu elementlerin eksikliği görülmez. Ancak topraktan alınan bitki besin elementlerinin yetersizliği bitkilerin gelişimi, ürünün kalitesi ve miktarını olumsuz etkiler (Tablo 7.1). Bu besin elementlerinin topraktaki miktarları, toprak analizleriyle tespit edilir.

Bazı besin elementlerinin toprakta normalden çok fazla bulunması çeşitli besin elementlerinin bitki tarafından alınmasına engel olabilir. Bu duruma **elementler arası geçimsizlik (antagonizm)** denir. Elementler arası geçimsizlik Tablo 7.2'de verilmiştir.

Tablo 7.2: Elementler Arası Geçimsizlik Tablosu

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

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

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

Bitkilerde azot fazlalığı ise çiçeklenme ve meyve tutumunu geciktirir. Meyvelerde geç olgunlaşma meydana gelir. Bitkilerde azot fazlalığı, dokuların gevşemesine ve su oranının artmasına neden olacağından sürgünlerin soğuğa, hastalıklara ve zararlılara karşı dayanımı azalır.

Topraklardaki toplam azot miktarı genellikle %0,02 ile %2,5 arasında değişir. Toprakta mevcut toplam azotun %96-98 kadarı organik formdadır. İnorganik azot formlarının topraktaki miktarı ise organik forma göre son derece azdır. Toprakların azot miktarına göre sınıflandırılması Tablo 7.3'te verilmiştir.

Tablo 7.3: Toprakların Toplam Azot İçeriklerine Göre Sınıflandırılması

% Azot	Sınıfı
<0,05	Fakir
0,05-0,10	Orta
0,10-0,15	İyi
>0,15	Zengin

Topraktaki en önemli inorganik azot formları nitrit (NH_2), nitrat (NH_3) ve amonyum (NH_4) dur. Azot, bitkiler tarafından nitrat ve nitrit formunda alınır. Topraktaki nitrat ve amonyum miktarı kısa sürede değişikliğe uğrar. Bu nedenle topraktaki inorganik azotun tayini ve belirlenmesi sadece o andaki durumu göstermekten ileri gidememektedir. Bu konuda takip edilmesi gerekli en uygun yol bu tip ölçümleri belirli aralıklarla yapmaktır.

7.1.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Kjeldahl (Keldal) cihazı ile azot tayininde kullanılan araç gereçler şunlardır: Kjeldahl cihazı, Kjeldahl tüpü, çeker ocak, hassas terazi, spatül, tartım kabı, pipet, puar, mezür, erlen, büret, hesap makinesi, Kjeldahl katalizör tableti, derişik sülfürik asit (H_2SO_4).

%4'lük Borik Asit Çözeltisi: 40 g borik asit (H_3BO_3), 1 litrelik balon jodede saf su ile çözündürülür ve saf su ile hacim çizgisine tamamlanır. Çözünme biraz zor olacağı için çözelti, sıcak su banyosunda çözünene kadar bekletilir.

0,05 N Hidroklorik Asit Çözeltisi: 1 litrelik balon jodaye önce bir miktar saf su konur ve üzerine 4,14 ml HCl (%37'lik 1,19 d) eklenir, çözelti saf su ile hacim çizgisine tamamlanır.

%33'lük Sodyum Hidroksit Çözeltisi: 330 g sodyum hidroksit (NaOH), litrelik bir balon jodede çözündürüldükten sonra çözelti, saf su ile hacim çizgisine tamamlanır.

Tashiri İndikatör [Brom Kresol Yeşili ($\text{C}_{21}\text{H}_{14}\text{Br}_4\text{O}_5\text{S}$) + Metil Kırmızısı ($\text{C}_{15}\text{H}_{15}\text{N}_3\text{O}_2$)]: 0,1 g metil kırmızısı ve 0,5 g brom kresol yeşili 100 ml'lik balon jodaye konulup %95'lik etil alkolde çözündürülür, pH 4,5 değerine seyreltik NaOH veya HCl ile ayarlanır.

Kjeldahl Cihazı: Cihaz; yaş yakma, damıtma ve titrasyon üniteleri olmak üzere üç kısımdan oluşur. Yaş yakma ünitesi, bir ısıtıcı üzerine yerleştirilmiş Kjeldahl tüpleri konulabilir hazneden oluşur. Yakma esnasında açığa çıkan asit buharlarının yoğunlaştırılıp dışarı atılacağı bir asit tahliyesi sistemine sahiptir. Her ne kadar asit tahliye sistemine sahip olsa da bir miktar asit buharı ortama yayılır. Bunları dışarı atabilmek için yakma ünitesi, çeker ocaklı bir üniteye çalıştırılmalıdır. Damıtma ünitesi, yaş yakma sonunda sülfürik asitle amonyum sülfat durumuna geçmiş olan bütün azot bileşiklerindeki azotu, amonyum formuna geçirip toplamaya yarar. Isıtma, soğutma ve toplama kısımlarından oluşur. Titrasyon ünitesi, bir büret yardımı ile titrasyon yapıp renk değişimine bağlı olarak azotlu maddelerin miktarını tespit etmeye yarar. Tam otomatik cihazlarda titrasyon işlemini de cihaz yapar.

7.1.2. Toprakta Kjeldahl Metoduyla Toplam Azot Tayini Yapılışı

Temelde bir yaş yakma metodu olan Kjeldahl metodunda, toprak örneğindeki azot sülfürik asitle yakılarak amonyuma (NH_4^+) dönüştürülmektedir. Bu, amonyumun alkali bir ortamda damıtılması neticesinde açığa çıkarılan amonyak borik asitle toplatılmakta ve uygun bir indikatör kullanılarak hidroklorik asit ile titre edilerek toprakta bulunan azot miktarı tespit edilmektedir.

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



Görsel 7.1: Yakma ünitesi

Tüpler, Kjeldahl cihazının Görsel 7.1’de gösterilen yakma ünitesine yerleştirildikten sonra cihaza asit tahliye sistemi takılarak yakma işlemi başlatılır. Bu şekilde hazırlanan tüp içindeki numune, köpürme bitene kadar düşük sıcaklıkta (150-200 °C), daha sonra 420 °C’de 4-5 saat yakılır. Yakma ünitesi çeker ocak içinde bulunmalı ve yakma süresince mutlaka çeker ocak çalıştırılmalıdır. Yakma işleminden sonra numune soğuyuncaya kadar bekletilir. Fakat balon uzun süre soğumaya bırakılmamalıdır. Çünkü bu durumda kristalleşme oluşup çözünmesi güç tuzlar meydana gelebilir. Tüpler soğuduktan sonra üzerine dikkatli ve yavaş bir şekilde 25 ml saf su ilave edilir. Bu esnada ısı yükselmesi olacaktır. Tüpler, soğuyuncaya kadar bekletildikten sonra Kjeldahl cihazına yerleştirilir (Görsel 7.2).



Görsel 7.2: Kjeldahl cihazı

Damıtma ünitesinin sodyum hidroksit çekme sistemi kullanılarak tüp içindeki sıvı seviyesi 150 ml oluncaya kadar %33’lük sodyum hidroksit çekilir. 250 ml’lik bir erlene 50 ml %4’lük borik asit ve 2-3 damla tashiri indikatör çözeltisi konularak soğutucunun altına yerleştirilir. Soğutma sistemi açılıp cihaz çalıştırılarak damıtma işlemi başlatılır.

Erlende 150 ml destilat toplandığında damıtma sonlandırılır. Toplanan yeşil renkli destilat 0,05 N hidroklorik asit çözeltisi ile pembe renk elde edilinceye kadar titre edilir. Titrasyon sonunda harcanan hidroklorik asit miktarı kaydedilir. Aynı işlemler şahit için tekrarlanır. Aşağıda verilen formül yardımıyla % azot miktarı hesaplanır.



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

V_1 : Numune için titrasyonda harcanan HCl miktarı (ml)

V_2 : Şahit için harcanan HCl miktarı (ml)

N : Titrasyonda kullanılan HCl’in normalitesi

m : Kullanılan numune miktarı (g)

Örnek Soru: Kjeldahl metodu ile yapılan toplam azot tayininde, 2 g toprak örneği alınarak yaş yakma ve destilasyon yapılmıştır. 0,05 N HCl ile titrasyon yapılmış ve numune için 12 ml, kör numune için 3 ml HCl harcanmıştır. Buna göre topraktaki % azot miktarını hesaplayınız.

Çözüm:

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

$$\text{Toplam Azot (\%)} = \frac{(12 - 3) \times 0,05 \times 0,014}{2} \times 100$$

$$\text{Toplam Azot (\%)} = \frac{0,0063}{2} \times 100$$

$$\text{Toplam Azot (\%)} = 0,315$$

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

TOPRAKTA AZOT TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı toprakta azot tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak toprakta azot tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1’de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Malzemelerin temiz olmasına özen gösteriniz.
- Laboratuvar önlüğü giyiniz.

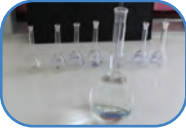


2. Hassas terazide 1-2 g toprak numunesi tartınız.

- Tartımı temiz ve kuru tartım kabında yapmaya dikkat ediniz.

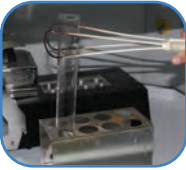
3. Tarttığınız toprağı Kjeldal tüpüne boşaltınız ve üzerine Kjeldahl katalizör tableti ve 15 ml H_2SO_4 ekleyiniz.

- Kör (şahit) numune için toprak dışındaki işlemleri tekrar ediniz.



4. Tüpleri Kjeldal yakma ünitesine yerleştiriniz ve asit tahliye sistemini açınız.

- Tüplerin düzgün şekilde yerleştiğinden emin olunuz.
- Kullanma talimatına uyunuz.



5. Yakma işlemini başlatarak köpürme bitene kadar numuneyi düşük sıcaklıkta (150-200 °C), daha sonra 420 °C’de 4-5 saat yakınız.

- Yakma ünitesi çeker ocak içinde bulunmalı ve yakma süresince mutlaka çeker ocak çalıştırılmalıdır.
- Yakma işlemi için sürenin bitmesini mutlaka bekleyiniz.



6. Yakma işleminden sonra numune soğuyuncaya kadar bekleyiniz.

- Soğutma esnasında numunede kristalleşme oluşmamasına dikkat ediniz.



7. Tüpler soğuduktan sonra numunenin üzerine dikkatli ve yavaş bir şekilde 25 ml saf su ilave ediniz.

- Bu esnada ısı yükselmesi olacağından tüpler soğuyuncaya kadar bekleyiniz.



8. Soğuyan tüpleri destilasyon ünitesine yerleştiriniz.

- Destilasyon ünitesinin sodyum hidroksit çekme sistemini kullanarak tüp içindeki sıvı seviyesi 150 ml oluncaya kadar %33'lük sodyum hidroksit çekiniz.



9. 250 ml'lik bir erlene 50 ml % 4'lük borik asit ve 2-3 damla tashiri indikatör çözeltisi koyarak soğutucunun altına yerleştiriniz.

- Erlenide 150 ml destilat toplandığında destilasyonu sonlandırınız.



10. Toplanan destilat yeşil renklidir. 0,05 N HCl çözeltisi ile pembe renk elde edinceye kadar numuneyi titre ediniz.

- Renk dönüşümüne dikkat ediniz.



11. Harcanan HCl miktarını not ediniz.

- Formül yardımıyla hesaplamaları yapınız.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

1. Elde ettiğiniz azot miktarını Tablo 7.3'e göre değerlendiriniz.

.....

.....

.....

.....

.....

2. Bu toprak örneğinde bitki yetiştirmiş olsaydınız, yetiştirdiğiniz bitkinin gelişim durumu nasıl olurdu?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7.2. TOPRAKTA FOSFOR TAYİNİ

Fosfor, bitkilerde nükleik asitin ve fosfolipitlerin yapı maddesidir. Fosforun bitkideki en büyük etkisi, bitki kök sisteminin gelişmesi üzerinedir.

Fosfor eksikliğinde bitki kök sistemi gelişemez, bitkiler normal büyümez, bitkinin verimi azalır. Yapraklar, fosfor eksikliği durumunda Görsel 7.3'te gösterildiği gibi önce koyu yeşile, daha sonra da kırmızı ve kırmızı-mor bir renge dönüşür. Fosforun fazlalığı ise potasyum, kalsiyum, demir, bakır ve çinko alımını engelleyerek dolaylı olarak bitkiye zarar verir.

Genel olarak toprakların fosfor düzeyi %0,02 ile %0,15 arasında değişmekte olup bunun çok az bir kısmı bitkiler tarafından alınabilir formdadır. Topraktaki organik atıkların bileşimindeki organik fosfordan, bitkilerin yararlanması için organik maddenin parçalanıp bitkilerin alabileceği forma dönüşmesi gerekmektedir.



Görsel 7.3: Bitkilerde fosfor eksikliği

Toprakların fosfor içeriğine göre sınıflandırılması Tablo 7.4'te verilmiştir.

Tablo 7.4: Toprakların Fosfor İçeriklerine Göre Sınıflandırılması

Fosfor Miktarı (kg/da)	Sınıfı
<3	Çok az
3-6	Az
6-9	Orta
9-15	Fazla
>15	Çok fazla

Toprakta fosfor tayininde izlenen yol, öncelikle topraktaki fosforun ekstrakte edilmesi, daha sonra ekstrakttaki fosfor miktarının belirlenmesidir.

7.2.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Toprakta sodyum bikarbonatta çözünebilen fosfor tayini yaparken aşağıdaki kimyasallar ve çözeltiler kullanılır: hassas terazi, erlen, spatül, mezür, yatay çalkalayıcı, filtre kâğıdı, huni, pipet, milimetrik kâğıt, spektrofotometre.

0,5 N Sodyum Bikarbonat Çözeltisi (pH 8,5): Analitik saflıkta 42 g sodyum bikarbonat (NaHCO_3), litrelik balon jöjeye konulur ve yeteri miktarda saf suda eritilir. Balon, yaklaşık 950 ml'ye kadar saf su ile doldurulup sodyum hidroksit (NaOH) kullanarak pH'si 8,5'e ayarlanır ve son hacim bir litreye tamamlanır. Bu çözelti, cam şişelerde bir ay, buzdolabında polietilen şişelerde uzun süre saklanabilir. Belirli dönemlerde pH kontrolü yapılmalıdır.

Amonyum Molibdat Çözeltisi: 15 g amonyum molibdat [$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$], litrelik balon jöjeye konulur. Üzerine 300 ml sıcak (60 °C civarında) saf su ilave edilerek numune eritilir. Üzerine 346 ml analitik saflıktaki derişik HCl, yavaş yavaş ve dikkatlice ilave edildikten sonra numune iyice çalkalanır ve saf suyla bir litreye tamamlanır. Hazırlanan bu çözelti koyu renkli şişede saklanır.

Stok Kalay Klorür Çözeltisi: Kimyaca saf 10 g kalay klorür ($\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), 25 ml derişik hidroklorik asit (%37'lik) içerisinde eritilir ve kahverengi bir şişede buzdolabında muhafaza edilir.

Seyreltilmiş Kalay Klorür Çözeltisi: Stok kalay klorür çözeltisinden 1 ml alınıp üzerine 132 ml saf su ilave edilerek çözelti seyreltilir, iyice çalkalanır ve kullanılmadan önce 10-15 dakika dinlendirilir. Bu çözelti 1-2 saat kullanılabilir, her analizden önce yeniden hazırlanır.

Stok Fosfor Çözeltisi (100 ppm'lik): Kimyaca saf potasyum dihidrojen fosfat (KH_2PO_4), 40 °C'de kurutulduktan sonra 0,4393 g tartılır, litrelik balona konur ve yaklaşık 500 ml saf su ilave edilerek eritildikten sonra balonun hacmi saf su ile litreye tamamlanır. Bu çözelti 100 mg/l (ppm) fosfor kapsar.

Seyreltilmiş Fosfor Çözeltisi: 100 mg/l fosfor içeren stok fosfor çözeltisinden 1 ml alınıp 100 ml'lik balona konularak çözelti, saf su ile hacim çizgisine tamamlanır. Bu çözelti 1 mg/l (ppm) fosfor kapsar ve hazırlanacak olan standart serilerde bu çözelti kullanılır.

Tablo 7.5: Standart Çözelti Serileri

Çözelti Serileri (ml)	Fosfor Konsantrasyonu (mg/l)
0,0	0,0
0,5	0,02
1,0	0,04
1,5	0,06
2,0	0,08
2,5	0,10

7.2.2. Toprakta Sodyum Bikarbonatta Çözünebilen Fosfor Tayini Yapılışı

Analize hazırlanan toprak numunesinden 5 g tartılarak uygun bir çalkalama kabına aktarılır. Üzerine 100 ml 0,5 N sodyum bikarbonat çözeltisi eklenir. Çalkalama kabının ağzı sıkıca kapatılarak numune yatay çalkalayıcıda yaklaşık 30 dakika çalkalanır. Süre sonunda karışım yatay çalkalayıcıdan alınarak filtre kâğıdından süzülür. Elde edilen süzüntüden 5 ml alınarak 25 ml'lik balon jojeye aktarılır. Üzerine 5 ml amonyum molibdat çözeltisi ilave edilerek çözelti iyice çalkalanır. Çalkalama esnasında CO_2 çıkışı nedeniyle çözeltide köpürme olacağından çalkalama işlemi önce yavaş yapılmalıdır. Köpürme azalınca kadar çalkalamaya devam edilmelidir. Bu işlemden sonra balonun ağzını da yıkayacak şekilde saf su ilave edilerek karışımın hacmi yaklaşık 20 ml'ye tamamlanır. Daha sonra çözeltinin üzerine 1 ml sulandırılmış kalay klorür çözeltisi eklenerek çözelti tekrar çalkalanır. Balon joje, saf su ile çizgisine tamamlanıp kapağı kapatılarak tekrar çalkalanır. Yine bu esnada CO_2 çıkışı olabileceğinden çalkalama önce yavaş yapılır ve balonun kapağı açılıp CO_2 'nin çıkması sağlanır. Bu işlem birkaç kez tekrarlanır. Hazırlanan bu numune çözeltisi 10 dakika dinlendirilir.

Standart fosfor çözelti serileri hazırlamak için 1 ppm fosfor kapsayan seyreltilmiş fosfor çözeltisinden 0,0-0,5-1,0-1,5-2,0-2,5 ml alınarak 25 ml'lik balon jojelere konulur. Her birinin üzerine 5 ml 0,5 N sodyum bikarbonat çözeltisi eklenip çözeltiler çalkalanır. Daha sonra her birine 5 ml amonyum molibdat çözeltisi eklenir. Balonun boyun kısmını da yıkayacak şekilde jojeye saf su ilave edilerek çözeltinin hacmi yaklaşık 20 ml'ye tamamlanır. Karışım üzerine 1 ml sulandırılmış kalay klorür çözeltisi eklenir. Balon jojeler saf su ile hacim çizgilerine tamamlanır. Bu standart çözeltiler sırasıyla 0,00-0,02-0,04-0,06-0,08 ve 0,10 mg/l (ppm) fosfor içerir (Tablo 7.5). Kalay klorür eklendikten sonra çözeltilerde fosfor içeriğine göre değişen yoğunlukta mavi bir renk oluşur. Mavi rengin iyice belirginleşmesi için 10 dakika beklenip spektrofotometre okumasına geçilir.

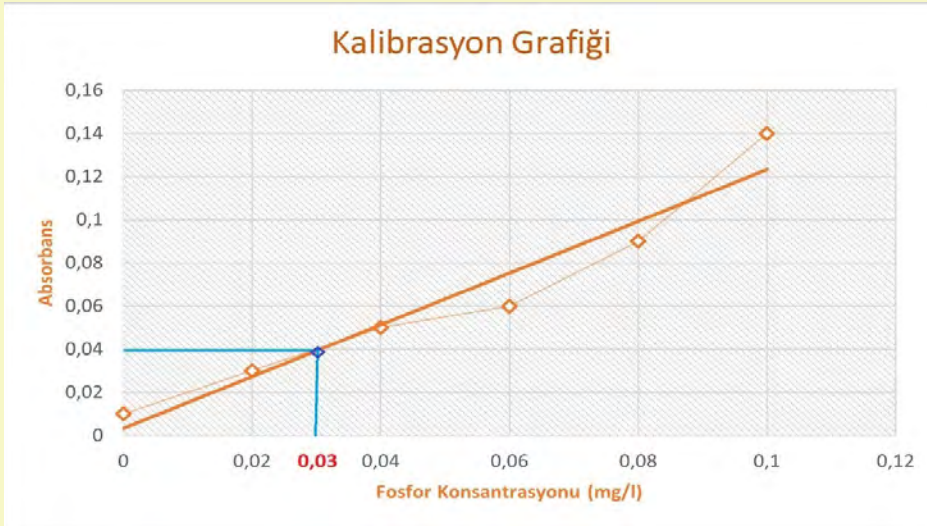
Analizden 15-20 dakika önce çalıştırılmış olan spektrofotometrenin dalga boyu 660 nm'ye ayarlanır. Spektrofotometrenin kör çözelti ile 0 ayarı, konsantrasyonu en yüksek çözelti ile de 100 ayarı yapılır. Daha sonra standart fosfor çözeltisi serilerinin ve numune çözeltisinin okumaları yapılır.

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

Örnek Soru: Analize hazırlanmış toprak numunesinden 5 g tartılıp toprakta sodyum bikarbonatta çözünebilen fosfor tayini yöntemine uygun olarak 25 ml numune çözeltisi hazırlanmıştır. Daha sonra spektrofotometrede okuması yapılmış ve absorbens 0,04 okunmuştur. Hazırlanan fosfor çözelti serilerinin konsantrasyonları ve absorbens değerleri aşağıdaki tabloda verildiğine göre bu toprak numunesinin fosfor konsantrasyonunu kalibrasyon grafiği çizerek hesaplayınız.

Fosfor Konsantrasyonu (mg/l)	Absorbans Değeri
0,0	0,01
0,02	0,03
0,04	0,05
0,06	0,06
0,08	0,09
0,10	0,14

Çözüm:



Okunan absorbens değeri kalibrasyon grafiğinde yerine yerleştirildiğinde toprak numunesinin fosfor konsantrasyonu 0,03 bulunur. Toprak numunesinde seyreltme yapıldığından bulunan değer seyreltme faktörüyle çarpılır.

$$SF = 25/5 = 5$$

$$\begin{aligned} \text{Fosfor Konsantrasyonu (mg/l)} &= 0,03 \times SF \\ &= 0,03 \times 5 \\ &= 0,15 \end{aligned}$$

$$\text{Fosfor Konsantrasyonu (mg/l)} = 0,15 \text{ mg/l}$$

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

TOPRAKTA FOSFOR TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı toprakta fosfor tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak toprakta fosfor tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1’de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Malzemelerin temiz olmasına özen gösteriniz.



2. Hassas terazide ağız kapaklı cam şişelere konmak üzere 5 g toprak numunesi tartınız.

- Tartımı dikkatli yapınız.



3. Şişelerin üzerine 100 ml ekstraksiyon çözeltisi ilave ediniz.

- Ekstraksiyon çözeltinin pH değerinin 8,5 olmasına dikkat ediniz.



4. Hazırlanan ekstraktı 30 dk. yatay çalkalayıcıda çalkalayınız.

- Yatay çalkalayıcının kullanma talimatına uyunuz.



5. Oluşan ekstraktı süzme düzeneğinde süzünüz.

- Süzme işlemini yaparken filtre kâğıdının yırtılmamasına dikkat ediniz.



6. Çıkarılan ekstrakttan 5 ml alıp 25 ml'lik balon jojelere aktarınız. Üzerine 5 ml amonyum molibdat çözeltisi ilave ederek el ile çalkalayınız.

- Aktarma işlemini yaparken ve asit ilave ederken dikkatli olunuz.

7. Balon joje yaklaşık 20 ml oluncaya kadar saf su ilave ediniz. Hava kabarcıkları (CO₂) çıkışı bitinceye kadar balon jojeyi hafif hafif çalkalayınız .

- Çalkalama esnasında numunenin taşmamasına dikkat ediniz.

7.3. TOPRAKTA POTASYUM TAYİNİ

Türkiye topraklarında %0,3-3 arasında potasyum bulunur. Ancak bu potasyum miktarının büyük bir kısmı bitkilerin alaçağı formda olmadığından toprağa gerekli potasyum verilmelidir.

Potasyum, bitkilerde su dengesini ve fotosentez ürünlerinin üretimini ve taşınmasını sağlar. Potasyum, meyvenin dayanıklılığını artırır. Renk, tat ve koku gibi özellikleri düzenleyerek kaliteli meyveler elde edilmesini sağlar. Potasyum eksikliğinde bitkilerdeki yaprakların uçlarında ve kenarlarında sararma daha sonra da kuruma görülür (Görsel 7.4). Potasyum fazlalığı ise magnezyum ve kalsiyum noksanlığına sebep olabilir.



Görsel 7.4: Bitkilerde potasyum eksikliği

Toprakların potasyum içeriklerine göre sınıflandırılması Tablo 7.6'da verilmiştir.

Tablo 7.6: Toprakların Potasyum İçeriklerine Göre Sınıflandırılması

Potasyum Miktarı (kg/da)	Sınıfı
20'den az	Çok az
20-30	Az
30'dan fazla	Yeterli

Bitkilerin potasyum ihtiyacı oldukça fazladır. Bitkiler, potasyumu bünyelerine ya iyon (K^+) hâlinde ya da kontak değişim yoluyla (değme ile kök üzerinden katyonların alınması) almaktadır. Bitkiler potasyumu bünyelerine değişebilir/alınabilir formda aldıklarından bu formda toprakta bulunan potasyum miktarı çok azdır. Bu nedenle topraklara; potasyum klorür, potasyum sülfat ve potasyum nitrat tuzlarını içeren gübrelerle takviye yapılmalıdır.

Potasyum tayini; alev fotometresi, atomik absorpsiyon spektrofotometresi gibi fotometrik yöntemlerle yapılmaktadır. Alev fotometresiyle potasyum tayini; toprakta bulunan potasyumun, amonyum asetat çözeltisiyle ekstrakte edilerek çözeltiye geçen potasyumun alev fotometrede okunması esasına dayanır.

7.3.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Toprakta potasyum tayini yaparken kullanılan araç gereç ve kimyasallar şunlardır: hassas terazi, ekstraksiyon şişesi, spatül, pipet, yatay çalkalayıcı, huni, filtre kâğıdı, alev fotometresi.

1 N Amonyum Asetat Çözeltisi: Toz amonyum asetat 77,09 g amonyum asetat (CH_3COONH_4) tartılıp litrelik bir balon jojeye aktarılır. Üzerine 700-800 ml saf su eklenip asetat çözündürülür. Çözeltinin pH değeri amonyum hidroksit veya asetik asit ile 7,0'ye ayarlanır ve balon joje saf su ile hacim çizgisine tamamlanır.

Stok Potasyum Çözeltisi (1000 ppm): Bir miktar potasyum klorür (KCl), 105 °C'de kurutulduktan sonra 7,456 g tartılarak litrelik balon jojeye aktarılır. Bir miktar amonyum asetat çözeltisi içerisinde çözündürüldükten sonra balon jojenin hacmi aynı çözelti ile litreye tamamlanır. Bu çözelti 1000 mg/l (ppm) potasyum kapsar.

7.3.2. Toprakta Potasyum Tayininin Yapılışı

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

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

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

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

Çözeltilerin okumalarına geçilmeden önce alev fotometresinin ayarları yapılmalıdır. Bunun için ilk önce alev fotometresinin alev ayarı yapılır. Alev ayarı ya cihazın kullanım kılavuzunda belirtildiği şekilde ya da alevin sarı renk vermeden mavi renkte en büyük üçgen şeklini alabileceği duruma getirilerek yapılır. Alev ayarı yapıldıktan sonra cihazın ısınması için 10-15 dakika beklenir. Alev fotometresinin filtre düğmesi, potasyuma alınır. Bundan sonra cihazın tanık çözelti ile sıfır ayarı; konsantrasyonu en yüksek olan standart çözeltiyle de yüz ayarı yapıldıktan sonra okumaya geçilir. Sıfır ve yüz ayarı birkaç kez yapıp ayarın düzenli olduğu kesinleştirildikten sonra çözeltilerin okunmasına geçilir. Hazırlanan standart potasyum klorür çözelti serilerinin ve numune çözeltisinin okumaları yapıldıktan sonra kalibrasyon eğrisi oluşturularak numune çözeltisinin potasyum konsantrasyonu belirlenir.

Numune çözeltisinde seyreltme yapılmışsa potasyum konsantrasyonu belirlendikten sonra formül yardımıyla numunenin toplam potasyum miktarı hesaplanır.



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

A: Numune çözeltisinin potasyum konsantrasyonu (ppm)

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

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

Çözüm:

$$A = 21 \text{ ppm}$$

$$SF = 100/10 = 10$$

$$\text{Potasyum} = A \times SF$$

$$\text{Potasyum} = 21 \times 10$$

$$\text{Potasyum} = 210 \text{ ppm}$$

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

TOPRAKTA POTASYUM TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı toprakta potasyum tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak toprakta potasyum tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1'de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Malzemelerin temiz olmasına özen gösteriniz.



2. Hassas terazide, ağzı kapaklı cam şişelere konmak üzere 10 g toprak numunesi tartınız.

- Tartımı temiz ve kuru tartım kabında yapmaya dikkat ediniz.



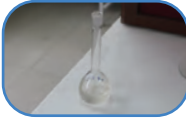
3. Tarttığınız toprağın üzerine 25 ml 1 N amonyum asetat çözeltisi ilave ettikten sonra çözeltiyi çalkalayıp şişelerin kapağını kapatarak çözeltiyi 1 gece (10-12 saat) oda sıcaklığında bekletiniz.

- Bekleme süresine dikkat ediniz.



4. Bekletme süresinin sonunda çözeltinin berrak kısmını süzerek süzülen çözeltiyi 100 ml'lik balon jöjeye aktarınız. Çözeltinin üzerine tekrar 25 ml 1 N amonyum asetat çözeltisi ilave edip çalkaladıktan sonra çözeltiyi filtre kâğıdı ile balon jöjeye süzünüz. Bu işlemi iki kez daha tekrarladıktan sonra balon jöjeyi amonyum asetatla hacim çizgisine tamamlayınız.

- Süzme işemini dikkatli yapınız, süzükte bulanıklık olmamasına dikkat ediniz.



5. Stok potasyum çözeltisinden 100 ml'lik balon jöjelere sırasıyla 0, 1, 2, 3, 4, 5 ml alınız. Balon jöjeleri 1 N amonyum asetat çözeltisi ile hacim çizgilerine tamamlayınız.

- Balon jöjelerin üzerlerini yazınız.



6. Alev fotometresini 10-15 dk. önce çalıştırınız, cihazın 0 ve 100 ayarını yapınız.

- Alev fotometresinin kullanma talimatına uyunuz.
- Sıfır ayarını şahit çözelti ile yüz ayarını konsantrasyonu en yüksek çözelti ile yapınız.



7. Alev fotometresinde çözelti serilerinin ve numunenin okumalarını yaptıktan sonra kalibrasyon grafiğini çiziniz. Numunenin potasyum konsantrasyonunu tespit ediniz.

- Numunede seyreltme yapılmışsa gerekli hesaplamaları yapınız.
- Çalıştığınız malzemelerin temizliğini yapınız.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

1. Elde ettiğiniz potasyum miktarını Tablo 7.6'ya göre değerlendiriniz.

2. Bu toprak örneğinde bitki yetiştirmiş olsaydınız, yetiştirdiğiniz bitkinin gelişim durumu nasıl olurdu?

7.4. TOPRAKTA KALSİYUM VE MAGNEZYUM TAYİNİ



Görsel 7.5: Bitkilerde kalsiyum eksikliği

Kalsiyum, bitki ve hayvanlar için en önemli minerallerden biridir. Kalsiyum genç yapraklara oranla yaşlı yapraklarda daha fazladır. Kalsiyum, hücre bölünmesinde ve tohum çimlenme oranının artmasında rol oynamaktadır. Bitkide yaprak ve sapların dayanıklılığını artırarak sağlıklı yapı oluşmasında yardımcı olur.

Kalsiyum eksikliğinde, bitkinin meyvesinde kahverengileşme ve kök büyümesinde azalma görülür (Görsel 7.5). Kalsiyum fazlalığı fosfor ve bazı iz elementlerin (demir, manganez, bor, alüminyum gibi) alımını engelleyebilir. Ayrıca kalsiyumun fazla olması durumunda toprak pH değeri yükselir.

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

Toprakta kalsiyum ve magnezyum tayinlerinde volümetrik ve fotometrik yöntemler kullanılmaktadır. Volümetrik yöntemde hazırlanan numune çözeltisi, uygun indikatörler eklendikten sonra EDTA çözeltisi ile titre edilerek kalsiyum miktarı tespit edilir.

Toprakta kalsiyum tayini; amonyum asetat çözeltisiyle hazırlanmış toprak ekstraktının amonyum purpurat indikatörü eklenip EDTA çözeltisiyle titre edilerek kalsiyum miktarının belirlenmesi esasına dayanır.

7.4.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Toprakta EDTA titrasyon yöntemi ile kalsiyum tayini yapılırken kullanılan araç gereç ve kimyasallar şunlardır: hassas terazi, santrifüj, yatay çalkalayıcı, santrifüj tüpü, spatül, pipet, balon, erlen, büret, filtre kâğıdı.

1 N Sodyum Asetat ($\text{NaCH}_3\text{COO} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) Çözeltisi: 136 g sodyum asetat, bir miktar saf su ile çözülüp litreye tamamlanmalıdır. Çözeltinin pH değeri, sodyum hidroksit veya asetik asit kullanılarak 8,2'ye ayarlanmalıdır.

4 N Sodyum Hidroksit (NaOH) Çözeltisi: 160 g sodyum hidroksit (NaOH), bir miktar saf suda eritilerek litreye tamamlanır.

Amonyum Purpurat İndikatörü (Mürexid): 0,5 g amonyum purpurat, toz hâlindeki 100 g potasyum sülfat (K_2SO_4) ile karıştırılır.

0,01 N Disodyum Etilen Diamintetra Asetat Dihidrat (EDTA) Çözeltisi: 2 g disodyum etilen diamintetra asetat dihidrat ve 0,05 g magnezyum klorür ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) suda çözündürülerek son hacim litreye tamamlanır.

7.4.2. EDTA Titrasyon Yöntemiyle Kalsiyum Tayininin Yapılışı

Analize hazırlanmış toprak numunesinden 4-6 g tartılarak santrifüj tüpüne aktarılır. Üzerine 33 ml 1 N sodyum asetat çözeltisi ilave edilerek tüpün tıpası kapatılıp çözelti 5 dakika çalkalanır. Çalkalama işleminden sonra tüp santrifüje yerleştirilerek 1000 devir/dakikada yaklaşık 5 dakika santrifüj edilir. Tüp, santrifüjden alınıp berrak kısım filtre kâğıdı ile süzülerek süzülen kısım 100 ml'lik balon jojeye aktarılır. Santrifüj tüpüne tekrar 33 ml sodyum asetat çözeltisi konularak aynı işlemler tekrarlanır. Bu işlemler 3 kez tekrarlandıktan sonra filtre kâğıdı yıkanıp balon joje sodyum asetatla hacim çizgisine tamamlanır.

Hazırlanan numune ekstraktından 5 ml alınarak numunenin üzerine 20 ml saf su ilave edilir. Numune uygun bir erlene aktarılır. Numunenin üzerine 4 N sodyum hidroksitten 5-10 damla ilave edilip pH 12'ye getirilmelidir. Numuneye 0,5 g amonyum purpurat indikatörü ilave edilerek karıştırılır. Büret EDTA çözeltisi ile doldurulur. Çözelti EDTA ile titre edilir. Renk pembeden eflatuna döndüğünde titrasyon sonlandırılır. Harcanan EDTA miktarı kaydedilir. Şahit için numune çözeltisinin titrasyonunda kullanılan ekstrakt miktarı kadar (5 ml) saf su alınarak aynı işlemler yapılır ve harcanan EDTA miktarı kaydedilerek hesaplamaya geçilir.



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

Ca: Topraktaki kalsiyum miktarı (miliekivalent/litre)

A: Analizde harcanan EDTA miktarı (ml)

B: Şahitte harcanan EDTA miktarı (ml)

N: EDTA çözeltisinin normalitesi

a: Alınan süzöntü miktarı (ml)

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

$$mg/l = \frac{Ca \text{ miktarı} \times M_A}{T_d}$$



Not alınız...

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

TOPRAKTA KALSİYUM TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı toprakta kalsiyum tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak toprakta kalsiyum tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1'de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Malzemelerin temiz olmasına özen gösteriniz.



2. Analize hazırlanmış toprak numunesinden 4-6 g tartarak santrifüj tüpüne aktarınız.

- Tartım ve aktarma işlemlerinde özenli olunuz.



3. Tüpün üzerine 33 ml 1 N sodyum asetat çözeltisi ilave ederek tüpün tıpasını kapatınız ve çözeltiyi 5 dakika çalkalayınız.

- Çalkalama işleminde süreye dikkat ediniz.



4. Çalkalama işlemi sonunda tüpü santrifüje yerleştirip 1000 devir/dakika yaklaşık 5 dakika santrifüj ediniz.

- Santrifüjleme işleminde süreye uyunuz.



5. Tüpü santrifüjden alarak berrak kısım filtre kâğıdı ile süzünüz.

- Süzme işleminde acele etmeyiniz, özenli olunuz.



6. Süzülen kısmı 100 ml'lik balon jojeye aktarınız.

- Aktarma işlemini dikkatli yapınız.



7. Santrifüj tüpüne tekrar 33 ml sodyum asetat çözeltisi koyarak aynı işlemleri bir daha uygulayınız.

- Basamak atlamadan işlemi tekrar ediniz.



8. Bu işlemleri 3. kez tekrarladıktan sonra filtre kâğıdını yıkayıp balon jokeyi sodyum asetatla hacim çizgisine tamamlayınız.

- İşlemleri belirtilen şekilde ve sayıda yapınız.
- Filtre kâğıdının iyice yıkandığından emin olunuz.



9. Erlen içerisinde 5 ml ekstrakt olarak ekstraktın üzerine 20 ml saf su ilave ediniz.

- Uygun hacimli erlenmayer seçiniz.



10. Erlen içerisindeki ekstrakta 5-10 damla NaOH ilave ediniz.

- NaOH ilavesinde pH değerinin 12 olmasına dikkat ediniz.



11. Hazırladığınız ekstrakta 0,5 g amonyum purpurat indikatörü ilave ederek karıştırınız.

- İndikatör ilavesini dikkatli yapınız.



12. Büreti huni yardımıyla EDTA çözeltisi ile doldurunuz.

- Büreti doldurmadan önce bir miktar EDTA çözeltisi ile çalkalayınız.



13. Çözeltiyi rengi pembeden eflatun rengine dönünceye kadar EDTA ile titre ediniz.

- Renk değişiminin 15-20 sn. kalıcı olmasına dikkat ediniz.



14. Harcanan EDTA miktarını büretten okuyup not ediniz.

- Gerekli hesaplamaları yapınız.
- Şahit çözelti için de aynı işlemleri uygulayıp harcanan EDTA miktarını not ediniz.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Bu toprak örneğinde bitki yetiştirmiş olsaydınız, yetiştirdiğiniz bitkinin gelişim durumu nasıl olurdu?

[illegible]

7.4.3. EDTA Titrasyon Yöntemiyle Kalsiyum + Magnezyum Tayini

Toprakta; magnezyum, bitkilerce fosforun yaprakтан alımını hızlandırır. Magnezyum, yapraklarda klorofilin bileşiminde bulunur ve yaprağa yeşil rengini verir. Tohumda bol miktarda bulunur ve bundan dolayı yağ oluşumu için önemli kabul edilir.

Bitkide magnezyum eksikliğinde yaprakta sap kısmından başlayarak damar aralarında büyük lekeler hâlinde renk açılması ve daha sonra kahverengi ölü dokular meydana gelir (Görsel 7.6). Lekeler; yaprakların orta damarlarına, yaprak kıyısına ve yaprağın uç kısmına doğru ilerler. Erken yaprak dökümüne sebep olur. Bitkilerde magnezyum fazlalığı nadiren görülür. Magnezyum fazlalığı, potasyum alımını engeller. Ayrıca ağaçların kök gelişimini olumsuz yönde etkiler.

Topraklarda magnezyum; değişebilir formda, suda çözünebilir formda ve değişik minerallerle bileşikler oluşturmuş şekilde bulunur. Bitkiler, toprak çözeltisindeki değişebilir ve suda çözünebilir formdaki magnezyumdan yararlanır.



Görsel 7.6: Bitkilerde magnezyum eksikliği

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

Toprakta kalsiyum+magnezyum tayini; amonyum asetat çözeltisiyle hazırlanmış toprak ekstraktının, Eriochrome Black-T indikatörü eklenip EDTA çözeltisiyle titre edilerek Ca + Mg miktarının belirlenmesi esasına dayanır. Belirlenen kalsiyum+magnezyum miktarından kalsiyum miktarı çıkarılarak magnezyum miktarı bulunur.

7.4.3.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Toprakta EDTA titrasyon yöntemi ile kalsiyum ve magnezyum tayinleri yapılırken kullanılan araç gereç ve kimyasallar şunlardır: hassas terazi, yatay çalkalayıcı, santrifüj tüpü, spatül, pipet, balon, erlen, bürer, filtre kâğıdı.

1 N Sodyum Asetat ($\text{NaCH}_3\text{COO} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) Çözeltisi: 136 g sodyum asetat, bir miktar saf su ile çözülüp litreye tamamlanmalıdır. Çözeltinin pH değeri, sodyum hidroksit veya asetik asit kullanılarak 8,2'ye ayarlanmalıdır.

Tampon Çözeltisi: 67,5 g amonyum klorür (NH_4Cl), 200 ml saf suda eritilir. Çeker ocakta üzerine 570 ml konsantre amonyum hidroksit (NH_4OH) eklenerek hacmi litreye tamamlanır.

Eriochrome Black-T İndikatörü: 0,2 g Eriochrome Black-T 50 ml %95'lik etil alkol içinde çözündürülerek hazırlanır.

0,01 N Disodyum Etilen Diamintetra Asetat Dihidrat (EDTA) Çözeltisi: 2 g disodyum etilen diamintetra asetat dihidrat ve 0,05 g magnezyum klorür ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) suda çözündürülerek son hacim litreye tamamlanır.

7.4.3.2 Kalsiyum + Magnezyum ($\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$) Tayini Yapılışı

Kalsiyum analizinde anlatıldığı gibi numune ekstraktı hazırlanır. Hazırlanan numune ekstraktından 5 ml alınarak numunenin üzerine 20 ml saf su ilave edilir. Numune uygun bir erlene aktarılır. Numunenin üzerine 10 damla tampon çözelti ve 3-5 damla Eriochrome Black-T indikatörü ilave edilir. Renk, şarap kırmızısından gök mavisine dönüşünceye kadar EDTA çözeltisi ile titre edilir. Çözelti rengi mavi olunca titrasyona son verilerek harcanan EDTA miktarı kaydedilir. Şahit için numune çözeltisinin titrasyonunda kullanılan ekstrakt miktarı kadar saf su alınıp aynı işlemler yapılır ve harcanan EDTA miktarı kaydedilerek aşağıda verilen formül ile hesaplama yapılır.



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

Ca + Mg: Topraktaki kalsiyum ve magnezyum miktarlarının toplamı (me/l)

A: Analizde harcanan EDTA miktarı (ml)

B: Şahitte harcanan EDTA miktarı (ml)

N: EDTA çözeltisinin normalitesi

a: Alınan süzöntü miktarı (ml)



Ca + Mg miktarından kalsiyum analizinde elde edilen kalsiyum miktarı çıkarılarak magnezyum miktarı hesaplanır. Bulunan magnezyum miktarı 12,16 (magnezyumun ekivalant ağırlığı) ile çarpılarak mg/l olarak ifade edilir.

$$\text{mg/l} = \frac{\text{Mg miktarı} \times M_A}{T_d}$$

Örnek Soru: Bir toprak analizinde; 5 ml süzüntü alınarak 0,01 N olan EDTA çözeltisi ile titre edilmiştir. Kalsiyum için analizde harcanan EDTA miktarı 8 ml ve şahit deney için harcanan EDTA miktarı 3 ml tespit edilmiştir. Kalsiyum + magnezyum analizi için ise 5 ml süzüntü alınmış, titrasyon işleminde harcanan EDTA miktarı 12 ml, şahit deney için 4 ml olduğuna göre bu toprakta bulunan kalsiyum, kalsiyum + magnezyum ve magnezyum miktarını bulunuz.

Çözüm:

Kalsiyum için verilenler:

a: 5 ml

A: 8 ml

B: 3 ml

N: 0,01 N

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

$$Ca = \frac{(8 - 3) \times 0,01 \times 1000}{5}$$

$$Ca = \frac{5 \times 10}{5} = 10 \text{ me/l}$$

veya

$$Ca = 10 \times 20,04 = 200,4 \text{ mg/l}$$

Kalsiyum + magnezyum için verilenler:

a: 5 ml

A: 12ml

B: 4 ml

N: 0,01 N

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

$$\text{Ca} + \text{Mg} = \frac{(12 - 5) \times 0,01 \times 1000}{5}$$

$$\text{Ca} + \text{Mg} = \frac{7 \times 10}{5}$$

$$\text{Ca} + \text{Mg} = 14 \text{ me/l}$$

Magnezyum için

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

$$\text{Mg} = 14 - 10$$

$$\text{Mg} = 4 \text{ me/l}$$

veya

$$\text{Mg} = 4 \times 12,16 = 48,64 \text{ mg/l}$$

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

TOPRAKTA KALSİYUM + MAGNEZYUM TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı toprakta kalsiyum + magnezyum tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak toprakta kalsiyum + magnezyum tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1'de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Malzemelerin temiz olmasına özen gösteriniz.



2. Erlen içerisine 5 ml ekstrakt alarak ekstraktın üzerine 20 ml saf su ilave ediniz.

- Uygun hacimli erlen seçiniz.



3. Erlen içindeki ekstrakta 10 damla tampon çözeltisi damlatınız.

- pH değerinin 9,5 olmasına dikkat ediniz.



4. Eriochrome Black - T indikatöründen 3-5 damla damlatınız.

- Fazla indikatör ilavesinden kaçınınız.



5. Büreti huni yardımıyla EDTA çözeltisi ile doldurunuz.

- Büreti doldurmadan önce bir miktar EDTA çözeltisi ile çalkalayınız.



6. Çözeltinin rengi şarap kırmızısından mavi renge dönünce titrasyonu sonlandırınız.

- Renk dönüşümüne dikkat ediniz.



7. Harcanan EDTA çözeltisinin miktarını büretten okuyarak not ediniz.

- Şahit çözelti için de aynı işlemleri uygulayarak harcanan EDTA miktarını not ediniz.
- Gerekli hesaplamaları yapınız.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Bu toprak örneğinde bitki yetiştirmiş olsaydınız, yetiştirdiğiniz bitkinin gelişim durumu nasıl olurdu?

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Not alınız...

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıda verilen boşlukları doğru ifade ile doldurunuz.

1. Topraktaki en önemli inorganik azot formları nitrit (NH_2), ... ve amonyumdur (NH_4).
2. Bitkilerde nükleik asidin ve fosfolipitlerin yapı maddesine denir.
3. Toprakta tayini; amonyum asetat çözeltisiyle hazırlanmış toprak ekstraktının, eriochrome black-T indikatörü eklenip EDTA çözeltisiyle titre edilmesi esasına dayanır.

B) Aşağıdaki soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

1. 5 g analiz numunesi 1 N amonyum asetat çözeltisi ile ekstrakte edilip süzölmüş ve son hacim 100 ml'ye tamamlanmıştır. Alev fotometresinde yapılan ölçümler sonucunda kalibrasyon eğrisi kullanılarak numune çözeltisinin potasyum konsantrasyonu 17 ppm bulunmuştur. Numunenin potasyum miktarı kaç ppm'dir?
 A) 340
 B) 240
 C) 200
 D) 140
 E) 100
2. Toprakta kalsiyum tayini yapılırken kullanılan indikatör hangisidir?
 A) Fenolftalein
 B) Metil oranj
 C) Eriochrome black-T
 D) Amonyum purpurat
 E) Timol mavisi
3. I. Kuru yakma
 II. Yaş yakma
 III. Kurutma
 IV. Damıtma
 V. Titrasyon
 Toprakta Kjeldahl metoduyla toplam azot tayini yukarıda verilen hangi aşamalardan oluşmaktadır?
 A) I-II-III
 B) II-III-IV
 C) II-IV-V
 D) III-IV-V
 E) I-III-V

C) Aşağıda verilen soruları yanıtlayınız.

1. Toprakta fosfor miktarının bitki gelişimine etkisini açıklayınız.
2. Toprakta Ca+Mg tayininde kullanılan EDTA titrasyon yönteminin prensibi nedir?



YAPRAK NUMUNESİNİ ANALİZE HAZIRLAMA

KONULAR

- 8.1. YAPRAK NUMUNESİ ALMA VE NUMUNESİNİ ANALİZE HAZIRLAMA
- 8.2. YAPRAKLARDA KURU YAKMA
- 8.3. YAPRAKLARDA YAŞ YAKMA

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Yaprak numunesi almayı ve analize hazırlamayı
- Kül fırınıyla yapraklarda kuru yakma yapmayı
- Yapraklarda yaş yakma yapmayı

TEMEL KAVRAMLAR

- Çiçeklenme dönemi
- Drenaj

HAZIRLIK ZAMANI

1. Yeryüzünde bitkiler olmasaydı yaşam nasıl olurdu?
2. Bitkilerdeki gelişme geriliğini nasıl anlarız?



8.1. YAPRAK NUMUNESİ ALMA VE NUMUNEYİ ANALİZE HAZIRLAMA

Toprak analizleri, toprağın verimlilik durumunu doğrudan yansıtır ancak toprakta var olan besin elementlerinin bitki tarafından ne düzeyde alındığını tam olarak göstermez. Bu nedenle hem bitkilerin besin maddesi içeriğinin tespit edilmesi hem de o bitkilerin yetiştikleri toprakların verimlilik durumu hakkında bilgi edinmek için “bitki analizleri” yapılır.

Bitki besin elementleri analizlerinde, “gelişimini tamamlamış en genç yapraklar” kullanılır. Yaprak analizlerinin amacı:

- Üretim yılı içinde ve bundan sonraki üretim sürecinde yapılacak gübreleme çalışmalarını planlamak.
- Bitkilerde ortaya çıkan beslenme yetersizliği veya fazlalığı ile ilgili sorunların nedenlerini saptamak ve bu sorunları ortadan kaldırmak için gerekli önlemleri almak.
- Toprağın besin maddesi sağlama düzeyini belirlemek.

Bitki beslenme durumunun belirlenmesi; doğru ve dikkatli bir bitki örneklemeyle başlar, uygun laboratuvar yöntemleriyle devam eder ve verilerin yorumu ile sonlanır.

8.1.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Yapraklardan numune alma ve hazırlamada kullanılan araç gereç ve kimyasallar şunlardır: Numune alma makası, kurşun kalem, bağlama ipi, etiket, bez torba, kayıt defteri, yıkama kabı, %0,1'lik deterjan çözeltisi, saf su, etüv, havan-değirmen, saklama kapları.

8.1.2. Yaprak Numunesi Alma

Yaprak numunesi, laboratuvar da çeşitli analizler için usulüne uygun olarak bitkiden alınan yaprak örneklerini ifade eder. Analiz sonuçlarının güvenilirliği bakımından laboratuvara gönderilecek yaprak numunesinin temsil kabiliyetinin yüksek olması gerekir.

Yaprak numunesi alma zamanı; bölgelere, bitki türüne ve analizin amacına göre farklılıklar göstermektedir. Bununla birlikte erken veya daha geç örnekleme yapılması gerektiği durumlar ve bitkiler de olabilir. Genel olarak bitkilerde örnekleme zamanı her bitki için **çiçeklenme döneminin başlangıcı** olarak belirtilir.

Numune alınırken numunenin alınacağı alanda (tarla, bahçe, sera) zikzaklar çizilerek **tesadüfi örnek** alınmalıdır. Genel olarak numunenin bir alanı temsil etmesi için o alanda bulunan bitkilerin en az %20'sinden örnek alınması gerekir. Numune alırken bitki üzerinde gelişmesini tamamlamış en genç yapraklar seçilmelidir. Belirlenen ağaçların dört bir tarafından, omuz hizasında, güneş gören dalların o yıla ait gelişimini tamamlamış genç sürgünleri seçilmelidir. Bu şekilde belirlenmiş uçtaki genç sürgünlerin orta yaprakları, sapları ile kopararak örnek olarak alınmalıdır (Görsel 8.1).

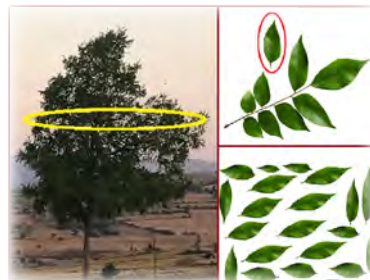


Görsel 8.1: Yaprak numunesi

Tarlada, tahıllar arasından numune alınırken Görsel 8.2'deki gibi 1 m²'lik çerçeveler kullanılır. Çerçeveler tarlanın büyüklüğüne göre tesadüfi olarak tarlayı temsil edecek yerlere konur ve örnek alınır. Çerçeve içinde kalan ve genel olarak gelişmesini tamamlamış en genç yapraklardan bitki numuneleri alınır.



Görsel 8.2: Tarladan yaprak numunesi seçimi



Görsel 8.3: Ağaçta yaprak numunesi seçimi

Ağaçlardan numune alırken Görsel 8.3'teki gibi ağacın her yönünden olmak üzere, bir yıllık sürgünlerin üzerindeki gelişmesini tamamlamış en genç yapraklar seçilir. Her bitki için en az 50-60 adet yaprak, saplarıyla birlikte alınır. Bitki numunesi alınırken kese kâğıdı, bez torba, naylon torba, çelik makas, etiket, ip ve kurşun kalem kullanılır. Tablo 8.1'de bazı bitkilerden yaprak örneği alma dönemi, örnekleme yapılacak aksam ve numune adedi verilmiştir.

Tablo 8.1: Bazı Bitkiler İçin Önerilen Örnek Alma Dönemi ve Numune Adedi

BİTKİ ADI	ÖRNEKLEME EVRESİ	ÖRNEKLEME AKSAMI	NUMUNE ADEDİ
Mısır ve soya	Fide aşaması	Üst aksam	20-30
Fasulye	Çiçeklenme devresinde	Üstten tam gelişmiş 2-3 yaprağı	20-30
Mera ve yem bitkileri	Tohum tutmadan önce	Üstten 4. yaprak	40-50
Yonca	1/3 çiçeklenme olduğu zaman	Gövdenin orta kısmı veya bitkinin toprak üstü aksamı	Her 50-10 bitkiden 1 olgun numune gövdesi
Asma	Çiçeklenme devresi sonunda	Salkımlara bitişik yaprakları sapıyla beraber	80-100
Elma, kayısı, badem, erik, şeftali, armut, kiraz	Sezon ortasında	Sürgünlerin altındaki olgun yapraklar	50-100
Domates	Çiçeklenme devresinin başında	Büyüme uçlarındaki 3 ve 4. yaprak	50'den fazla
Patates	İlk çiçekten önce veya çiçekte	Büyüme ucundan itibaren 3 ve 6. yaprakların arası	20-30

Yaprak numunesi alınırken aşağıdaki kurallara dikkat edilmelidir:

- Alınan yaprak numuneleri; alındıkları tarla, bahçe veya bitkiyi temsil etmelidir.
- Bitkiler arasında çeşit farkı varsa her çeşitten ayrı ayrı numune alınmalıdır.
- Meyve bahçesinde, aynı yaş grubunda ve aynı türdeki ağaçlardan numune oluşturulmalıdır.
- Yaprak numuneleri ıslak olmamalıdır.
- Sağlıklı ve hastalıklı bitkilerden ayrı ayrı numuneler alınmalıdır.
- Besin maddesi eksikliği belirlemek amacıyla numune alınıyorsa aşırı derecede beslenme geriliği gösteren hastalıklı yapraklar seçilmelidir. Bu durum numune bilgi formunda belirtilmelidir.
- Mikro besin elementi analizleri için numune alırken metal kesiciler kullanılmamalıdır.
- Beslenme yetersizliği veya fazlalığı, gübreleme gibi amaçlarla örnek alımında ölü ve hastalıklı bitkilerden numune alınmamalıdır.
- Böcekli, mekanik olarak zarar görmüş, sıcaktan veya nemden etkilenmiş yapraklar numune olarak alınmamalıdır.
- Yaprak gübrelemesi veya ilaçlama sonrasında yaprak numunesi alınmamalıdır.

Usulüne uygun olarak alınan numuneler, hava geçiren bez torbalara veya delikli naylon torbalara konur. Kurşun kalemle iki adet etiket hazırlanır ve etiketlerden biri torbanın içine konulur, diğeri torbanın ağzına bağlanır. Etiketlerin üzerine numunenin alındığı mevki, il ve ilçe, alındığı tarih, alınan bitki ve örnek sayısı, örneği alanın adı ve soyadı yazılır.

Herhangi bir probleme yönelik analiz yapılacaksa etiket bilgilerine ek olarak örnek torbası içine bilgi formu konulur. Bilgi formunda o alan ile ilgili meyil, alanın drenaj durumu, o alana önceki yıl ekilen bitki türü, kullanılan organik gübre veya kireçleme materyali miktarı, tarla ile ilgili varsa özel durumlar vb. yazılır.

Yapraklar koparıldıktan sonra da solunuma devam ettiği için bozulma hızlı bir şekilde başlayacağından numuneler en kısa sürede laboratuvara ulaştırılmalıdır.

8.1.3. Yaprak Numunesini Analize Hazırlama

Laboratuvara gelen yaprak numunelerine ilişkin bilgiler, kayıt defterine işlenerek numuneye sıra numarası verilir. Torbalar açılarak numunelerin uygun olup olmadıkları kontrol edilir. Numunelerde bozulma varsa veya miktar olarak yeterli değilse yenisi istenir. Kayıt ve incelemeler tamamlandıktan sonra numuneler analize hazırlanmak üzere ön işlemlere alınır.

Bitki örneklerinin laboratuvarındaki hazırlık işlemleri “yıkama, kurutma, öğütme ve depolama” olarak sıralanabilir.

Yıkama: Alınan yaprak numunelerinin üzerine yapışmış toprak, toz ve gübre kalıntılarının numuneden uzaklaştırılması için yıkama işlemi yapılır. Yıkama işlemi, taze bitki örneklerinde %0,1’lik deterjan çözeltisi ile yapılabilir. Numuneler elle hafifçe ovularak en fazla 1 dakika içerisinde yıkanmalı ve saf suyla durulanmalıdır. Gerekirse yıkama işleminde uygun çözeltiler kullanılabilir.

Kurutma: Bitkilerdeki enzimatik reaksiyonun engellenmesi, biyolojik ve kimyasal değişimleri durdurmak için kurutma işlemi uygulanır. Taze yaprak örnekleri yaklaşık %90 oranında su içerir ve yaprakların solunum aktiviteleri devam eder. Bu nedenle kurutma işleminde gecikme olması, kuru ağırlık kaybına yol açacaktır. Diğer yandan kurutma işleminin gecikmesiyle yaprak örneklerindeki proteinler basit azotlu bileşiklere parçalanabilir. Bunun sonucunda yaprak örneğinde azot, kükürt gibi bazı besin elementi kayıpları yaşanabilir.

Laboratuvara ulaştırılan yaprak örnekleri, ince bir şekilde yayılarak kaplara yerleştirilmeli ve örnekler hava sirkülasyonlu etüvlerde kurutulmalıdır. Uygun olan kurutma, 70 °C’de 48 saattir. Daha yüksek sıcaklıklar numune içerisindeki bileşiklerin parçalanmasına neden olur. Sabit tartıma gelmiş numunenin kuruduğu kabul edilir. Uygun süre ve sıcaklıkta kurutulmuş yaprak numuneleri **açık yeşil**, iyi kurutulmamış yaprak numuneleri ise **koyu yeşil** bir renk alır.

Öğütme: Yaprak örneklerini öğütmekle örnekler homojen hâle gelir, örneklerin temsil kabiliyeti yükselir ve örnekleri saklamak kolaylaşır. Ayrıca öğütme ile parça iriliği azaldığından yapılacak kimyasal işlemlerin etkinliği artar. Yıkama ve kurutma işlemleri tamamlanan yaprak numuneleri ya uygun bir değirmende öğütülür ya da Görsel 8.4’teki gibi havanda ezilir. Öğütme işleminde bitki örneklerinin hem homojenizasyon hem de organik maddenin kolay parçalanabilmesi amacı ile 0,5-1,0 mm’lik parça büyüklüğüne getirilmesi gerekir. Bu durumda 20 mesh elekler kullanılmalıdır. 0,5 mm’den daha küçük numuneler için 40 mesh elek kullanılmalıdır. Eleme işleminin tamamlanmasından sonra öğütülmüş yaprak numuneleri 5-8 g alınarak analizlerde kullanılır veya depolanır.

Saklama: Analize hazırlık işlemleri tamamlanan bitki örneklerinin, güvenli şartlarda saklanması ve analizlerde homojenliğin kaybolmaması için uygun şartlarda depolanması gerekir. Bunun için öğütülen yaprak numuneleri iyice karıştırılıp uygun hacimdeki saklama kaplarına aktarılmalı ve numuneler etiketlenmelidir. Saklama kapları metal içermemelidir. Saklama kaplarına konan numuneler ağzı açık olarak kurutma dolabında 65 °C’de bir gece bekletilmeli ve daha sonra ağzı kapatılarak 10 °C’den düşük sıcaklıkta saklanmalıdır.



Görsel 8.4: Yaprak numunesini öğütme



Not alınız...

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

YAPRAK NUMUNESİ ALMA

Bu çalışmanın amacı usulüne uygun şekilde yaprak numunesi almaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak usulüne uygun şekilde yaprak numunesi almanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1'de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Kullanılacak malzemeleri hazırlayınız.

2. Yaprak numunesinin alınacağı bitkileri belirleyiniz.

- Arazide zikzak şeklinde hareket ederek ilerleyiniz.
- Aynı tür ve çeşit bitkilerden amaca uygun numune alınız.
- Analizi yapılacak besin elementlerini dikkate alarak analiz numunesi alınız.

3. Yaprakları sapıyla birlikte alınız.

- Bitkinin güneş gören dallarından ve her yönden numune alınız.
- O seneye ait sürgünlerden yeni olgunlaşmış yaprakları seçiniz.

4. Topladığınız numuneleri delikli naylon veya bez torbalara koyup numuneleri etiketleyiniz.

- İki adet etiket hazırlayıp birini torbanın içine koyunuz, diğerini torbanın dışına bağlayınız.

5. Numuneler hemen analize alınmayacaksa numuneleri plastik kaplara koyunuz. Uygun koşullarda muhafaza ediniz.

- Plastik kapların temiz olmasına dikkat ediniz.
- Laboratuvara gidene kadar +4 °C'de muhafaza ediniz.

6. Numune alımında kullandığınız malzemeleri temizleyiniz.

- Çalışmalarınızda titiz olunuz.

7. Yaptığınız çalışma ile ilgili deney raporu hazırlayınız.

- Deney raporunuzu eksiksiz yazınız.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Yaprak örneği alırken nelere dikkat ettiniz? Neden?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

YAPRAK NUMUNESİNİ
ANALİZE HAZIRLAMA

Bu çalışmanın amacı usulüne uygun şekilde alınmış yaprak numunesini analize hazırlamaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak yaprak numunesini analize hazırlamanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1’de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Laboratuvar güvenlik kurallarına uyunuz.
- Çalışma ortamını ve kullanılacak araç gereçleri hazırlayınız.



2. Numune bilgilerini kayıt defterine işleyiniz.

- Bilgileri eksiksiz olarak kaydediniz.
- Numunenin kontrollerini yapınız.



3. Gelen numuneyi; suyla, %0,1’lik deterjanlı suyla veya uygun çözeltilerle yıkayınız. Numune deterjanlı suyla veya çözeltilerle yıkanmışsa numuneyi saf suyla iyice durulayınız.

- Yıkama işleminde yapraklara zarar vermeyiniz.
- Yaprakların üzerinde deterjan veya çözelti kalıntısının kalmamasına dikkat ediniz.



4. Numuneyi kurutma kâğıdının üstüne aralıklı koyarak bekletiniz.

- Yaprakların kurutma kâğıdının üzerinde birbirleriyle temas etmemesine özen gösteriniz.



5. Numuneyi etüve yerleştirip 70 °C’de sabit tartıma gelene kadar kurutunuz.

- Numunelerin tam olarak kurduğundan emin olunuz.



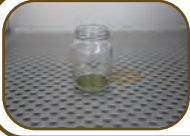
6. Kurutulmuş yaprak numunesini değirmende öğütünüz veya havanda dövünüz.

- Değirmen kullanma talimatlarına uyunuz.



7. Öğütülen numuneyi uygun açıklıktaki elekten eleterek saklama kabına koyunuz.

- Numunenin dökülmemesine ve herhangi bir şekilde bulaşma olmamasına dikkat ediniz.



8. Saklama kabını etüvde ağzı açık olarak 65 °C’de bir gece bekletiniz. Süre sonunda saklama kabının ağzını kapatıp numuneyi etiketleyiniz.

- Numuneleri saklama kaplarında 10 °C’den daha düşük sıcaklıkta saklayınız.
- Uzun süre saklamak gerektiği durumlarda numuneleri +4 °C’de tutunuz.



9. Kullandığınız araç gereçleri temizleyiniz. Deney raporunuzu hazırlayınız.

- Temizliği özenli yapınız.
- Raporunuzu eksiksiz yazınız.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Yaprak örneğini çeşitli işlemlerden geçirmenizin nedenini aşağıdaki boşluğa yazınız.

.....

.....

8.2. YAPRAKLARDA KURU YAKMA

Yapraklarda mineral madde analizleri için öncelikle bitki örneğindeki organik maddenin yakılması ya da yok edilmesi gerekir. Bu amaçla kuru yakma ve yaş yakma olmak üzere iki farklı yöntem uygulanır. Bu yöntemlerin her ikisinde de bitki örnekleri yakılarak ekstrakt elde edilir. Yaprak numunelerinin hangi yöntemle yakılması gerektiğine özellikle yapılacak analizin amacına ve belirlenecek olan elemente göre karar verilir.

Her iki yöntemin de birbirlerine göre avantajları ve dezavantajları vardır. Ancak daha pratik olması, organik atıkların tam yanması ve düşük sıcaklıkta gerçekleştiğinden element kayıplarının (bor ve klor hariç) olmaması nedeniyle çoğunlukla yaş yakma yöntemi tercih edilir. Diğer taraftan kuru yakmada azot tayini gibi işlemler doğrudan uygulanmamakta ve ikinci bir işlem gerektirmektedir.

Yöntemin prensibi; homojen hâle getirilmiş yaprak numunesinin kül fırınında 500-550 °C'de yakılması esasına dayanır. Yaprak numuneleri doğrudan yakılabildiği gibi numunelerin yanmasını kolaylaştırmak ve kayıpları önlemek için çeşitli kimyasallarla (sülfürik asit, magnezyum nitrat vs.) ön işleme tabi tutulabilir.

Kuru yakma yöntemi çok çeşitli örneklerle uygulanabilir. Ancak bazı elementlerin yakma işlemi esnasında buharlaşması sonucu fazla miktarda element kayıpları olmaktadır.

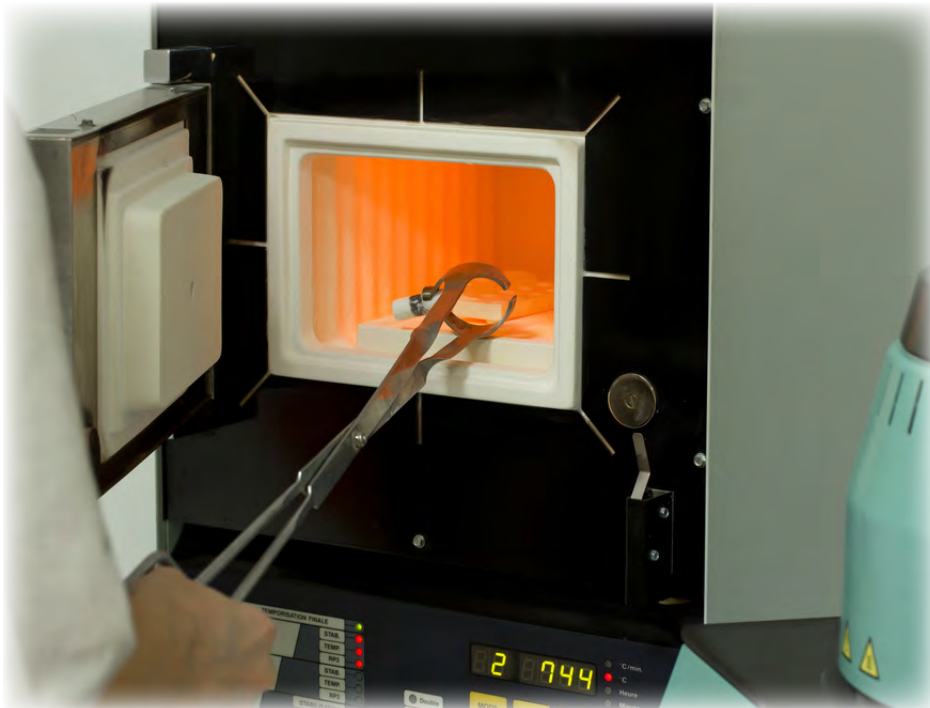
8.2.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Kuru yakma işleminde kullanılan araç, gereç ve kimyasallar şunlardır: hassas terazi, porselen kroze, kül fırını, kroze maşası, pipet, huni, balon joje, filtre kâğıdı.

Seyreltik Asit Çözeltisi: 1 litre saf su + 300 ml HCl + 100 ml HNO₃

8.2.2. Kuru Yakma İşleminin Yapılışı

Kurutulmuş ve öğütülmüş yaprak numunesinden 0,5 g tartılarak porselen krozeye aktarılır. Kroze, soğuk kül fırınına yerleştirilir. Fırının derecesi kademeli olarak 500 °C'ye yükseltilir (Görsel 8.5). Açık gri renkli kül elde edilinceye kadar yaklaşık 6 saat yakma işlemi gerçekleştirilir. Ancak külün renginin siyah olması, yanmanın tam olmadığını ve hâlen organik kısımların olduğunu gösterir. Kül hâline getirilen numune, oda sıcaklığına gelinceye kadar soğutulur. Soğutulan kroze 10 ml seyreltik asit çözeltisi ilave edilir ve süspansiyon karıştırılır. Çözelti 50 ml'lik balon jojeye süzülür ve saf suyla hacme tamamlanır. Böylece berrak çözelti analiz için hazır duruma gelmiş olur.



Görsel 8.5: Kül fırınında yakma işlemi

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

YAPRAKLARDA KURU YAKMA

Bu çalışmanın amacı analize hazırlanmış yaprak numunesini kuru yakma metodu ile yakmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak analize hazırlanmış yaprak numunesini kuru yakma metodu ile yakmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1'de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Çalışma ortamını ve kullanılacak araç gereçleri hazırlayınız.
- Kişisel koruyucu malzemelerinizi hazırlayınız.



2. Yaprak numunesinden 0,5 g tartıp numuneyi krozeeye koyunuz.

- Tartım kurallarına uyunuz.



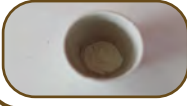
3. Krozeyi kül fırınına yerleştiriniz. Kül fırınının sıcaklığını kademeli olarak artırıp 500 °C'ye getiriniz.

- Numuneyi kül fırını soğuk iken koyunuz ve sıcaklığı kademeli artırınız.



4. Numuneyi 500 °C'de 6 saat yakınız.

- Numuneyi açık gri renkte kül oluşuncaya kadar yakınız.



5. Krozeyi kül fırınından çıkararak soğuyuncaya kadar oda sıcaklığında bekletiniz.

- Krozeyi çıkarırken maşa kullanınız ve dikkatli olunuz.



6. Oda sıcaklığına kadar soğuyan numuneye 10 ml seyreltik asit çözeltisi ekleyiniz ve süspansiyonu karıştırınız.

- Asit kullanımına çok dikkat ediniz.
- Asit buharlarını solumayınız.



7. Krozedeki çözeltiyi filtre kâğıdı kullanarak 50 ml'lik balon jojeye süzünüz.

- Süzme işleminde dikkatli olunuz.
- Krozeyi saf suyla yıkayarak aynı balon jojeye süzünüz.



8. Balon jojeyi saf suyla hacme tamamlayınız.

- Analiz sonrası işlemlerini yaparak deney raporunuzu yazınız.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Bu çalışmayı yaparken en çok zorlandığınız basamak hangisiydi? Neden?

.....

.....

.....

8.3. YAPRAKLARDA YAŞ YAKMA



Görsel 8.6: Yaprak numunesi ekstraktı

Yöntemin prensibi; analize hazırlama aşamaları tamamlanmış yaprak örneklerinin, asidik sıvı ortamda parçalanarak besin elementlerinin bu sıvı ortamda tespit edilmesi esasına dayanmaktadır. Sıvı ortam oluşturulmasında çoğunlukla nitrik asit, perklorik asit, sülfürik asit ya da bu asitlerin karışımları kullanılmaktadır. Yakma işlemi, ısıtıcı tabla veya mikrodalga fırın yardımıyla yapılabilmektedir.

Günümüzde yaş yakma yöntemi, kuru yakmaya göre daha çok kullanılmaktadır. Ancak kuru yakmaya oranla daha fazla çözeltiye ihtiyaç duyulması, çözeltiden kaynaklanan kirlenmeler, örnek miktarında sınırlama ve daha fazla dikkat gerektirmesi bu yöntemin dezavantajları olarak sayılabilir.

8.3.1. Mikrodalga Fırınla Yaş Yakmada Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Yapraklarda yaş yakmada kullanılan araç gereç ve kimyasallar şunlardır: mikrodalga fırın, hassas terazi, balon joje (50, 100 ml), huni, süzme seti, %65'lik nitrik asit (HNO_3).

8.3.2. Mikrodalga Fırın Kullanarak Yaş Yakma İşleminin Yapılışı

Kurutulmuş ve öğütülmüş yaprak numunesinden 0,25 g hassas terazide tartılır. Tartımı alınan örnek, mikrodalga yakma tüpü içerisine aktarılarak üzerine 10 ml nitrik asit (HNO_3) ilave edilir. Mikrodalga tüpleri, fırın içerisindeki bölümlerine yerleştirilip fırın kapağı dikkatli bir şekilde kapatılır. Organik materyaller için geliştirilmiş yakma programı, mikrodalga kullanma talimatına uygun olarak çalıştırılır. Yakma işlemi devam ederken balon jojeler (50 veya 100 ml) süzme setine yerleştirilir. Yakma işlemi tamamlandıktan sonra cihazın soğuması beklenir. Soğumuş cihazdan mikrodalga tüpleri dışarı alınır (Görsel 8.6). Mikrodalgadan çıkarılan numune tüpleri içindeki çözelti, huni yardımıyla ince filtre kâğıdından saf su ile yıkama yapılarak balon jojelere süzülür. Çözeltinin tamamı balon jojelere süzildükten sonra balon jojeler saf su ile hacim çizgisine tamamlanır.

8.3.3. Isıtıcı Tablayla Yaş Yakmada Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Yapraklarda ısıtıcı tabla ile yaş yakmada kullanılan araç gereç ve kimyasallar şunlardır: ısıtıcı tabla, hassas terazi, balon joje (50, 100 ml), huni, süzme seti, derişik nitrik asit (HNO_3 , %60), perklorik asit (HClO_4 , %70).

Nitrik-Perklorik Asit Karışımı: Balon (2000 ml) içerisine 1000 ml derişik nitrik asit (HNO_3) konularak üzerine 250 ml perklorik asit (HClO_4) ilave edilir. Hazırlanan bu karışım soğuduktan sonra kullanılır.

8.3.4. Isıtıcı Tabla Kullanarak Yaş Yakma İşleminin Yapılışı

Kurutulmuş ve öğütülmüş yaprak numunesinden 0,5-1 g hassas terazide tartılır. Tartımı alınan numune 125 ml'lik erlene aktarılır. Erlen üzerine her 1 g numuneye 12 ml nitrik asit-perklorik asit karışımı ilave edilir. Asit karışımı ile bitki örneğinin tamamen karışması sağlanmalı, erlenin cidarına bulaşma olmamasına dikkat edilmelidir. Asit karışımı ve yaprak numunesi bulunan erlen üzerine huni koyularak çeker ocak içerisinde 20-30 dakika bekletilir. Erlen, su banyosu (50-70 °C) üzerinde en az 3 saat veya bir gece bekletilir. Daha sonra erlen, çeker ocak içerisindeki ısıtıcı tabla üzerine konulur. Erlen; ısıtıcı tabla üzerinde 50 °C'de 30 dakika, 95 °C'de 1 saat, 160 °C'de ise turuncu asit dumanı erlendenden uzaklaşınca kadar bekletilir. Bundan sonra sıcaklık 200 °C'ye ayarlanır ve beyaz dumanlar bitince yakma işlemi sonlandırılır. Bu sırada erlen içerisinde en az 1 ml perklorik asit çözeltisi kalmalı ve renk beyaz olmalıdır. Yakma işlemi boyunca erlen arada bir hafifçe çalkalanmalıdır. Numune yakması tamamlanmış erlen içerisindeki asit, yeterince soğuduktan sonra üzerine bir miktar saf su ilave edilerek süzme işlemine geçilir. Numune, huni yardımıyla ince filtre kâğıdından saf su ile yıkama yapılarak balon jojeye (50 veya 100 ml) süzülür. Oda sıcaklığına gelen balon jojenin üzeri ölçüsüne kadar saf su ile tamamlanır. Burada çözelti içerisindeki silisyumun çökmesi için 5-6 saat bekletilmeli, gerekirse süzme / santrifüj yapılmalıdır.

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

ISITICI TABLA KULLANARAK
YAPRAKLARDA YAŞ YAKMA

Bu çalışmanın amacı analize hazırlanmış yaprak numunesini ısıtıcı tabla kullanarak yaş yakma metodu ile yakmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak analize hazırlanmış yaprak numunesini ısıtıcı tabla kullanarak yaş yakma metodu ile yakmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1’de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Kullanılacak malzemelerin temiz ve kuru olmasına dikkat ediniz.



2. Kurutulmuş ve öğütülmüş yaprak numunesinden erlene 0,5-1 g tartınız.

- 125 ml'lik erlen kullanınız.



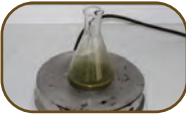
3. Erlen üzerine her 1 g numune için 12 ml nitrik asit-perklorik asit karışımı ilave ediniz.

- Asit karışımı ile numunenin tamamen karışmasına ve erlenin cidarına bulaşmamasına dikkat ediniz.
- Üzerine huni koyduğunuz erleni, çeker ocak içerisinde 20-30 dakika bekletiniz.



4. Erleni, su banyosu (50-70 °C) üzerinde en az 3 saat veya bir gece bekletiniz.

- Cihaz kullanma talimatlarına uyunuz.



5. Numuneyi çeker ocak içerisindeki ısıtıcı tabla üzerine koyunuz. Erlen; ısıtıcı tabla üzerinde 50 °C’de 30 dakika, 95 °C’de 1 saat, 160 °C’de ise turuncu asit dumanı erlenden uzaklaşınca kadar bekletiniz.

- İşlemleri yaparken dikkatli olunuz.



6. Daha sonra sıcaklığı 200 °C’ye ayarlayıp beyaz dumanlar bitinceye kadar yakma işlemi yapınız

- Bu sırada erlen içerisinde en az 1 ml perklorik asit çözeltisi kalmalı ve renk beyaz olmalıdır.
- Yakma işlemi boyunca erleni arada bir hafifçe çalkalayınız.



7. Yakma işlemi tamamlandıktan sonra erleni yeterince soğutunuz ve erlene bir miktar saf su ilave ediniz. Daha sonra numuneyi huni yardımıyla ince filtre kâğıdından saf su ile yıkama yaparak süzünüz.

- Süzme işleminde 50 ml'lik veya 100 ml'lik balon jojeler kullanınız.



8. Oda sıcaklığına soğutulan balon jojeyi ölçüsüne kadar saf su ile tamamlayınız.

- Çözeltiyi içerisindeki silisyumun çökmesi için 5-6 saat bekletiniz, gerekirse süzme/santrifüj yapınız.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Bu uygulama çalışmasında neler öğrendiğinizi kısaca aşağıya yazınız.

.....

.....



Not alınız...

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıda verilen boşlukları doğru ifade ile doldurunuz.

1. Bitkilerin besin içeriklerini ve toprakta bulunan bitki besin elementlerinden ne kadar yararlandığını belirlemek amacıyla yapılır.
2. Bitki numunesi tesadüfi örnekleme yoluyla çizilerek alınır.
3. Bitki analizlerinde bor ve klor analizleri yöntemi ile yapılır.
4. Kuru yakma işlemi - °C'de yapılır.
5. Bitki analizlerinde sonuçların güvenilirliği numunenin kabiliyetine bağlıdır.
6. Yaprak analizlerinde nitrik asit, perklorik asit, sülfürik asit ya da bu asitlerin karışımları kullanılarak yapılan işleme denir.
7. Bitki numunelerinin yıkama işlemi dakika içinde tamamlanmalıdır.

B) Aşağıdaki soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

1. Bitki analizleri için bir numunenin bütün alanı temsil etmesi için alanın en az % kaçından numune alınmalıdır?
A) 10
B) 15
C) 20
D) 25
E) 30
2. Aşağıdakilerden hangisi bitki örneklerinin hazırlık aşamasından değildir?
A) Kurutma
B) Yıkama
C) Saklama
D) Yakma
E) Öğütme

C) Aşağıda verilen soruları yanıtlayınız.

1. Yaprak numunesi alırken nelere dikkat edilmelidir?
2. Yaprak analizinin amaçlarını yazınız.



YAPRAK ANALİZLERİ

KONULAR

- 9.1. YAPRAKLARDA AZOT TAYİNİ
- 9.2. YAPRAKLARDA FOSFOR TAYİNİ
- 9.3. YAPRAKLARDA POTASYUM TAYİNİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Yaprak numunelerinde azot, fosfor ve potasyum tayinini

TEMEL KAVRAMLAR

- Kjeldahl metodu

HAZIRLIK ZAMANI

- Evinizdeki saksıda bitki yetiştirirken hangi bakım işlemlerini uygularsınız?
- Ülkemizde yetiştirilen bitkilerde en çok hangi besin elementlerinin eksikliği görülmektedir?



9.1. YAPRAKLARDA AZOT TAYİNİ

Azot, bitkilerde çoğunlukla organik formda bulunur. Bitkilerdeki toplam azot miktarı bitkinin türüne ve yaşına göre değişkenlik gösterir.

Toplam azot tayininde pratik olması nedeniyle temelde bir yaş yakma metodu olan “Kjeldahl metodu” tercih edilmektedir. Bu yöntem hem organik hem de inorganik maddelerin azot kapsamlarının belirlenmesi için kullanılır.

Kjeldahl metodunun prensibi; numunelerdeki organik azotun sülfürik asit ile yakılarak amonyum azotuna dönüştürülmesi ve alkali ortamda yapılan damıtma sonunda ortaya çıkan amonyaktan azot miktarının tayin edilmesi esasına dayanır.

9.1.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Kjeldahl cihazı ile azot tayininde kullanılan araç gereç ve kimyasallar şunlardır: Kjeldahl cihazı, Kjeldahl tüpü, çeker ocak, hassas terazi, spatül, tartım kabı, pipet, puar, mezür, erlen, büret, hesap makinesi, Kjeldahl katalizör tableti, sülfürik asit (H_2SO_4).

%4'lük Borik Asit Çözeltisi: 40 g borik asit (H_3BO_3), 1 litrelik balon jode saf su ile çözündürülür ve saf su ile hacim çizgisine tamamlanır. Çözünme biraz zor olacağı için sıcak su banyosunda çözünene kadar bekletilir.

0,1 N Hidroklorik Asit Çözeltisi: 1 litrelik balon jojeye önce bir miktar saf su konur ve üzerine 8,28 ml HCl (%37'lik 1,19 d) eklenir, saf su ile hacim çizgisine tamamlanır.

%33'lük Sodyum Hidroksit Çözeltisi: 330 g sodyum hidroksit (NaOH), litrelik bir balon jode çözündürüldükten sonra hacim, saf su ile çizgisine tamamlanır.

Brom Kresol Yeşili ($C_{21}H_{14}Br_4O_5S$) + Metil Kırmızısı ($C_{15}H_{15}N_3O_2$) İndikatörü: 0,1 g metil kırmızısı ve 0,5 g brom kresol yeşili 100 ml'lik balon jojeye konulup %95'lik etil alkolde çözündürülür, pH 4,5 değerine seyreltik NaOH veya HCl ile ayarlanır.

9.1.2. Yaprakta Kjeldahl Metoduyla Toplam Azot Tayini Yapılışı

Yakma İşlemi: Daha önce öğütülerek analize hazırlanan yaprak numunesinden tartım kabında 0,5-1 g kadar tartılır. Tartılan numune, yakma tüpüne aktararak üzerine 1 adet katalizör tablet ve 15 ml derişik sülfürik asit ilave edilir. Tüpler çeker ocak içerisindeki yakma ünitesine yerleştirildikten sonra sıcaklık 395 °C'ye getirilir. Örnek berraklaşmaya kadar süreye dikkat edilir. Bu andan sonra 35 dakika daha yakmaya devam edilir. Bu süreçte karışım önce siyaha sonra kahverengiye döner. Yanma süresinin sonuna doğru karbonlu parçalar yanarak karışım berraklaşır ve parlak yeşil-sarı arası bir renk alır. Parlak yeşil-sarı (fıstık yeşili) renk oluşması, yanmanın tamamlandığı anlamına gelmez, mutlaka sürenin tamamlanması beklenmelidir. Yakma işleminden sonra numune 40-50 °C'ye kadar soğuk su altına tutularak soğutulur. Kristallenme oluşmaması için numune fazla soğutulmamalıdır.

Destilasyon: Tüpler soğuduktan sonra numunenin üzerine dikkatli ve yavaş bir şekilde 15 ml saf su ilave edilir. Bu esnada ısı yükselmesi olacaktır. Tüpler soğuyuncaya kadar bekletildikten sonra Kjeldahl cihazına yerleştirilir. 250 ml'lik bir erlene 50 ml %4'lük borik asit ve 4-5 damla karışık indikatör çözeltisi konularak soğutucunun altına yerleştirilir. Destilasyon ünitesine yerleştirilen mikro Kjeldahl tüpüne, 25 ml saf su ve 90 ml NaOH alınacak şekilde cihaz programlanır. Destilasyon zamanı 3 dakika ve buhar basınç oranı %100 olarak ayarlanır ve cihaz çalıştırılır. Erlen, hortumun ucu borik asit çözeltisinin içinde olacak şekilde yoğunlaştırıcının altına yerleştirilir ve destilasyon işlemine başlanır. Yaklaşık 100 ml destilat birikince destilasyon tamamlanır. Bu esnada damıtma sırasında açığa çıkan amonyak, borik asit ile birleşerek amonyum boratı oluşturur ve menekşe renk, yeşile döner. Damıtma sonunda boş bir yakma tüpüne saf su konulup cihaza takılarak cihaz bir süre çalıştırılıp cihazın damıtma sistemi temizlenir.

Titrasyon: Elde edilen destilat, 0,1 N hidroklorik asit çözeltisi ile ilk indikatör eklendiği andaki menekşe renk gözlenene kadar titre edilir ve harcanan hidroklorik asit çözeltisi miktarı kaydedilir (V_N). Şahit deneme için yaş yakma, damıtma ve titrasyon işlemleri numune konulmadan aynı şartlarda yapılarak titrasyonda harcanan hidroklorik asit miktarı kaydedilir (V_s).

Şahit ve numunelerin titrasyon işlemleri tamamlandıktan sonra aşağıdaki formül yardımıyla numunenin azot miktarı hesaplanır.



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

V_N : Numune için titrasyonda harcanan HCl miktarı (ml)

V_S : Şahit için harcanan HCl miktarı (ml)

N : Titrasyonda kullanılan HCl'in normalitesi

m : Kullanılan numune miktarı (g)

Örnek Soru: Kjeldahl metodu ile yapılan toplam azot tayininde 0,5 g yaprak örneği alınarak yaş yakma ve destilasyon işlemi yapılmıştır. 0,1 N hidroklorik asit ile yapılan titrasyonda numune için 5,5 ml, şahit için ise 0,4 ml hidroklorik asit harcandığına göre toplam azot miktarını hesaplayınız.

Çözüm:

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

$$\text{Toplam Azot (\%)} = \frac{(5,5 - 0,4) \times 0,1 \times 0,014}{0,5} \times 100$$

$$\text{Toplam Azot (\%)} = 1,428$$

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

YAPRAKLARDA AZOT TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı Kjeldahl yöntemi ile yaprakta azot tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak yaprakta azot tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1’de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Malzemelerin temiz olmasına özen gösteriniz.
- Uygulamayı arkadaşlarınızla beraber yapınız.
- Çalışma sırasında grup arkadaşlarınıza saygılı olunuz ve nazik davranınız.



2. Hassas terazide analize hazırlanmış yaprak numunesinden 1 g tartınız.

- Tartımı temiz ve kuru tartım kabında yapmaya dikkat ediniz.

3. Tarttığınız numuneyi Kjeldal tüpüne boşaltınız ve numunenin üzerine kjeldahl katalizör tableti ve 15 ml H_2SO_4 ekleyiniz.

- Kör (şahit) numune için yaprak dışındaki işlemleri tekrar ediniz.



4. Tüpleri kjeldal yakma cihazına yerleştiriniz ve cihazın asit tahliye sistemini açınız.

- Tüplerin düzgün şekilde yerleştiğinden emin olunuz.
- Kullanma talimatına uyunuz.



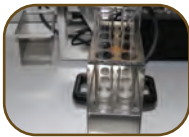
5. Yakma işlemi için sıcaklığı 395 °C’ye getiriniz ve berraklaşmaya kadar süreye dikkat ediniz. Bundan sonra 35 dakika daha yakmaya devam ediniz.

- Yakma ünitesinin çeker ocak içinde olmasına özen gösteriniz.
- Sürenin tamamlanmasına özen gösteriniz.



6. Yakma işleminden sonra numuneyi soğuyuncaya kadar bekletiniz.

- Soğutma esnasında numunede kristallenme oluşmamasına dikkat ediniz.
- Soğutma işlemini akan su altında yapınız.



7. Tüpler soğuduktan sonra numunenin üzerine dikkatli ve yavaş bir şekilde 15 ml saf su ilave ediniz.

- Bu esnada ısı yükselmesi olacağından tüpler soğuyuncaya kadar bekleyiniz.



8. Soğuyan tüpleri destilasyon ünitesine yerleştiriniz.

- Cihazı 25 ml saf su ve 90 ml NaOH çekecek şekilde ayarlayınız.



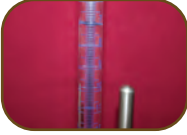
9. 250 ml'lik bir erlene 50 ml % 4'lük borik asit ve 4-5 damla karışık indikatör çözeltisi koyarak soğutucunun altına yerleştiriniz.

- Erleninde 100 ml destilat toplandığında destilasyonu sonlandırınız.
- Damıtma sonunda boş bir yakma tüpüne saf su konulup cihaza takılarak bir süre çalıştırılıp damıtma sistemini temizleyiniz.



10. Toplanan destilat fosfor yeşili renklidir. 0,1 N HCl çözeltisi ile menekşe rengi elde edinceye kadar titre ediniz.

- Renk dönüşümüne dikkat ediniz.



11. Harcanan HCl miktarını not ediniz.

- Formül yardımıyla hesaplamaları yapınız.
- Kullandığınız malzemelerin temizliğini yapmayı ve cihazları kapatmayı unutmayınız.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Yaptığınız uygulamanın aşağıda verilen aşamalarında dikkat ettiğiniz en önemli noktayı yazınız.

1. Yakma İşlemi:

.....

.....

.....

.....

.....

2. Destilasyon:

.....

.....

.....

.....

.....

3. Titrasyon:

.....

.....

.....

.....

.....

9.2. YAPRAKLARDA FOSFOR TAYİNİ

Toprakta bulunan fosforun büyük bölümü bitkilerin yararlanamayacağı formdadır. Bitkilerin fosfordan yararlanabilmesi için fosforun parçalanarak fosfat anyonları hâline dönüşmesi gerekir.

Fosfor toprakta hareketsiz bir elementtir. Bu nedenle verilen gübrenin o yıl ancak %10-30 kadarı bitki tarafından alınabilmektedir. Genel olarak bitkilerde fosfor düzeyi %0,05 ile %0,5 (500-5000 ppm) arasında değişmektedir.

Yapraklarda fosfor tayininde birçok yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin prensibi, yaprakta bulunan fosforun ekstrakte edilmesi, daha sonra ekstrakttaki fosfor miktarının belirlenmesidir. Diğer yöntemlere göre daha hassas ve kısa sürede sonuç vermesinden dolayı pratikte en çok kullanılan yöntem “fotometrik yöntem”dir. Bu yöntemin prensibi, yaş yakma metodu ile yaprakta bulunan fosforun çözünebilir hâle dönüştürüldükten sonra vanadomolibdat ile oluşturulan sarı rengin yoğunluğunun spektrofotometrede ölçülmesi esasına dayanır.

9.2.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Yaprakta sodyum bikarbonatta çözünebilir fosfor tayini yaparken kullanılan araç gereç ve kimyasallar şunlardır: hassas terazi, balon joje, huni süzme düzeneği, spektrofotometre, erlen, pipet, milimetrik kâğıt.

Amonyum Paramolibdat $[(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O]$ - Amonyum Metavanadat (NH_4VO_3) Çözeltisi: 25 g amonyum paramolibdat tartılarak 400 ml saf su içerisinde çözündürülür. Bir litrelik ayrı bir balon joje içerisine 300 ml kaynar saf su alınıp 1,25 g amonyum metavanadat tartılarak çözeltiye ilave edilir ve çözündürülür. Vanadat çözeltisi soğutulur ve soğumuş çözelti üzerine 250 ml derişik nitrik asit (HNO_3) ilave edilir. Çözelti oda sıcaklığında soğumaya bırakılır. Seyreltilmiş amonyum paramolibdat çözeltisi bu karışımın bulunduğu balon joje içerisine ilave edilir. Daha sonra balon joje saf su ile 1 litreye tamamlanır.

Stok Potasyum Dihidrojen Fosfat (KH_2PO_4) Çözeltisi (100 ppm P): 105 °C’de kurutulmuş potasyum dihidrojen fosfattan 0,4393 g tartılıp saf su ile eritilir ve litrelik balon jodede saf su ile hacme tamamlanır.

9.2.2. Analizin Yapılışı

Kurutulmuş ve öğütülmüş yaprak numunesinden 0,25 g tartılıp yaş yakma işlemi yapılarak ekstraksiyon çözeltisi hazırlanır. Elde edilen numune çözeltisinden 10 ml alınıp 50 ml’lik balon jojeye aktarılır. Üzerine 10 ml amonyum vanadomolibdat çözeltisi ilave edilir ve karıştırılır. Hacmi saf suyla tamamlanır. Balon joje hafifçe çalkalanır ve renk oluşumu için 10 dakika bekletilir. Aynı işlemler şahit numune için de gerçekleştirilir.

Stok potasyum dihidrojen fosfat çözeltisinden 0, 2, 4, 6, 8, 10 ml alınıp 50 ml’lik balon jodelere aktarılır. İçeriği bilinen bu standart serilerin üzerine 10 ml amonyum paramolibdat-vanadat çözeltisinden eklenir ve balon jodeler saf su ile hacme tamamlanır. Hazırlanan bu çözelti serileri sırasıyla 0, 4, 8, 12, 16 ve 20 ppm P kapsamaktadır.

Çalışmaya başlamadan 15 dakika önce spektrofotometre çalıştırılır ve cihazın dalga boyu 470 nm’ye ayarlanır. Hazırlanan çözelti serileri sırasıyla okunur ve okuma değerleri ordinata, standart seri fosfor konsantrasyon değerleri apsise yerleştirilerek milimetrik kâğıt üzerinde kalibrasyon grafiği oluşturulur. Daha sonra numune çözeltisinin ve şahit çözeltinin okuması yapılır ve kalibrasyon grafiğinde absorbans okumasına karşılık gelen fosfor konsantrasyon değeri bulunarak hesaplama yapılır.



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

A: Analiz çözeltisinin (numunenin) fosfor konsantrasyonu (ppm)

SF: Seyreltme faktörü

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

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

YAPRAKLARDA FOSFOR TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı fotometrik yöntem ile yaprakta fosfor tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak yaprakta fosfor tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1'de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



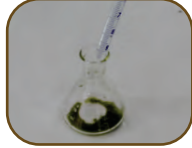
1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız. Yakma işlemi için yaprak numunesini analize hazırlayınız.

- Gerekli malzemeleri hazırlayınız.



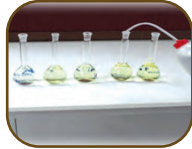
2. Öğütülmüş yaprak numunesinden 0,25 g tartıp yaş yakma işlemi yaparak ekstraksiyon çözeltisi hazırlayınız.

- Tartımı dikkatli yapınız.
- Numune çözeltisini hazırlarken yaş yakma işlem basamaklarına uyunuz.



3. Elde edilen numune çözeltisinden 10 ml alıp 50 ml'lik balon jojeye aktarınız. Balon jojelerin üzerine 10 ml amonyum paramolibdat-vanadat çözeltisi ilave edip karıştırınız ve hacmi saf suyla tamamlayınız.

- Balon jojeyi hafifçe çalkalayınız ve renk oluşumu için 10 dakika bekletiniz.
- Aynı işlemleri şahit çözelti için de tekrar ediniz.



4. Stok potasyum dihidrojen fosfat çözeltisinden 0, 2, 4, 6, 8, 10 ml alıp 50 ml'lik balon jojelere aktarınız. Üzerine 10 ml amonyum paramolibdat-vanadat çözeltisinden ekleyiniz ve balon joeleri saf su ile hacme tamamlayınız.

- Hazırlanan bu çözelti serilerinin sırasıyla 0, 4, 8, 12, 16 ve 20 ppm potasyum içerdiğini unutmayınız.



5. Çalışmaya başlamadan 15 dakika önce spektrofotometreyi çalıştırınız ve cihazın dalga boyunu 470 nm'ye ayarlayınız.

- Kullanma talimatlarına uyunuz.
- Cihazın sıfır ve yüz ayarını yapınız.



6. Hazırlanan çözelti serilerinin sırasıyla okumasını yapınız.

- Okuma değerlerini kullanarak kalibrasyon grafiği oluşturunuz.



7. Numune çözeltisinin ve şahit çözeltinin okumasını yapınız. Kalibrasyon grafiğinde absorbans okumasına karşılık gelen fosfor konsantrasyon değerini bularak hesaplama yapınız.

- Hesaplamayı verilen formülü kullanarak yapınız.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Kalibrasyon grafiğinde bulduğunuz fosfor konsantrasyonu değerini kullanarak numunenin toplam fosfor miktarını (ppm) ve % fosfor değerini hesaplayınız.

9.3. YAPRAKLARDA POTASYUM TAYİNİ

Türkiye topraklarında topraklarında bitkiler için yararlı potasyum miktarı yeterli düzeydedir. Ancak iklim şartları, toprağın pH değeri, yağış miktarı, diğer besin elementlerinin antagonistik etkileri gibi sebeplerle potasyumun bitkiler tarafından alınımında sorun yaşanabilmektedir. Bu sebeple uygun gübreleme yapmak için yaprak analizleri yapılmalıdır. Bitkilerin potasyum alımı oldukça hızlıdır ve bitki dokularında %0,1- %1 (1000-10000 ppm) arasında potasyum bulunur.

Potasyum tayini; alev fotometresi, atomik absorpsiyon spektrofotometresi gibi fotometrik yöntemlerle yapılmaktadır. Alev fotometresiyle potasyum tayini, yaprak numunesinin yaş yakılmasıyla elde edilen numune çözeltisindeki potasyum miktarının alev fotometresinde ölçülmesi esasına dayanır.

9.3.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Yaprakta potasyum tayini yaparken kullanılan araç gereç ve kimyasallar şunlardır: hassas terazi, spatül, pipet, huni, piset, alev fotometresi ve balon joje.

Stok Potasyum Klorür Çözeltisi (KCl): Cam krozeye bir miktar potasyum klorür alınıp 105 °C'de kurutulur. Kurutulmuş potasyum klorürden 7,456 g alınıp litrelik balon jojeye tartılır. Tartılan potasyum klorür bir miktar saf su ile çözündürülerek balon joje saf suyla hacmine tamamlanır.

9.3.2. Analizin Yapılışı

Kurutulmuş ve öğütülmüş bitki numunesinden 0,25 g tartılarak yakma işlemi yapılır ve numune çözeltisi hazırlanır. İçerisinde numune olmayan tüm işlemlerin aynı şekilde yapıldığı şahit çözelti hazırlanır.

Standart çözelti serileri hazırlamak için stok potasyum klorür çözeltisinden sırasıyla 0, 2, 4, 6, 8 ve 10 ml alınarak 100 ml'lik balon jojelere aktarılır ve saf suyla hacme tamamlanır. Elde edilen çözeltilerde 0, 20, 40, 60, 80 ve 100 mg/l K bulunmaktadır.

Kullanma talimatına uygun olarak çalıştırılan ve ısınmış alev fotometresinde şahit çözelti ile sıfır ayarı yapılır. Konsantrasyonu en yüksek standart çözelti ile yüz ayarı yapılır. Bu işlem birkaç kez tekrar edilmelidir. Elde edilen standartlar ayarlanmış alev fotometresinde okunup her standarda karşılık okunan değerler kaydedilir. Apsiste standart potasyum miktarları, ordinatta cihaz okumaları ile milimetrik kâğıt üzerine kalibrasyon grafiği çizilir. Daha sonra numune çözeltisinin okuması yapılır ve kalibrasyon grafiğinde absorpsiyon okumasına karşılık gelen potasyum konsantrasyon değeri bulunarak hesaplama yapılır.



$$K (\%) = \frac{A \times SF}{10000}$$

A: Numunenin potasyum konsantrasyonu (mg/l)
SF: Seyreltme faktörü

Eğer seyreltme yapılmışsa

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

A: Analiz çözeltisinin potasyum miktarı (ppm)

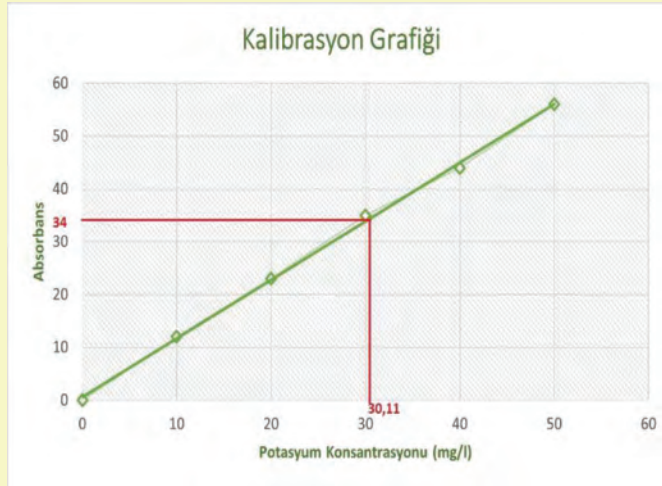
SF: Seyreltme faktörü

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

Örnek Soru: 1 gram yaprak numunesinden yaş yakma yapılarak 100 ml ekstraksiyon çözeltisi hazırlanmış ve bu çözeltiden 10 ml alınarak 100 ml'lik numune çözeltisi hazırlanmıştır. Numune çözeltisinin alev fotometresinde okuma değeri 34 bulunmuştur. Hazırlanan standart çözelti serilerinin ölçüm değerleri ise aşağıdaki tabloda verilmiştir. Bu numunenin % potasyum miktarını hesaplayınız.

Konsantrasyonlar (ppm)	Okunan Değer
0	0
10	12
20	23
30	35
40	44
50	56

Çözüm: Alev fotometresinde okunan değerlerle aşağıdaki kalibrasyon grafiği çizilir. Grafik üzerinde y eksenine numunenin okunan absorpsiyon değeri yerleştirilince numunenin potasyum konsantrasyonu 30,11 olarak bulunur.



A= 30,11 ppm

SF= (100/1x100/10) = 1000

Potasyum = A x SF

Potasyum = 30,11 x 1000

Potasyum = 30110 ppm

$$K (\%) = \frac{A \times SF}{10000}$$

$$K (\%) = \frac{30,11 \times 1000}{10000}$$

$$K (\%) = 3,011$$

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

YAPRAKLARDA POTASYUM TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı alev fotometresi ile yaprakta potasyum tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak yaprakta potasyum tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1’de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız ve yakma işlemi için yaprak numunesini analize hazırlayınız.
 - Önlüğünüzü giyiniz.
 - Gerekli malzemeleri hazırlayınız.



2. Öğütülmüş yaprak numunesinden 0,25 g tartıp yaş yakma işlemi yaparak ekstraksiyon çözeltisi hazırlayınız.
 - Tartımı dikkatli yapınız.
 - Numune çözeltisini hazırlarken yaş yakma işlem basamaklarına uyunuz.



3. Stok potasyum klorür çözeltisinden 0, 2, 4, 6, 8 ve 10 ml alıp 100 ml’lik balon jojelere aktarınız. Balon joeleri saf su ile hacme tamamlayınız.
 - Hazırlanan bu çözelti serilerinde sırasıyla 0, 20, 40, 60, 80 ve 100 mg/l K bulunmaktadır.



4. Alev fotometresini çalışmaya başlamadan 15 dakika önce çalıştırınız ve cihazın ısınmasını sağlayınız. Daha sonra şahit çözelti ile 0 ayarını, konsantrasyonu en yüksek çözelti ile 100 ayarını yapınız.
 - Cihaz kullanma talimatlarına uyunuz.



5. Hazırlanan çözelti serilerinin sırasıyla okumasını yapınız.
 - Okuma değerlerini kullanarak kalibrasyon grafiği oluşturunuz.



6. Numune çözeltisinin okumasını yapınız. Kalibrasyon grafiğinde absorbans okumasına karşılık gelen potasyum konsantrasyon değerini bularak hesaplama yapınız.
 - Hesaplamayı formül kullanarak yapınız.
 - Seyreltme yapılmışsa seyreltme faktörünü dikkate alınız.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Alev fotometresiyle çalışırken en çok zorlandığınız basamak hangisiydi? Neden?

.....

.....

.....

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıda verilen boşlukları doğru ifade ile doldurunuz.

1. Yapraklarda azot tayininde kullanılan Kjeldhal metodu temelde bir metodudur.
2. Yapraklarda fosfor tayininde daha çabuk sonuç verdiği için genellikle yöntem kullanılmaktadır.
3. Bitkilerin topraktaki potasyum alımını iklim, yağış, pH gibi faktörlerin yanında diğer besin maddelerinin etkilerinden dolayı bitkiler tarafından alınamamaktadır.
4. Azot tayininde destilat çözeltisi 0,1 N ile titre edilir.
5. Toprakta hareketsiz durumda bulunan bitkinin köklere yakın yerlerine verilmeli ve üzeri toprakla kapatılmalıdır.
6. Fotometrik yöntemle yaprakta fosfor tayininde spektrofotometrenin dalga boyu nm'ye ayarlanır.

B) Aşağıdaki soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

1. 0,5 g yaprak numunesi alınarak Kjeldhal metodu ile yakılmıştır. Yakma işlemi sonucunda 0,1 N HCl ile titre edilmiştir. Titrasyonda numune için 5,1 ml HCl ve şahit için ise 0,5 ml HCl harcandığına göre toplam azot miktarı aşağıdaki seçeneklerden hangisidir?
A) 1,288
B) 1,292
C) 1,297
D) 1,302
E) 1,305
2. 1 g yaprak numunesi yaş yakma yapılarak 100 ml ekstraksiyon çözeltisi hazırlanmış, bu çözeltiden 5 ml alınarak 50 ml numune çözeltisi hazırlanmıştır. Numune çözeltisinin alev fotometresinde okuma değeri 27 okunmuştur. Kalibrasyon grafiğinden yararlanılarak numunenin potasyum konsantrasyonu 22,14 bulunduğuna göre numunenin % potasyum konsantrasyonu aşağıda verilen seçeneklerden hangisidir?
A) 2,5
B) 2,7
C) 2,9
D) 3,1
E) 3,2
3. 0,5 g yaprak numunesi yaş yakma yapılmış 10 ml alınarak 50 ml'ye tamamlanmıştır. 470 nm ayarlanmış spektrofotometrede numune çözeltisi absorbansı 0,2 okunmuştur. Hazırlanan kalibrasyon grafiğinde numunenin fosfor konsantrasyonunun 0,16 mg/ l olduğuna göre toplam fosfor konsantrasyonu aşağıdaki seçeneklerden hangisinde verilmiştir?
A) 8
B) 10
C) 12
D) 14
E) 16

C) Aşağıda verilen soruları yanıtlayınız.

1. 1 g yaprak numunesi yakılarak 100 ml'lik ekstraksiyon çözeltisi hazırlanmış, ekstraksiyon çözeltisinden 10 ml alınarak 100 ml'lik numune çözeltisi hazırlanmıştır. Numune çözeltisinden de 3 ml alınarak 50 ml'lik analiz çözeltisi hazırlanmış ve absorbens değeri 0,9 olarak ölçülmüştür. Hazırlanan standart çözelti serisinin absorbens değerleri ise aşağıdaki tabloda olduğu gibi ölçülmüştür. Bu numunenin fosfor miktarını hesaplayınız.

Konsantrasyonlar mg/l (ppm)	Absorbans Değerleri
0,0	0,0
0,05	0,2
0,10	0,4
0,20	0,8
0,30	1,2
0,40	1,6

2. 0,5 g yaprak numunesi yaş yakma yapılarak süzölmüş ve 100 ml'lik ekstraksiyon çözeltisi hazırlanmıştır. Ekstraksiyon çözeltisinden 10 ml alınarak 100 ml'lik numune çözeltisi hazırlanmış ve alev fotometresinde ölçüm değeri 42 bulunmuştur. Hazırlanan standart çözelti serilerinin ölçüm değerleri ise aşağıdaki tabloda verilmiştir. Bu numunenin potasyum miktarını hesaplayınız.

Konsantrasyonlar (ppm)	Okunan Değer
0	0
10	12
20	25
30	38
40	51
50	63

3. Kjeldahl metodu ile yapılan toplam azot tayininde 0,5 g yaprak örneği alınarak yaş yakma ve destilasyon işlemi yapılmıştır. Yapılan titrasyonda numune için 4,5 ml, şahit için 0,5 ml 0,1 N hidroklorik asit harcandığına göre toplam azot miktarını hesaplayınız.



GÜBRE ANALİZLERİ

KONULAR

- 10.1. GÜBRE NUMUNESİ ALMA VE NUMUNELERİ ANALİZE HAZIRLAMA
- 10.2. ORGANİK GÜBRE NUMUNELERİNİ YAKMA
- 10.3. GÜBRELERDE KURU MADDE TAYİNİ
- 10.4. ORGANİK GÜBRELERDE YANMA KAYBI TAYİNİ
- 10.5. TİCARİ GÜBRELERDE SERBEST ASİTLİK TAYİNİ
- 10.6. TİCARİ GÜBRELERDE ELEK ANALİZİ
- 10.7. GÜBRELERDE AZOT TAYİNİ
- 10.8. GÜBRELERDE FOSFOR TAYİNİ
- 10.9. GÜBRELERDE POTASYUM TAYİNİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ?

- Gübre numunesi almayı ve analize hazırlamayı
- Organik gübre numunelerini yakmayı
- Gübrelerde kuru madde tayinini
- Organik gübrelerde yanma kaybı tayinini
- Ticari gübrelerde serbest asitlik tayini ve elek analizini
- Gübrelerde azot, fosfor ve potasyum tayinini

TEMEL KAVRAMLAR

- Kompost
- Kompoze

HAZIRLIK ZAMANI

1. Bitkiler besin ihtiyaçlarını nasıl karşılar?
2. Ambalajlı bir gübre örneği aldığınızda nelere dikkat edersiniz?



10.1. GÜBRE NUMUNESİ ALMA VE NUMUNELERİ ANALİZE HAZIRLAMA

Gelişimlerini artırmak, bol ve kaliteli ürün almak amacıyla bitkilere verilen bitki besin elementlerinin bir veya birkaçını içeren materyallere **gübre**; gübrelerin toprak ve bitkilere uygulanmasına ise **gübreleme** denir.

Topraktaki bitki besin elementlerinin yıkanma ve erozyonla topraktan uzaklaşması, bu besin elementlerinin toprağa doğal yollarla kazandırılmasından daha hızlıdır. Bunun sonucunda toprağın besin dengesi bozulur ve bitkisel üretim azalır. Dolayısıyla toprakların besin maddesi içeriklerinin belirlenmesi, yetersiz olan besin maddelerinin toprağa tekrar kazandırılması gereklidir. Bunun yolu da toprağın gübrenmesidir. Gübrelemede amaç yalnızca bitki besin maddelerinin toprağa verilmesi değildir; gübreleme ile aynı zamanda toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısı da iyileştirilir, toprağın verimliliği artırılır ve yetiştirilen ürün kalitesi de yükseltilmiş olur.

Gübreler yapılarına göre organik gübreler ve kimyasal gübreler olmak üzere ikiye ayrılır.



10.1.1. Organik Gübreler

Organik gübreler; bitki besin maddelerini bünyelerinde organik bileşikler hâlinde bulunduran bitki, hayvan ve insan atıklarından elde edilen gübrelerdir (Görsel 10.1). Organik gübreler, çiftliklerde yan ürün olarak elde edilir.



Görsel 10.1: Organik gübreler

Organik gübrelerden en önemlileri ahır gübresi, kompostlar ve yeşil gübrelerdir. Organik gübreler:

- Toprağın fiziksel ve kimyasal yapısının düzenlenmesinde etkilidir.
- Toprağın su tutma kapasitesini, havalanmasını ve su geçirgenliğini artırır.
- Toprağın pH değerini düzenler ve toprağı sıcak tutar.
- Toprakta bulunan besin elementlerinin bitkilerin alabileceği forma dönüşmesine katkı sağlar.
- Toprakta mikroorganizma faaliyetini artırarak biyolojik aktiviteyi yükseltir.
- Organik madde içeriği yüksek olan topraklarda rüzgâr ve su erozyonu nedeniyle toprak kaybı az olur.
- Ahır gübresi ve kompost gibi organik gübreler; toprağı organik madde sağlamaları yanında başta azot olmak üzere, fosfor, potasyum, kalsiyum vb. gibi besin elementlerini de içerir.

Ancak tüm bu faydalarına rağmen organik gübreler, bitkilerin ihtiyaç duyduğu miktarda ve oranda besin elementlerini bünyelerinde bulundurmaz.

Ahır Gübresi (Hayvan veya Çiftlik Gübresi): Daha çok ahır ve kümes hayvanlarının katı, sıvı dışkıları ile yataklık malzemelerinin karışımından elde edilen materyallere **hayvan gübresi** (çiftlik gübresi veya ahır gübresi) adı verilir (Görsel 10.2). Hayvan gübrelerinin içerdiği bitki besin maddeleri; elde edildikleri hayvanın cinsine, yaşına ve beslenme durumuna göre değişir. Azot, fosfor, potasyum ve kalsiyum gibi bitki maddeleri içeriği, genç hayvanlardan elde edilen gübrelerde yaşlı hayvanlardan elde edilene göre daha fazladır.



Görsel 10.2: Ahır gübresi

Kompostlar: Her türlü organik kökenli atığın bir araya getirilmesi ve çeşitli yöntemlerle çürütülmesi sonucu elde edilen gübrelerdir. Kompost olarak çöpler, evsel ve endüstriyel atıklar, park, bahçe ve pazar yeri atıkları, tarımsal faaliyetler sonucu ortaya çıkan atıklar, arıtma çamurları gibi materyaller kullanılabilir. Kompostların su tutması iyi, hacim ağırlığı düşük ve bitki besin elementlerini içeren organik madde miktarı yüksektir.

Yeşil Gübreler: Yetiştirildiği yerde ya da başka alanda yetiştirildikten sonra oradan alınıp gübreleme amacıyla toprağı karıştırılarak kullanılan bitkilere **yeşil gübre** denir. Özellikle hayvan gübrelerinin yeterli olmadığı yerlerde yeşil gübreleme ile toprağı ihtiyacı olan organik madde kazandırılmış olur. Yeşil gübre olarak çoğunlukla yonca, börtölce, soya, bezelye, çavdar, yulaf vb. bitkiler kullanılır. Bu şekilde bitkiler hem ayrıştırılmış hem de topraktan aldıkları besinler tekrar toprağı kazandırılmış olur. Yeşil gübreleme; toprağın organik madde kapsamını yükseltmenin yanı sıra toprakta azot birikimini sağlar, mikroorganizma aktivitesini artırır.

Diğer Organik Gübreler: Ahır gübresi, kompost ve yeşil gübreler dışında farklı şekilde elde edilen organik gübreler de bulunmaktadır. Bunlar mikrobiyal gübreler, katı organik gübreler, solucan gübresi ve fermantasyon sonucu elde edilen organik gübreler olarak sıralanabilir.

10.1.2. Kimyasal Gübreler

Kimyasal gübreler, bir veya birden fazla besin elementi içeren ve belli standartlarda üretilen kimyasal bileşiklerdir. Mineral gübreler veya suni gübreler olarak da adlandırılmakta olup sıvı veya katı olabilir. Kimyasal gübrelerin besin maddesi miktarları ve oranları bellidir. Yüksek miktarda bitki besin maddesi içerir, suda kolay çözünür, taşınma ve depolanmaları kolaydır (Görsel 10.3).

Azot, fosfor, potasyum gibi tek besin maddesi içeren kimyasal gübrelerin yanı sıra birden fazla besin elementi içeren kompoze gübreler de mevcuttur.



Görsel 10.3: Kimyasal gübre deposu

Azotlu Gübreler: Azotlu gübreler, bitki beslemede en çok kullanılan gübrelerdir. Azotlu gübrelerden en çok kullanılanları amonyum sülfat, amonyum nitrat ve üredir.

Amonyum Sülfat: Beyaz renklidir ve toz şekere benzer. Halk arasında “şeker gübre” olarak da bilinir. İçerisinde %21 saf azot bulunur. Amonyum sülfat; kireçli, nötr ve hafif alkali topraklar için uygun bir gübredir.

Amonyum Nitrat: İçerisinde %26, %33 oranında hem amonyum hem de nitrat formunda azot bulunur. Kirli beyaz renktedir.

Üre: Suda tamamen eriyebilen, beyaz renkli ve boncuk şeklinde bir gübredir. İçeriğinde %45 oranında azot bulunur. Üre, bütün bitkilere rahatlıkla uygulanır. Sonbahar ve ilkbahar gübrelemelerinde kullanıldığı gibi bitkinin gelişme dönemlerinde de kullanılabilir.

Fosforlu Gübreler: Fosforlu gübrelerin içeriğindeki fosfor, genellikle suda eriyebilen fosfat anyonu şeklindedir. Fosfor, toprağa atıldıktan sonra bitkilerin alabileceği forma dönüşür. Fosfor, toprakta hareketsiz olduğundan bitkinin köklere yakın yerlerine (15 - 20 cm kök derinliğine) verilmeli ve üzeri toprakla kapatılmalıdır. Gübrelemede sıklıkla kullanılan fosforlu gübreler; süper fosfat, triple süper fosfat ve amonyum fosfattır.

Süper Fosfat: Granül (tanecikli) yapıda olup açık gri veya boz renklidir. İçeriğinde %16-18 oranında suda eriyebilen fosfor asidi bulunur.

Triple Süper Fosfat: Gri, kirli beyaz renkte, granül yapıdadır. İçeriğinde %43-46 oranında fosfor asidi vardır. Nemden etkilendiği için uzun süre rutubetli yerlerde saklandığında nem çekerek topaklaşır.

Amonyum Fosfat: İçeriğinde %11-14 oranında azot, %48 dolayında da fosfor penta oksit bulunur.

Potasyumlu Gübreler: Topraklarımızda yeter miktarda potasyum bulunduğundan toprak analiz sonuçlarına göre toprakta potasyuma ihtiyaç varsa potasyumlu gübre kullanılmalıdır. Potasyum sülfat ve potasyum nitrat olmak üzere iki çeşit potasyumlu gübre vardır.

Potasyum Sülfat: Kirli beyaz renkte ve kristal yapıdadır. Yaklaşık olarak %48-52 oranında potasyum içerir.

Potasyum Nitrat: İçeriğinde %46 oranında potasyum vardır.

Mikro Element Gübreleri: Mikro element gübreleri; içeriğinde demir, çinko, bakır ve mangan gibi mikro besin elementleri bulunduran kimyasal gübrelerdir. Mikro element gübreleri katı, sıvı veya diğer elementlerle kompoze olarak bulunabilir.

Mikro element gübreleri, sülfat veya nitrat formunda olabildiği gibi şelat formunda da olabilmektedir. Şelatlı gübreler, içinde bulundurduğu besin elementini bitkinin kullanacağı formda hazır hâlde tutar. Özellikle demir, çinko eksikliği görülen topraklarda kullanılır. Demir ve çinko elementleri, kireç ve pH değeri yüksek topraklarda uygulama sonrası yararışlı formda kalır.

Kompoze Gübreler: Kompoze gübreler, içeriklerinde birden fazla bitki besin maddesini bir arada bulunduran. Bu nedenle bitkilerin tek yönlü beslenmesinin önüne geçilmiş olur.

İçerdikleri azot, fosfor ve potasyum miktarları etiketlerinde sırasıyla % olarak ifade edilir. Örneğin 15-15-15 şeklinde oluşturulan bir kompoze gübrenin 100 kilogramında 15 kg azot, 15 kg fosfor ve 15 kg potasyum olduğu anlaşılır. Geriye kalan kısım ise dolgu maddesidir. Dolgu maddeleri; besin maddesine kaynak görevi görür, gübrenin makine ile verilmesini kolaylaştırır, topaklaşmayı önler ve ortamın asit etkisini düzenler.

En çok kullanılan kompoze gübre, diamonyum fosfattır. Koyu gri veya kirli beyaz renkli tanecikler hâlinde olup bitkiler için önemli olan fosfor ve azotu içerir. İçerisinde yaklaşık olarak %65-70 oranında bitki besin maddesi bulunur. İçerisinde çeşitli mikro besin elementleri olan farklı isimlerde kompoze gübreler de bulunmaktadır (Görsel 10.4.).



Görsel 10.4: Kompoze gübre

10.1.3. Organik Gübrelerden Numune Alma

Gübre numunesi olabildiğince hızlı alınmalıdır. Numune alma ve numunelerin laboratuvara ulaştırılması sürecinde numuneler herhangi bir değişime uğramamalı, alındıkları gübreleri temsil eder durumda kalmalıdır. Eğer numune alınacak gübre sıvı ise karıştırıldıktan sonra numune alınmalıdır. Analizler için numune ağırlığı 500 g'dan az olmamalıdır. Numune hazırlama esnasında kullanılacak aletler, kaplar ve çalışılan yüzeyler temiz ve kuru olmalıdır. Numuneler ağzı kapaklı ve hava sızdırmayan kaplara konulmalıdır. Gübre numunesi alma yöntemi, gübrenin organik ya da kimyasal olmasına göre değişiklik gösterir.

Organik gübrelerden numune alımında kürek, kavanoz, etiket ve kurşun kalem kullanılır. Yığından numune alınırken; numune yığının en az 30 farklı noktasından ve derinliğinden rastgele alınır. Alınan alt numuneler temiz ve düz bir zeminde biriktirilip iyice karıştırılır. Bu karışımdan 1 kg kadar esas numune alınarak cam veya plastik bir kavanoza konulur, kavanozun ağzı sıkıca kapatılır. Numunenin alındığı yer, tarih gibi gerekli bilgiler etiket üzerine yazılarak numune en hızlı şekilde laboratuvara gönderilir.

Hayvan barınaklarından numune alınırken gün boyu elde edilen katı dışkı ve yataklık toplanır. Biriktirilen gübre iyice karıştırılır ve karışımdan 1 kg kadar numune alınır. Alınan numune cam veya plastik bir kavanoza konulur, kavanozun ağzı sıkıca kapatılır. Gerekli bilgilerin yazıldığı etiketin de iliştiirildiği kavanoz laboratuvara gönderilir.

Hayvanlardan katı ve sıvı dışkı numuneleri alınırken 24 saat boyunca hayvanların katı ve sıvı dışkıları ayrı ayrı özel kaplarda toplanır ve bundan 1 kg numune hazırlanır. Alınan numune, cam veya plastik kavanozlara konulup kavanozun ağzı sıkıca kapatılır. Numune, gerekli bilgiler etiket üzerine yazılarak laboratuvara gönderilir.

10.1.4. Kimyasal Gübrelerden Numune Alma

Kimyasal gübre numune alım zamanı, Tarım ve Orman İl Müdürlükleri tarafından hazırlanan Gübre Denetim Programı'na göre her yıl ocak ayında belirlenerek Bakanlıkça yayımlanmaktadır. Bu program doğrultusunda gübre numuneleri genel olarak üretim tesislerinden, toptan ve perakende satış birimlerinden veya bunların depolarından alınır. Denetim programı dışında herhangi bir şikâyet olduğu zaman da gübre numuneleri alınır.

Numune alımında kavanoz, etiket, kurşun kalem, kürek veya sonda kullanılır. Numune almada kullanılacak aletler temiz ve kuru olmalıdır. Ayrıca bu aletler alınacak numuneden etkilenmeyecek özellikte olmalıdır. Gübre numunelerinin alındığı ortam nemli, tozlu ve kumlu olmamalıdır. Numune alınacak gübreler sıvı veya süspansiyon hâlindeyse numune alınmadan önce gübre karıştırılmalıdır. Numune alma işi olabildiğince kısa sürede tamamlanmalıdır.

Aynı üretimden alınmış, aynı ağırlıktaki ambalajlarda taşınan ve bir seferde analize sunulan kimyasal gübre **bir parti** olarak kabul edilir. Alınan alt numuneler aynı partiden olmalıdır. Alınacak numune miktarı Tablo 10.1'de verilmiştir.

Tablo 10.1: Depodan Alınacak Ambalajlı Gübre Örneği Miktarı

Partideki Ambalaj Sayısı (Adet)	Örneklenecek Ambalaj Sayısı (Adet)
<15	2
16-25	3
26-90	5
91-150	8
151-280	13
281-500	20
501-1200	32
1201-3200	50
3201-10000	80

Kimyasal gübrelerden numune alımında öncelikle alınacak numune miktarı belirlenir, daha sonra alt numuneler alınır. Alt numune alımı, gübrenin alım yeri ve miktarına bağlı olarak değişiklik gösterir.

Ambalajlı gübrelerde yeterli sayıda ambalaj rastgele seçilip her birinin değişik derinliklerinden sonda yardımıyla eşit miktarda alt numune alınır. **Dökme hâlinde bulunan kimyasal gübreden** ise sonda ya da kürekle partiyi temsil edecek şekilde yığının her tarafından ve çeşitli derinliklerden rastgele alt numune alınır. Dökme katı gübrelerde parti büyüklüğü 2,5 tondan küçük ise 7 adet numune ambalajı, parti büyüklüğü 80 tondan fazla ise asgari 40 adet ambalaj olmalıdır. **Fabrikasyon ve ambalajlama aşamasında** bant üzerinde akım hâlindeyken gübreden numune alımında da özel numune alma kaplarıyla alt numune alınır. Hareketli düzenek üzerindeki gübrelerden alınacak örnek miktarları, gübre miktarına göre 1-4 ton bant üzerinde hareket eden gübreden örnekleme yapmak için 6 adet örnek alınmalı, 36-40 ton hareketli bant üzerindeki gübreden 18 adet örnek alınmalıdır.

Alınan alt numuneler, temiz bir zemin üzerinde biriktirilerek iyice karıştırılıp “paçal numune” oluşturulur. Paçal numune koni oluşturacak şekilde yığılır, koninin üstü kesilip düzeltilir. Daha sonra numune dörde bölünerek çapraz durumdaki karşılıklı iki kısım çıkarılır. Kalan kısımla aynı işlem numune 2 kg kalıncaya kadar devam edilir. Bu şekilde hazırlanan numune 4 adet temiz ve kuru cam kavanoza paylaştırılır ve kavanozların ağızları sıkıca kapatılır. Numune alma tutanağı ve etiketi hazırlanıp kavanozun üzerine yapıştırılır ve ağzı mühürlenir. Bu numunelerden ikisi analizi yapılmak üzere laboratuvara gönderilir. Kalanlardan biri şahit numune olarak iş yerine teslim edilir diğeri de İl Müdürlüğünce saklanır.

10.1.5. Gübre Numunesinin Analize Hazırlanması

Laboratuvara getirilen gübre numuneleri, numune kayıt defterine kaydedildikten sonra zaman kaybedilmeden analize hazırlanmalıdır. Laboratuvarda analize alınacak numunenin hazırlanması için kurutma, eleme, toz hâline getirme ve homojen bir karışım oluşturma adımları takip edilmektedir.

Organik gübre numunelerini analize hazırlarken kurutma kabı, kurutma dolabı, elek, kavanoz, havan veya değirmen kullanılır. Kimyasal gübrelerde kullanılan araç gereçler ise elek, kavanoz ve havandır.

Organik gübre numuneleri; kimyasal ve biyolojik değişimleri en aza indirmek için en kısa sürede kurutulmalıdır. Kurutma işlemi için numuneler tepsilere serilmelidir. Tepsideki numuneler daha sonra kurutma dolabında 60-70 °C’de 48-72 saat kurutulur. Kurutma süresi numunenin su içeriğine göre değişir. Kurutulan numuneler havanda veya değirmende öğütülür. Numunelerin öğütülme incelikleri genellikle analizde kullanılacak madde miktarına bağlıdır. Öğütülme inceliği arttıkça numunenin temsil kabiliyeti artar. Genellikle 0,3-0,5 mm incelikte öğütülmesi yeterlidir. Gübre numuneleri, çeşitli büyüklükteki elekler kullanılmak suretiyle istenilen incelikte elenir. Elenen numuneler iyice karıştırıldıktan sonra kavanozlara konularak kavanozların ağızları sıkıca kapatılır. Kavanozların üzeri etiketlenerek analize hazırlanmış olur.

Kimyasal gübre numuneleri, delik açıklığı 1 mm olan elekten elenir. Eleğin üzerinde kalan kısım havanda ezilerek gübre numunesinin tamamının elekten geçmesi sağlanır. Isınma nedeniyle bir patlamaya (amonyum nitrat, amonyum sülfat vb.) yol açmamak için havan soğuk su içinde tutulmalı ve eleme işlemi gölge bir yerde yapılmalıdır. Elekten geçen numuneler iyice karıştırılarak kavanozlara konulur ve kavanozların üzeri etiketlenir.

UYARI: Laboratuvar analizlerine hazırlanan gübrelerden bazılarının [kalsiyum nitrat, sodyum nitrat, Şili nitratı, amonyum sülfat, amonyum nitrat (N %30), üre, dışkı] öğütülmemesi gerekmektedir.

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

ORGANİK GÜBRELERDEN NUMUNE ALMA VE NUMUNYİ ANALİZE HAZIRLAMA

Bu çalışmanın amacı organik gübrelerden numune alma ve numuneyi analize hazırlama işlemi yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak organik gübrelerden numune alma ve numuneyi analize hazırlama işlemi yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1'de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Numune alma malzemelerini hazırlayınız.

- Kişisel koruyucu malzemelerinizi hazırlayınız.

2. Organik gübre yığınının en az 30 yerinden alt numuneler alarak bunları temiz bir yüzeyde karıştırınız.

- Yüzeyin temiz olmasına dikkat ediniz.
- Numunenin iyice karışıp karışmadığına dikkat ediniz.

3. Karışımdan 1 kg kadar organik gübre numunesi alarak cam kavanoza koyunuz.

- Numune kabının ağzını sıkıca kapatınız.

4. Numune kabını etiketleyerek en kısa sürede laboratuvara ulaştırınız.

- Etiket bilgilerini eksiksiz yazınız.

5. Laboratuvara gelen organik gübre numunesini kayıt defterine kaydediniz.

- Numune ile ilgili bilgileri hatasız yazınız.

6. Organik gübre numunelerini tepsilere koyarak kurutma dolabında kurutunuz.

- Kurutmayı 60-70 °C 'de yeterli sürede yapınız.

7. Kurutulan numuneleri havan veya değirmende öğütünüz.

- Öğütme inceliğine dikkat ediniz.

8. Öğütülen numuneleri elekten geçiriniz.

- Eleme işlemini dikkatli yapınız.

9. Elenen numuneleri cam kavanozlara koyunuz. Kavonazların üzerini etiketleyerek numuneleri analize kadar muhafaza ediniz.

- Etiket bilgilerini eksiksiz yazınız.
- Uygun koşullarda muhafaza ediniz.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Bu uygulama çalışmasında en çok zorlandığınız aşama hangisi oldu? Neden?

.....

.....

.....

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

KİMYASAL GÜBRELERDEN NUMUNE ALMA VE NUMUNESİNİ ANALİZE HAZIRLAMA

Bu çalışmanın amacı kimyasal gübrelerden numune alma ve numunesini analize hazırlama işlemi yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak kimyasal gübrelerden numune alma ve numunesini analize hazırlama işlemi yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1’de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI

- 1. Numune alma malzemelerini hazırlayınız.**
 - Numune alma malzemelerinin temiz olduğundan emin olunuz.
- 2. Ambalajlı kimyasal gübrelerden rastgele ve yeterli miktarda ambalaj seçiniz.**
 - Partiyi temsil edecek sayıda ambalaj seçiniz.
- 3. Seçilen ambalajların değişik derinliklerinden alt numuneler alarak paçal numune oluşturunuz.**
 - Yeterli miktarda alt numune almaya özen gösteriniz.
- 4. Oluşturulan paçal numunesini temiz bir yüzey üzerine yığarak kesik koni oluşturunuz. Yığını dörde bölerek çapraz durumdaki bölünmüş iki kısmını ayırınız.**
 - Gübre numunesini yığdığınız zeminin temiz olmasına (toz, toprak vb. olmamasına) özen gösteriniz.
- 5. Kalan kısmı tekrar karıştırıp aynı şekilde yine yığın hâline getirerek dörde bölünüz. Bölünen kısımlardan çapraz iki parçayı ayırınız. Aynı işlemi 2 kg numune kalıncaya kadar tekrarlayınız.**
 - Numunesi iyice karıştırdığınızdan emin olunuz.
- 6. Hazırlanan 2 kg’lık numunesini 500 gramlık dört kavanoza aktarınız. Kavanozların kapaklarını mühürleyiniz.**
 - Bu dört kavanozdan bir tanesini Tarım ve Orman İl Müdürlüğüne, birisini işletme yetkilisine diğer ikisini de analiz için laboratuvara gönderiniz.
- 7. Laboratuvara gelen kavanozları kaydederek analiz için hazırlayınız.**
 - Kayıt işlemini eksiksiz yapınız.
- 8. Kaydedilen kimyasal gübre numunesini delik açıklığı 1 mm olan eleklerden eleyiniz.**
 - Eleme işlemini dikkatli yapınız.
- 9. Eleme esnasında elek üzerinde kalan gübreleri havanda dikkatlice eziniz.**
 - Patlama riskine karşı havanı soğuk su içine koyarak ezme işlemini gerçekleştiriniz.
- 10. Tamamıyla elenen kimyasal gübre numunesini karıştırıp kavanozlara koyunuz. Kavanozları etiketleyerek ağzıklarını kapatınız.**
 - Etiket bilgilerini eksiksiz yazınız.
 - Uygun koşullarda muhafaza ediniz.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Numune alma işleminde dört kavanozdan bir tanesinin Tarım ve Orman İl Müdürlüğüne, diğerinin işletme yetkilisine verilmesinin nedenlerini yazınız.

.....

.....

.....

10.2. ORGANİK GÜBRE NUMUNELERİNİ YAKMA

Organik gübrelerde bulunan mineral maddeler, organik maddenin yakılmasından sonra belirlenir. Organik maddenin yakılmasında belirlenecek elemente bağlı olarak kuru yakma ve yaş yakma yöntemleri uygulanır. Örneğin bor elementi yaş yakmada büyük ölçüde azalır. Bu nedenle bor elementi belirlemesi yapılacak gübre numunelerinin kuru yakma metoduyla yakılması gerekir.

10.2.1. Organik Gübre Numunelerinde Kuru Yakma

Yöntemin prensibi; homojen hâle getirilmiş gübre numunesinin kül fırınında 500-550 °C'de yakılması esasına dayanır. Gübre numuneleri doğrudan yakılabildiği gibi numunelerin yanmasını kolaylaştırmak ve kayıpları önlemek için çeşitli kimyasallarla (sülfürik asit, magnezyum nitrat vs.) ön işleme tabi tutulabilir.

Kuru yakma yöntemi çok çeşitli örneklerle uygulanabilir. Ancak bazı elementlerin yakma işlemi esnasında buharlaşması sonucu fazla miktarda kayıp olmaktadır.

10.2.1.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Kuru yakma işleminde kullanılan araç gereç ve kimyasallar şunlardır: hassas terazi, porselen kroze, kül fırını, kroze maşası, pipet, huni, balon joje, filtre kâğıdı.

Seyreltik Asit Çözeltisi: 1 litre saf su + 300 ml HCl + 100 ml HNO₃

10.2.1.2. Kuru Yakma İşleminin Yapılışı

Kurutulmuş ve öğütülmüş gübre numunesinden 0,5 g tartılarak porselen krozeye aktarılır. Kroze soğuk kül fırınına yerleştirilir. Fırının derecesi kademeli olarak 500 °C'ye yükseltilir. Açık gri renkli kül elde edilinceye kadar yaklaşık 6 saat yakma işlemi gerçekleştirilir ancak külün renginin siyah olması yanmanın tam olmadığını ve hâlen organik kısımların olduğunu gösterir. Kül hâline getirilen numune oda sıcaklığına gelinceye kadar soğutulur. Soğutulan krozeye 10 ml seyreltik asit çözeltisi ilave edilir ve süspansiyon karıştırılır. Çözelti 50 ml'lik balon jojeye süzülür ve saf suyla hacme tamamlanır. Böylece berrak çözelti analiz için hazır duruma gelmiş olur.

10.2.2. Organik Gübre Numunelerinde Yaş Yakma

Yöntemin prensibi; analize hazırlama aşamaları tamamlanmış organik gübre örneklerinin asidik sıvı ortamda parçalanarak besin elementlerinin bu sıvı ortamda tespit edilmesi esasına dayanmaktadır. Sıvı ortam oluşturulmasında çoğunlukla nitrik asit, perklorik asit, sülfürik asit ya da bu asitlerin karışımları kullanılmaktadır.

10.2.2.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Organik gübrelerde hot plate ile yaş yakmada kullanılan araç gereç ve kimyasallar şunlardır: hot plate, hassas terazi, balon joje (50, 100 ml), huni, süzme seti, derişik nitrik asit (HNO₃, %60), perklorik asit (HClO₄, %70).

Nitrik-Perklorik Asit Karışımı: Balon (2000 ml) içerisine 1000 ml derişik nitrik asit (HNO₃) konularak üzerine 250 ml perklorik asit (HClO₄) ilave edilir. Hazırlanan bu karışım soğuduktan sonra kullanılır.

10.2.2.2. Yaş Yakma İşleminin Yapılışı

Kurutulmuş ve öğütülmüş organik gübre numunesinden 0,5-1 g hassas terazide tartılır. Tartımı alınan numune 125 ml'lik erlene aktarılır. Erlen üzerine her 1 g numuneye 12 ml nitrik asit-perklorik asit karışımı ilave edilir. Asit karışımı ile bitki örneğinin tamamen karışması sağlanmalı, erlenin cidarına bulaşma olmamasına dikkat edilmelidir. Asit karışımı ve numune bulunan erlen üzerine huni koyularak çeker ocak içerisinde 20-30 dakika bekletilir. Erlen, su banyosu üzerinde (50-70 °C) en az 3 saat veya bir gece bekletilir. Daha sonra çeker ocak içerisindeki ısıtıcı tabla üzerine konulur. Isıtıcı tablanın sıcaklığı 50 °C'de 30 dakika, 95 °C'de 1 saat, 160 °C'de turuncu asit dumanı erlenden uzaklaşmaya kadar bekletilir. Bundan sonra sıcaklık 200 °C'ye ayarlanır ve beyaz dumanlar bitince yakma işlemi sonlandırılır. Bu sırada erlen içerisinde en az 1 ml perklorik asit çözeltisi kalmalı ve renk beyaz olmalıdır. Yakma işlemi boyunca erlen arada bir hafifçe çalkalanmalıdır. Numune yakması tamamlanmış erlen içerisindeki asit yeterince soğuduktan sonra üzerine bir miktar saf su ilave edilerek süzme işlemine geçilir. Numune, huni yardımıyla ince filtre kâğıdından saf su ile yıkama yaparak balon jojeye (50 veya 100 ml) süzülür. Oda sıcaklığına gelen balon jojenin üzeri ölçüsüne kadar saf su ile tamamlanır.

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

ORGANİK GÜBRELERDE KURU YAKMA

Bu çalışmanın amacı organik gübrelerde kuru yakma yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak organik gübrelerde kuru yakma yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1'de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Çalışma ortamını ve kullanılacak araç gereçleri hazırlayınız.
- Kişisel koruyucu malzemelerinizi hazırlayınız.



2. Analize hazırlanmış organik gübre numunesinden 0,5 g tartıp krozeeye koyunuz.

- Tartım kurallarına uyunuz.



3. Krozeyi kül fırınına yerleştiriniz. Kül fırınının sıcaklığını kademeli olarak artırıp 500 °C'ye getiriniz.

- Numuneyi kül fırını soğuk iken koyunuz ve sıcaklığı kademeli artırınız.



4. Numuneyi 500 °C'de 6 saat yakınız.

- Numuneyi açık gri renkte kül oluşuncaya kadar yakınız.



5. Krozeyi kül fırınından çıkararak soğuyuncaya kadar oda sıcaklığında bekletiniz.

- Krozeyi çıkarırken maşa kullanınız.



6. Oda sıcaklığına kadar soğuyan numuneye 10 ml seyreltik asit çözeltisi ekleyiniz ve süspansiyonu karıştırınız.

- Asit buharını solumayınız.



7. Krozedeki çözeltiyi filtre kâğıdı kullanarak 50 ml'lik balon jojeye süzünüz.

- Süzme işleminde dikkatli olunuz.
- Krozeyi saf suyla yıkayarak aynı balon jojeye süzünüz.



8. Balon jojeyi saf suyla hacme tamamlayınız.

- Analiz sonrası işlemlerini yaparak deney raporunuzu yazınız.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Bu uygulama çalışmasında en çok dikkatinizi çeken aşama hangisi oldu? Neden?

.....

.....

.....

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

ORGANİK GÜBRELERDE YAŞ YAKMA

Bu çalışmanın amacı organik gübrelerde yaş yakma yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak organik gübrelerde yaş yakma yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1'de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



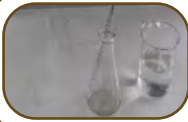
1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Kullanılacak malzemelerin temiz ve kuru olmasına dikkat ediniz.



2. Kurutulmuş ve öğütülmüş organik gübre numunesinden erlene 0,5-1 g tartınız.

- 125 ml'lik erlen kullanınız.



3. Erlene her 1 g numune için 12 ml nitrik asit-perklorik asit karışımı ilave ediniz.

- Asit karışımı ile numunenin tamamen karışmasına ve erlenin cidarına bulaşmamasına dikkat ediniz.
- Erlen üzerine huni koyarak çeker ocak içerisinde 20-30 dakika bekletiniz.



4. Erlen su banyosu üzerinde en az 3 saat veya bir gece bekletiniz.

- Cihaz kullanma talimatlarına uyunuz.



5. Numuneyi çeker ocak içerisindeki ısıtıcı tabla üzerine koyunuz. Isıtıcı tablanın sıcaklığı 50 °C'de 30 dakika, 95 °C'de 1 saat, 160 °C'de turuncu asit dumanı erlenden uzaklaşmaya kadar bekletiniz.

- İşlemleri yaparken dikkatli olunuz.



6. Daha sonra sıcaklığı 200 °C'ye ayarlayıp beyaz dumanlar bitinceye kadar yakma işlemi yapınız.

- Bu sırada erlen içerisinde en az 1 ml perklorik asit çözeltisi kalmalı ve renk beyaz olmalıdır.
- Yakma işlemi boyunca erleni arada bir hafifçe çalkalayınız.



7. Yakma işlemi tamamlandıktan sonra erleni yeterince soğutunuz ve bir miktar saf su ilave ediniz. Daha sonra numuneyi huni yardımıyla ince filtre kâğıdından saf su ile yıkama yaparak süzünüz.

- Süzme işleminde 50 ml veya 100 ml'lik balon jojeler kullanınız.



8. Oda sıcaklığına soğutulan balon jojeyi ölçüsüne kadar saf su ile tamamlayınız.

- Dikkatli olunuz.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Bu uygulama çalışmasında en çok zorlandığınız basamak hangisi oldu? Neden?

.....

.....

10.3. GÜBRELERDE KURU MADDE TAYİNİ

Birçok madde gibi organik ve kimyasal gübrelerin yapısında da bir miktar nem bulunur. Organik gübrelerin fazla nem içermesi yani kuru madde oranının düşük olması, kalitesi açısından istenmeyen bir durumdur. Kimyasal gübrelerin % nem oranı standartlarla belirlenmiş olup bu sınırların üzerine çıkmamalıdır. Örneğin azot kapsamı en az %20, 26 ve 30 olan amonyum nitrat gübrelerinde nem miktarı %0,7'den fazla olmamalıdır.

10.3.1. Organik Gübrelerde Kuru Madde Tayini

Yöntemin prensibi; gübrenin çeşidine uygun sıcaklık ve sürelerde gübredeki nem miktarının etüv kullanılarak gravimetrik olarak tayin edilmesi esasına dayanır.

10.3.1.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Organik gübrelerde kuru madde tayininde kullanılan araç gereçler şunlardır: etüv, hassas terazi, cam kurutma kapları, desikatör.

10.3.1.2. Kuru Madde Tayini Yapılışı

Darası alınmış kaplara (m_1) gübre numunesinden 3-5 g arasında tartılır. Gübre örneği konulmuş kap tekrar tartılır (m_2). Kapların ağzı açık olarak etüve yerleştirilir. 105 °C'de etüvde sabit tartıma gelinceye kadar kurutulur. Daha sonra desikatörde soğutulup tartılır (m_3). Aşağıdaki formülle % nem miktarı hesaplanır. Bulunan değer 100'den çıkarılarak organik gübre numunesinin % kuru madde miktarı bulunur.



$$\%Nem = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100$$

$$\% Kuru Madde = 100 - \%Nem$$

m_1 : Boş olan kurutma kabının ağırlığı (g)

m_2 : Kurutma kabı ve gübre örneğinin toplam ağırlığı (g)

m_3 : Etüvden sonra kurutma kabı ve gübre örneğinin toplam ağırlığı (g)

10.3.2. Kimyasal Gübrelerde Vakumlu Kurutma Yöntemiyle Kuru Madde Tayini

Yöntemin prensibi; gübre numunesinin vakumlu bir desikatörde kurutulduktan sonra tartım farkından yararlanılarak nem miktarının belirlenmesi esasına dayanır. Isı ile parçalan ve bozulan gübre numunelerinde nem miktarı bu yöntemle belirlenmelidir.

10.3.2.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Kimyasal gübrelerde vakumlu kurutma ile kuru madde tayininde kullanılan araç gereçler şunlardır: hassas terazi, kurutma kabı, vakum pompası ve vakum desikatörü.

Vakum Desikatörü: Vakum cihazına bağlanabilen, kapağında vakum musluğu bulunan ve bir pompa yardımıyla havası boşaltılabilen desikatörlere **vakum desikatörü** denir. Bu desikatörlere vakum uygularken veya vakumu boşaltmak için musluğu açarken dikkatli olunmalıdır.

10.3.2.2. Vakumlu Kurutma Yöntemiyle Kuru Madde Tayini Yapılışı

Sabit tartıma getirilmiş ve darası alınmış bir kurutma kabına (m_1) 2 g kadar gübre numunesi tartılır. Kurutma kabı numuneyle beraber tekrar tartılır (m_2). Daha sonra içinde magnezyum perklorat bulunan desikatöre konulur. Vakum cihazı desikatöre bağlanarak basınç 500 mm Hg'ye ayarlanır. Numune sabit tartıma gelinceye kadar yaklaşık 16-18 saat desikatörde kurutulur ve tartılır (m_3). Aşağıdaki formül kullanılarak nem miktarı bulunur.



$$\%Nem = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100$$

$$\% Kuru Madde = 100 - \%Nem$$

m_1 : Kurutma kabının darası (g)

m_2 : Kurutulmadan önceki kurutma kabı + numunenin ağırlığı (g)

m_3 : Kurutulduktan sonra kurutma kabı + numunenin ağırlığı (g)

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

ORGANİK GÜBRELERDE
KURU MADDE TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı organik gübrelerde kuru madde tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak organik gübrelerde kuru madde tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1'de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Kullanılacak malzemelerin temiz ve kuru olmasına dikkat ediniz.

2. Kurutma kabının darasını alınız (m_1).

- Tartım kurallarına uyunuz.

3. Darası alınmış kaplara gübre numunesinden 3-5 g alarak kurutma kabı ile beraber tartınız (m_2).

- Tartım sonuçlarınızı not ediniz.



4. Kurutma kabını ağzı açık olarak etüve yerleştirip 105 °C'de etüvde sabit tartıma gelinceye kadar kurutunuz.

- Cihaz kullanma talimatlarına uyunuz.

5. Sabit tartıma gelen kurutma kabını desikatörde soğutup tartınız (m_3).

- İşlemleri yaparken dikkatli olunuz.
- Elde ettiğiniz sonuca göre kuru madde miktarını bulunuz.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Uygulama çalışmasında elde ettiğiniz sonuçları arkadaşlarınızın sonuçlarıyla karşılaştırınız. Farklılıkların nedenleri hakkındaki fikirlerinizi aşağıya yazınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

KİMYASAL GÜBRELERDE KURU MADDE TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı kimyasal gübrelerde kuru madde tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak kimyasal gübrelerde kuru madde tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1’de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Kullanılacak malzemelerin temiz ve kuru olmasına dikkat ediniz.

2. Kurutma kabının darasını alınız (m_1).

- Tartım kurallarına uyunuz.

3. Kurutma kabına 2 g kadar gübre numunesini alarak numuneyle beraber tekrar tartınız (m_2).

- Tartım sonuçlarını not ediniz.

4. Vakum cihazını desikatöre bağlayarak numuneyi sabit tartıma gelinceye kadar kurutunuz, daha sonra tartınız (m_3).

- Vakum cihazının basıncını 500 mm Hg'ye ayarlayınız.
- Yaklaşık 16-18 saat desikatörde kurutma yapınız.

5. Numunenin nem miktarını formül yardımıyla hesaplayınız.

- Elde ettiğiniz sonuca göre kuru madde miktarını bulunuz.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Uygulama çalışmasında elde ettiğiniz değerleri organik gübrelerde elde ettiğiniz değerlerle karşılaştırıp aradaki farklılıkların nedenlerini aşağıya yazınız.

[illegible]

10.4. ORGANİK GÜBRELERDE YANMA KAYBI TAYİNİ

Tarım topraklarının organik madde içeriklerini korumak ve artırmak, toprağın verimliliği açısından büyük öneme sahiptir. Mevzuat gereği katı organik gübrelerin organik madde miktarı %40'tan; sıvı organik gübreler inorganik madde miktarı ise %15'ten az olmamalıdır.

Organik gübrelerde yanma kaybı tayini yöntemi; numune yakılıp ham kül miktarı tespit edildikten sonra kuru madde miktarından ham kül miktarı çıkarılarak organik madde miktarının tespit edilmesi esasına dayanır.

10.4.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Organik gübrelerde yanma kaybı tayininde kullanılan araç gereçler şunlardır: kül fırını, porselen kroze, hassas terazi, etüv, balon joje ve pipet.

10.4.2. Yanma Kaybı Tayini Yapılışı

Porselen kroze etüvde 65 °C'de kurutulur, desikatöre alınıp soğutularak tartılır. Bu işlem porselen kroze sabit tartıma gelinceye kadar tekrarlanır. Sabit tartıma gelince darası alınır. Havada kurutulmuş organik gübre numunesinden 2 g alınır, darası alınmış porselen kroze ile tartılır (dara + numune). Organik gübre numunesi bulunan porselen kroze kül fırınına yerleştirilir. Kül fırının sıcaklığı kademeli olarak 550 °C'ye getirilerek yakma işlemi yapılır. Yanma sonunda kül fırınının soğuması beklenir. Soğuduğunda kül ile porselen kroze tartılır (dara + kül). Aşağıdaki formül ile organik madde miktarı hesaplanır.



$$\% \text{ Yanma kaybı} = \frac{[(\text{Dara} + \text{numune}) - (\text{Dara} + \text{kül})]}{\text{Numune miktarı (g)}} \times 100$$



Not alınız...

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

ORGANİK GÜBRELERDE
YANMA KAYBI TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı organik gübrelerde yanma kaybı tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak organik gübrelerde yanma kaybı tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1'de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Kullanılacak malzemelerin temiz ve kuru olmasına dikkat ediniz.



2. Porselen krozeyi etüvde 65 °C'de sabit tartıma gelinceye kadar kurutunuz. Desikatörde soğuttuktan sonra darasını alınız.

- Tartım kurallarına uyunuz.



3. Havada kurutulmuş organik gübre numunesinden 2 g alınız. Bu numuneyi darası alınmış porselen kroze ile tartınız.

- Tartım sonuçlarını not ediniz (dara + numune).



4. Organik gübre numunesi bulunan porselen krozeyi kül fırınına yerleştiriniz. Kül fırınının sıcaklığını kademeli olarak 550 °C'ye getirerek yakma işlemi yapınız.

- Yakma işlemi yaparken dikkatli olunuz.



5. Kül fırını soğuduğunda içinde kül olan krozeyi tartınız.

- Tartım kurallarına uyunuz.
- Elde ettiğiniz sonuca göre kuru madde miktarını bulunuz.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

1. Bu uygulama çalışmasında elde ettiğiniz değeri arkadaşlarınızın sonuçlarıyla karşılaştırınız. Eğer sonuçlarınız farklı ise farklılığın sebebini aşağıya yazınız.

.....

.....

.....

.....

2. Uygulamada gübre numunesi ile ilgili elde ettiğiniz sonuca göre yorumunuzu aşağıya yazınız.

.....

.....

.....

.....

10.5. TİCARİ GÜBRELERDE SERBEST ASİTLİK TAYİNİ

Saf su içerisinde çözünmüş gübre örneğinin indikatör (fenolftalein) ilavesi ile içerisinde bulunan asit miktarının belirlenmesi için oluşturulan kırmızı rengin sodyum hidroksit (NaOH) ile titrasyonunun yapılması ve asit miktarının tayin edilmesidir.

10.5.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Kimyasal gübrelerde serbest asitlik tayininde kullanılan araç gereç ve kimyasallar şunlardır: pH metre, çalkalama aleti, hassas terazi, erlen, balon joje, filtre kâğıdı, pipet, damlalık, büret, mezür, piset, saf su, sodyum hidroksit (NaOH), etil alkol (C₂H₅OH).

Fenolftalein İndikatörü: 100 ml'lik balon jojede 0,5 g fenolftalein %95'lik etil alkolde çözündürülür ve etil alkolle hacme tamamlanır.

Sodyum Hidroksit (NaOH) Stok Çözeltisi (0,1 N): 1 litrelik balon jojeye 4 g katı sodyum hidroksit tartılıp bir miktar saf suyla çözündürülür ve hacme tamamlanır.

10.5.2. Serbest Asitlik Tayini Yapılışı

Analize hazırlanmış gübre numunesinden 5 g alınarak 250 ml'lik erlene aktarılır. Erlen üzerine 100 ml saf su ilave edilerek numune 5 dakika çalkalama aletinde çalkalanır ve 250 ml'lik balon jojeye süzülür, balon joje saf suyla hacme tamamlanır. Balon jojeden 100 ml numune bir erlen içerisine aktarılır. Üzerine 3-4 damla fenolftalein indikatörü damlatılır. Daha sonra 0,1 N sodyum hidroksit ile pembe renk oluşuncaya kadar titre edilir. Harcanan sodyum hidroksit miktarı kaydedilir ve formül yardımıyla gerekli hesaplamalar yapılarak serbest asitlik miktarı hesaplanır.



Amonyum sülfat için

$$\% \text{ Serbest Asitlik (H}_2\text{SO}_4) = \frac{V \times N \times sf \times 4,9}{m}$$

sf: Seyreltme faktörü (sf= 250/100)

N: Kullanılan Sodyum Hidroksit (NaOH) Normalitesi

m: Numune miktarı (g)

V: Harcanan NaOH hacmi (ml)

Fosfatlı gübreler için

$$\% \text{ Serbest Asitlik (P}_2\text{O}_5) = \frac{V \times N \times sf \times 7,1}{m}$$

NOT:

- Amonyum sülfat gübresinde sülfürik asit cinsinden serbest asitlik %0,03'ten fazla olmamalıdır.
- Kompoze gübrelerde, süper fosfat ve triple süper fosfat gübresinde fosfat penta oksit (P₂O₅) cinsinden olarak toplam serbest asitlik %2,5'ten daha yüksek olmamalıdır.

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

KİMYASAL GÜBRELERDE
SERBEST ASİTLİK TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı kimyasal gübrelerde serbest asitlik tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak kimyasal gübrelerde serbest asitlik tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1'de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI



1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Kullanılacak malzemelerin temiz ve kuru olmasına dikkat ediniz.



2. Analize hazırlanmış gübre numunesinden 5 g alarak 250 ml'lik erlene aktarınız.

- Tartım kurallarına uyunuz.



3. Erlen üzerine 100 ml saf su ilave ederek numuneyi 5 dakika çalkalama aletinde çalkalayınız.

- Çalkalama aletinin kullanma talimatına uyunuz.



4. Çözeltiliyi 250 ml'lik balon jöjeye süzerek saf suyla hacme tamamlayınız.

- İşlemleri dikkatli yapınız.



5. Balon jöjedeki süzöntüden 250 ml'lik erlenin içerisine 100 ml aktarınız. Üzerine 3-4 damla fenolftalein indikatörü damlatınız.

- Aktarma kurallarına uyunuz.



6. 0,1 N sodyum hidroksit ile pembe renk oluşuncaya kadar titre ediniz.

- Harcanan sodyum hidroksit miktarını kaydediniz.
- Renk oluşumuna dikkat ediniz.



7. Formül yardımıyla gerekli hesaplamaları yapınız.

- % sülfürik asit cinsinden numunenin serbest asitlik miktarını hesaplayınız.
- Analiz sonrası işlemleri yapınız. Kullandığınız kimyasalları çevreyi kirlilemeyecek şekilde uygun atık kutularına atınız.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Bu uygulama çalışmasının size en kolay ve en zor gelen basamakları nelerdir? Neden?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10.6. TİCARİ GÜBRELERDE ELEK ANALİZİ

Yöntemin prensibi, farklı gözeneklere sahip elek sallayıcı kullanılarak elek üstünde kalan ve elek altına geçen gübre miktarlarının belirlenmesi esasına dayanır.

10.6.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Kimyasal gübrelerde elek analizinde kullanılan araç gereçler şunlardır: elek sallayıcı, hassas terazi ve elek (farklı gözenek aralıklarında).

10.6.2. Elek Analizi Yapılışı

Elekler, elek gözeneği büyük olan üste gelecek şekilde sıralanarak elek sallayıcıya yerleştirilir. Gübre örneğinden 1000 g en üstteki eleğe boşaltılarak elek sallayıcının üzeri kapatılıp çalıştırılır. Elek sallayıcı 5 dakika çalıştıktan sonra her eleğin üzerinde ve elek altında kalan gübre tartılıp sonuçlar kaydedilir. Aşağıdaki formüller ile elek analizi hesaplaması yapılır.



$$\text{Elek üstü (1.Elek) (\%)} = \frac{m_1 \times 100}{m_T}$$

$$\text{Elek üstü (2.Elek) (\%)} = \frac{m_2 \times 100}{m_T}$$

$$\text{Elek altı (\%)} = \frac{m_{EA} \times 100}{m_T}$$

m_1 : Birinci elektteki gübre miktarı (g)

m_2 : İkinci elektteki gübre miktarı (g)

m_{EA} : Elek altında kalan gübre miktarı (g)

m_T : Toplam gübre miktarı (g) ($m_1 + m_2 + m_{EA}$)



Not alınız...

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

KİMYASAL GÜBRELERDE ELEK ANALİZİ

Bu çalışmanın amacı kimyasal gübrelerde elek analizi yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak kimyasal gübrelerde elek analizi yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1’de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Kullanılacak malzemelerin temiz ve kuru olmasına dikkat ediniz.



2. Elekleri, elek gözeneği büyük olan üste gelecek şekilde sıralayarak elek sallayıcıya yerleştiriniz.

- Cihaz kullanma talimatlarına uyunuz.



3. Gübre örneğinden 1000 g en üstteki eleğe boşaltınız. Elek sallayıcının üzerini kapatıp cihazı çalıştırınız.

- Tartım kurallarına uyunuz.



4. Elek sallayıcı 5 dakika çalıştırınız.

- İşlem süresine dikkat ediniz.



5. Her eleğin üzerinde ve elek altında kalan gübre numunesini tartıp sonuçları kaydediniz.

- Tartımda dikkatli olunuz.

6. Formül yardımıyla gerekli hesaplamaları yapınız.

- Hesaplama yaparken dikkatli olunuz.
- Analiz sonrası işlemleri yapınız.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Bu uygulama çalışmasında neler öğrendiğinizi kısaca aşağıya yazınız.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10.7. GÜBRELERDE AZOT TAYİNİ

Azotlu gübrelerin ham maddesi amonyaktır (NH_3) ve amonyak doğrudan gübre olarak kullanılabilir. Ancak bu maddenin taşınması, depolanması ve toprağa uygulanmasında bazı zorluklar olduğundan farklı çeşitlerde azotlu gübreler üretilmiştir.

Kimyasal gübrelerde azot tayini için “Kjeldahl yöntemi” uygulanmaktadır. Yöntemin prensibi; gübre numunesinde bulunan organik azotun sülfürik asitli ortamda yakılarak amonyak formuna dönüştürülmesi ve geri titrasyon ile azot miktarının tayin edilmesi esasına dayanmaktadır.

10.7.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Kimyasal gübrelerde Kjeldahl cihazı ile üre azotu tayininde kullanılan araç gereç ve kimyasallar şunlardır: Kjeldahl cihazı, Kjeldahl tüpü, çeker ocak, pH metre, hassas terazi, spatül, tartım kabı, pipet, puar, mezür, erlen, büret, hesap makinesi, Kjeldahl katalizör tableti, derişik sülfürik asit (H_2SO_4).

%4'lük Borik Asit Çözeltisi: 40 g borik asit (H_3BO_3), 1 litrelik balon jodede saf su ile çözündürülür ve saf su ile hacim çizgisine tamamlanır. Çözünme biraz zor olacağı için çözünene kadar sıcak su banyosunda bekletilir.

0,1 N Hidroklorik Asit Çözeltisi: 1 litrelik balon jojeye önce bir miktar saf su konur ve üzerine 8,28 ml HCl (%37'lik 1,19 d) eklenir, saf su ile hacim çizgisine tamamlanır.

%33'lük Sodyum Hidroksit Çözeltisi: 330 g sodyum hidroksit (NaOH) litrelik bir balon jodede çözündürüldükten sonra hacim, saf su ile çizgisine tamamlanır.

Brom Kresol Yeşili ($\text{C}_{21}\text{H}_{14}\text{Br}_4\text{O}_5\text{S}$) + Metil Kırmızısı ($\text{C}_{15}\text{H}_{15}\text{N}_3\text{O}_2$) İndikatörü: 0,1 g metil kırmızısı ve 0,5 g brom kresol yeşili, 100 ml'lik balon jojeye konulup %95'lik etil alkolde çözündürülür, pH 4,5 değerine seyreltik NaOH veya HCl ile ayarlanır.

10.7.2. Kimyasal Gübrelerde Üre Azotu Tayini Yapılışı

Yakma İşlemi: Analize hazırlanan gübre numunesinden tartım kabında en fazla 1 g olacak şekilde tartılır. Tartılan numune, yakma tüpüne aktararak üzerine 1 adet katalizör tablet ve 15 ml derişik sülfürik asit ilave edilir. Tüpler çeker ocak içerisindeki yakma ünitesine yerleştirildikten sonra çözelti renksiz veya açık sarı renk oluncaya kadar ısıtılır (yaklaşık 2-3 saat). Yakma işleminden sonra numune soğuk su altına tutularak soğutulur. Kristalleşme oluşmaması için numune fazla soğutulmamalıdır.

Destilasyon: Tüpler soğuduktan sonra numunenin üzerine dikkatli ve yavaş bir şekilde 15 ml saf su ilave edilir. Bu esnada ısı yükselmesi olacaktır. Tüpler soğuyuncaya kadar bekletildikten sonra kjeldahl cihazına yerleştirilir. 250 ml'lik bir erlene 50 ml %4'lük borik asit konularak soğutucunun altına yerleştirilir. Destilasyon ünitesine yerleştirilen mikro kjeldahl tüpüne 25 ml saf su ve 90 ml NaOH alınacak şekilde cihaz programlanır. Destilasyon zamanı 3 dakika ve buhar basınç oranı %100 olarak ayarlanır ve cihaz çalıştırılır. Destilasyon işlemi bittikten sonra tüp dikkatlice çıkarılır ve boş bir yakma tüpüne saf su konulup cihaza takılarak bir süre çalıştırılıp cihazın damıtma sistemi temizlenir. Destilatın toplandığı erlen titrasyon için dışarı alınır ve üzerine 4-5 damla karışık indikatör çözeltisi damlatılır (Renk mavi olmalıdır.).

Titrasyon: Elde edilen destilat, 0,1 N hidroklorik asit çözeltisi ile kırmızı renk gözlenene kadar titre edilir ve harcanan hidroklorik asit çözeltisi miktarı kaydedilir (V_1). Şahit deneme için yaş yakma, damıtma ve titrasyon işlemleri numune konulmadan aynı şartlarda yapılarak titrasyonda harcanan hidroklorik asit miktarı kaydedilir (V_2). Şahit ve numunenin titrasyon işlemleri tamamlandıktan sonra aşağıdaki formül yardımıyla numunenin azot miktarı hesaplanır.



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

V_1 : Numune için titrasyonda harcanan HCl miktarı (ml)

V_2 : Şahit için harcanan HCl miktarı (ml)

N: Titrasyonda kullanılan hidroklorik asidin normalitesi

m: Kullanılan numune miktarı (g)

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

KİMYASAL GÜBRELERDE
ÜRE AZOTU TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı kimyasal gübrelerde üre azot tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak kimyasal gübrelerde üre azotu tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1'de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Malzemelerin temiz olmasına özen gösteriniz.

2. Hassas terazide 1 g gübre numunesi tartınız.

- Tartımı temiz ve kuru tartım kabında yapmaya dikkat ediniz.

3. Tarttığınız numuneyi Kjeldahl tüpüne boşaltınız, üzerine Kjeldahl katalizör tableti ve 15 ml H_2SO_4 ekleyiniz.

- Kör (şahit) numune için gübre dışındaki işlemleri tekrar ediniz.

4. Tüpleri yakma ünitesine yerleştiriniz ve çeker ocak sistemini açınız.

- Yakma ünitesinin çeker ocak içinde olmasına özen gösteriniz.
- Numune renksiz ya da açık sarı renk olunca yakma işlemini tamamlayınız.

5. Yakma işleminden sonra numuneyi soğuyuncaya kadar bekletiniz.

- Soğutma esnasında numunede kristalleşme oluşmamasına dikkat ediniz.
- Soğutma işlemini akan su altında yapınız.

6. Tüpler soğuduktan sonra numunenin üzerine dikkatli ve yavaş bir şekilde 15 ml saf su ilave ediniz.

- Bu esnada ısı yükselmesi olacağından tüpler soğuyuncaya kadar bekleyiniz .

7. Soğuyan tüpleri destilasyon ünitesine yerleştiriniz.

- Cihazı 25 ml saf su ve 90 ml NaOH çekecek şekilde ayarlayınız.
- Destilasyon süresini 3 dakika ve buhar basınç oranını %100 olacak şekilde programlayınız.

8. 250 ml'lik bir erlene 50 ml % 4'lük borik asit koyarak erleni soğutucunun altına yerleştiriniz.

- Damıtma sonunda boş bir yakma tüpüne saf su koyup cihaza takarak cihazı bir süre çalıştırıp damıtma sistemini temizleyiniz.

9. Toplanan destilat üzerine 4-5 damla karışık indikatör çözeltisi ilave ediniz ve 0,1 N HCl çözeltisi ile kırmızı renk elde edinceye kadar titre ediniz.

- Renk dönüşümüne dikkat ediniz.

10. Harcanan HCl miktarını not ediniz.

- Formül yardımıyla hesaplamaları yapınız.
- Kullandığınız malzemelerin temizliğini yapmayı ve cihazları kapatmayı unutmayınız.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Uygulamada elde ettiğiniz değeri numunenin ambalajında yazan bilgilerle karşılaştırıp yorumunuzu aşağıya yazınız.

.....

.....

10.8. GÜBRELERDE FOSFOR TAYİNİ

Toprakta fosforun fazla olması veya toprağa aşırı fosfor gübrelemesi yapılması bitkilerin demir, çinko, kalsiyum gibi elementlerin alımını engeller. Bundan dolayı kullanılacak gübre çeşidindeki toplam fosforun hesaplanması gerekir.

Kimyasal gübrelerde fosfor tayininde, diğer yöntemlere göre daha hassas ve güvenilir olması nedeniyle spektrofotometrik yöntem kullanılır. Yöntemin prensibi; numune çözeltisinin vanadyum molibdat çözeltisi ile reaksiyona sokulması ve fosfor miktarına bağlı olarak oluşan sarı rengin optik yoğunluğunun spektrofotometre ile ölçülmesi esasına dayanır.

10.8.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Kimyasal gübrelerde suda çözünebilir fosfor tayininde kullanılan araç gereç ve kimyasallar şunlardır: hassas terazi, spektrofotometre, çeker ocak, ısıtıcı tabla, spatül, beher, mezür, pipet, saat camı, huni, filtre kâğıdı, balon joje, piset. Nitrik asit (HNO_3), %70'lik perklorik asit (HClO_4).

Stok Potasyum Dihidrojen Fosfat (KH_2PO_4) Çözeltisi (100 ppm P): 105 °C'de kurutulmuş potasyum dihidrojen fosfat 0,4393 g tartılıp saf su ile eritilir ve litrelik balon jojede saf su ile hacme tamamlanır. Bu stok çözeltinin her 1 ml'si 0,1 mg fosfor içerir.

Amonyum Molibdat [$(\text{NH}_4)_2\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$] Çözeltisi: 16 g amonyum molibdat 250 ml saf su içinde çözündürülür. Çözünmeyi kolaylaştırmak için 50 °C'ye kadar ısıtılır ve gerekirse süzülür.

Amonyum Metavanadat (NH_4VO_3) Çözeltisi: 0,8 g amonyum metavanadat, litrelik balon joje içinde 250 ml sıcak saf su ile çözündürülür. Oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra üzerine 180 ml %70'lik perklorik asit (HClO_4) konulur ve çözelti çalkalanır.

Renk Çözeltisi: Perklorik asidin konulmasından sonra oda sıcaklığına kadar soğutulan amonyum metavanadat çözeltisi üzerine yavaş yavaş ve hafif çalkalayarak amonyum molibdat çözeltisi ilave edilir. Oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra saf suyla hacme tamamlanır ve çalkalanır. Bu çözelti kullanılmadan önce gerekirse süzülür.

10.8.2. Suda Çözünebilir Fosfor Tayini Yapılışı

Analize hazırlanmış gübre numunesinden 1 g tartılır, 500 ml'lik balon jojeye aktarılır ve üzerine 150 ml saf su eklenerek yatay çalkalayıcıda 30 dakika çalkalanır. Numune çözeltisi filtre kâğıdında süzülerek 600 ml'lik beher aktarılır. Filtre kâğıdı üzerinde kalan kısım birkaç kez saf su ile yıkanır. Behere 25 ml konsantre nitrik asit ilave edilir ve numune 20 dakika ısıtıcı tabla üzerinde kaynatılır. Oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra 250 ml'lik balon jojeye süzülerek aktarılır. Balon joje saf su ile çizgisine tamamlandıktan sonra iyice çalkalanır. Böylece numune çözeltisi hazırlanmış olur.

Numune çözeltiden 20 ml alınarak 100 ml'lik balon jojeye aktarılır ve son hacim saf su ile çizgisine tamamlanır. Seyreltilen numune çözeltisinden 10 ml alınıp 100 ml'lik balon jojeye aktarıldıktan sonra üzerine 40 ml kadar saf su ve sonra 25 ml renk çözeltisi eklenip çalkalanır. Balon joje saf su ile çizgisine tamamlanıp çalkalanır ve renk oluşumu için 15 dakika beklenir. Aynı işlemler numune konulmadan şahit çözelti için de tekrarlanır.

Standart fosfor çözeltisi serileri için hazırlanan şahit çözeltiden 100 ml alıp 500 ml'lik balon jojeye aktararak saf su ile çizgisine tamamlanır. Bu çözeltiden 100 ml'lik balon jojelere onar ml aktarıldıktan sonra balon jojelerin üzerlerine stok fosfor çözeltisinden sırası ile 0, 2, 4, 6, 8, 10 ve 12 ml aktarılır. Daha sonra balon jojelerin üzerlerine 40 ml kadar saf su ve daha sonra 25 ml renk çözeltisi eklenip çalkalanır. Balon jojeler saf su ile hacim çizgisine tamamlanıp tekrar çalkalanır ve renk oluşumu için 15 dakika beklenir.

Çözeltilerin okunmasına başlamadan 15-20 dakika önce spektrofotometre çalıştırılarak cihazın ısınması sağlanır ve dalga boyu 430 nm'ye ayarlanır. Spektrofotometrenin 0 ve 100 ayarı yapılır. Standart fosfor çözeltisi serileri okunup kalibrasyon eğrisi oluşturulur. Daha sonra analiz çözeltisi okunarak kalibrasyon eğrisinden fosfor konsantrasyonu bulunur.

Analiz çözeltisinin fosfor konsantrasyonu tespit edildikten sonra aşağıdaki formül yardımıyla gübre numunesinin fosfor miktarı hesaplanır.



$$\text{Suda çözünebilir fosfor (P) (ppm)} = \frac{A \times SF}{m}$$



$$\text{Suda çözünebilir fosfor (P) (\%)} = \frac{A \times SF}{m \times 10000}$$

$$SF = \frac{\text{Numune çözeltisi hacmi (ml)}}{\text{Alınan numune çöz. hacmi (ml)}} \times \frac{\text{Seyreltilmiş numune çözeltisi hacmi (ml)}}{\text{Kullanılan seyreltilmiş numune çöz. hacmi (ml)}}$$

m: Numune miktarı

A: Numune çözeltisinin fosfor konsantrasyonu (ppm)

SF: Seyreltme faktörü

Örnek Soru: Suda çözünebilir fosfor tayini için gübre numunesinden 1 g alınarak 250 ml'lik numune çözeltisi hazırlanmıştır. Numune çözeltisinden 50 ml alınıp seyreltilerek 100 ml'ye tamamlanmış ve bu seyreltilmiş numune çözeltisinden 20 ml alınıp renklendirilerek spektrofotometrede 430 nm dalga boyunda okuması yapılmıştır. Çizilen kalibrasyon eğrisi grafiğinde numune çözeltisinin fosfor konsantrasyonu 12 ppm olarak tespit edilmiştir. Gübre numunesinin suda çözünebilir fosfor (P) içeriğini (ppm) ve (%) cinsinden hesaplayınız.

Çözüm:

$$SF = \frac{\text{Numune çözeltisi hacmi (ml)}}{\text{Alınan numune çöz. hacmi (ml)}} \times \frac{\text{Seyreltilmiş numune çözeltisi hacmi (ml)}}{\text{Kullanılan seyreltilmiş numune çöz. hacmi (ml)}}$$

$$SF = \frac{250}{50} \times \frac{100}{25} = 25$$

$$m = 1$$

$$A = 12 \text{ ppm}$$

$$\text{Suda çözünebilir fosfor (P) (ppm)} = \frac{A \times SF}{m}$$

$$\text{Suda çözünebilir fosfor (P) (ppm)} = \frac{12 \times 20}{1}$$

$$\text{Suda çözünebilir fosfor (P) (ppm)} = 240 \text{ ppm}$$

$$\text{Suda çözünebilir fosfor (P) (\%)} = \frac{A \times SF}{m \times 10000}$$

$$\text{Suda çözünebilir fosfor (P) (\%)} = \frac{12 \times 20}{1 \times 10000}$$

$$\text{Suda çözünebilir fosfor (P) (\%)} = 0,024$$

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

KİMYASAL GÜBRELERDE
FOSFOR TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı kimyasal gübrelerde fosfor tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak kimyasal gübrelerde fosfor tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1'de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Malzemelerin temiz olmasına özen gösteriniz.

2. Hassas terazide 1 g gübre numunesi tartarak 500 ml'lik balon jojeye aktarınız.

- Tartımı dikkatli yapınız.

3. Balon joje üzerine 150 ml saf su ekleyerek balon jojeyi yatay çalkalayıcıda 30 dk. çalkalayınız.

- Süreye uyunuz.

4. Numune çözeltisini 600 ml'lik behere süzünüz.

- Süzme işlemini yaparken filtre kâğıdının yırtılmamasına dikkat ediniz.
- Filtre kâğıdı üzerinde kalan kısmı birkaç kez saf su ile yıkayınız.

5. Numune çözeltisine 25 ml nitrik asit ilave ederek 20 dk. ısıtıcı tablada kaynatınız.

- Asit ilavesi yaparken dikkatli olunuz.

6. Oda sıcaklığına kadar soğuduktan sonra numune çözeltisini 250 ml'lik balon jojeye süzüp balon jojeyi hacim çizgisine kadar saf su ile tamamlayınız.

- Süzme işlemini yaparken filtre kâğıdının yırtılmamasına dikkat ediniz.
- Hacim çizgisini göz hizasında kontrol ediniz.

7. Numune çözeltisinden 20 ml alarak 100 ml'lik balon jojeye aktarınız ve saf su ile balon jojenin hacmini tamamlayınız.

- Hacim çizgisine dikkat ediniz.

8. Seyreltilmiş numune çözeltisinden 10 ml alarak 100 ml'lik balon jojeye aktarıp üzerine 40 ml saf su ve 25 ml renk çözeltisi ilave ederek çözeltiyi çalkalayınız.

- Çözelti ilavelerinde dikkatli olunuz.

9. Çalkalama işleminden sonra balon jokeyi saf su ile hacim çizgisine tamamlayınız.

- Renk oluşumu için 15 dk. bekleyiniz.

10. Aynı işlemleri numune konulmadan şahit çözelti için de tekrarlayınız.

- İşlemler sırasında dikkatli olunuz.

11. Stok potasyum dihidrojen fosfat çözeltisinden standart fosfor çözeltileri hazırlayınız.

- İşlemler sırasında özenli olunuz.

12. Spektrofotometreyi çalıştırıp 430 nm dalga boyuna ayarlayıp 0 ayarını kör çözelti ile ve 100 ayarını fosfor konsantrasyonu en yüksek çözelti ile yapınız.

- Isınması için spektrofotometreyi 15 dakika önce çalıştırınız.

13. Spektrofotometrede önce standart çözelti serilerinin okumalarını yaparak kalibrasyon grafiği çiziniz.

- Grafiği çizerken dikkatli olunuz.

14. Analiz çözeltisinin ve şahit çözeltinin okumasını yapınız. Kalibrasyon grafiğinde absorbans okumasına karşılık gelen fosfor konsantrasyon değerini bularak hesaplama yapınız.

- Hesaplamayı verilen formülü kullanarak yapınız.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Bu uygulama çalışmasında neler öğrendiğinizi aşağıya kısaca özetleyiniz.

This image shows a full page of white paper with horizontal dotted lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, providing a guide for handwriting practice. There are no margins, text, or other markings on the page.

10.9. GÜBRELERDE POTASYUM TAYİNİ

Gübrelerde potasyum tayini farklı yöntemlerle yapılabilmektedir. Fotometrik yöntemle suda çözülebilir potasyum tayininde gübre numunesinin çözündürülmesi ve elde edilen numune çözeltisinin potasyum konsantrasyonunun alev fotometresinde ölçülmesi, yöntemin prensibini oluşturur.

10.9.1. Kullanılan Araç Gereç ve Kimyasallar

Kimyasal gübrelerde fotometrik yöntemle suda çözünebilir potasyum tayininde kullanılan araç gereç ve kimyasallar şunlardır: hassas terazi, alev fotometresi, yatay çalkalayıcı, erlen, balon joje, mezür, pipet, huni, filtre kâğıdı, piset.

Stok Potasyum Çözeltisi (1000 mg/l K) 1000 ppm: Cam krozeye bir miktar potasyum klorür alınıp 105 °C'de kurutulur. Kurutulmuş potasyum klorürden 7,456 g tartılıp 1000 ml'lik balon jojeye aktararak üzerine bir miktar saf su ilave edilir ve çözündürülür. Daha sonra son hacim çizgisine tamamlanarak çalkalanır. Bu stok çözeltinin her 1 ml'si 1 mg potasyum içerir.

10.9.2. Gübrelerde Potasyum Tayininin Yapılışı

Kurutulup öğütülerek analize hazırlanmış gübre numunesinden 1 g tartılarak 250 ml'lik balon jojeye aktarılır. Üzerine 100 ml saf su eklenip yatay çalkalayıcıda 15 dakika çalkalanır. Daha sonra numune çözeltisi filtre kâğıdından süzülür ve 500 ml'lik balon jojeye aktarılır. Filtre kâğıdı, üzerinde hiç kalıntı olmayacak şekilde 8-10 kez saf su ile yıkanır. Balon joje saf su ile hacim çizgisine tamamlanarak iyice çalkalanır. Hazırlanan bu çözeltiden 10 ml alınarak 100 ml'lik balon jojeye aktarılır ve saf su ile hacmi tamamlanır. Böylece analiz çözeltisi hazırlanmış olur. Analiz çözeltisinin potasyum konsantrasyonu sınır değerlerinden yüksekse seyreltme yapılmalıdır.

Standart çözelti serileri hazırlamak için stok potasyum çözeltisinden sırasıyla 0, 2, 4, 6, 8 ve 10 ml alınarak 100 ml'lik balon jöjelere aktarılır ve balon jöjeler saf suyla hacme tamamlanır. Elde edilen çözeltielerde 0, 20, 40, 60, 80 ve 100 mg/l (ppm) potasyum bulunur.

Kullanma talimatına uygun olarak çalıştırılan ve ısınmış alev fotometresinde şahit çözelti ile sıfır ayarı yapılır. Konsantrasyonu en yüksek standart çözelti ile yüz ayarı yapılır. Bu işlem birkaç kez tekrar edilir. Elde edilen standartlar, ayarlanmış alev fotometresinde okunup her standarda karşılık okunan değerler kaydedilir. Apsiste standart potasyum miktarları, ordinatta cihaz okumaları ile milimetrik kâğıt üzerine kalibrasyon grafiği çizilir. Daha sonra numune çözeltisinin okuması yapılır. Alev fotometresinde okunan değer, kalibrasyon grafiğinde yerine konularak karşılık gelen potasyum konsantrasyon değeri bulunur. Numune çözeltisinin potasyum konsantrasyonu tespit edildikten sonra formül yardımıyla gübre numunesinin potasyum içeriği hesaplanır.



$$\text{Toplam potasyum (ppm)} = \frac{A \times SF}{m}$$

$$\text{Toplam potasyum (\%)} = \frac{A \times SF}{m \times 10000}$$

$$SF = \frac{\text{Numune çözeltisi hacmi (ml)}}{\text{Alınan numune çöz. hacmi (ml)}} \times \frac{\text{Seyreltilmiş numune çözeltisi hacmi (ml)}}{\text{Kullanılan seyreltilmiş numune çöz. hacmi (ml)}}$$

A: Analiz çözeltisinin potasyum miktarı (ppm)

m: Numune miktarı (g)

SF: Seyreltme faktörü

Örnek Soru: Potasyum tayini için alev fotometresi ile yapılan analizde, numuneden önce 1 g alınmış ve 500 ml'ye saf su ile tamamlanmış daha sonra bu çözeltiden de 20 ml alınarak 100 ml'ye tamamlanarak alev fotometresinde okuması yapılmıştır. Çizilen kalibrasyon eğrisi grafiğinde numune çözeltisinin potasyum konsantrasyonu 40 olarak tespit edilmiştir. Gübre numunesinin potasyum (K) içeriğini (ppm) ve (%) cinsinden hesaplayınız.

Çözüm:

m: 1 g

A: 40 ppm

SF: $500/20 = 25$

$$\text{Toplam potasyum (ppm)} = \frac{A \times SF}{m}$$

$$\text{Potasyum (ppm)} = \frac{40 \times 25}{1}$$

$$\text{Potasyum (ppm)} = 1000 \text{ ppm}$$

$$\text{Toplam potasyum (\%)} = \frac{A \times SF}{m \times 10000}$$

$$\text{Potasyum (\%)} = \frac{40 \times 25}{1 \times 10000}$$

$$\text{Potasyum (ppm)} = 0,1$$

UYGULAYALIM ÖĞRENELİM

KİMYASAL GÜBRELERDE
POTASYUM TAYİNİ

Bu çalışmanın amacı kimyasal gübrelerde potasyum tayini yapmaktır. Bu doğrultuda sizden aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayarak kimyasal gübrelerde potasyum tayini yapmanız beklenmektedir. Çalışmanız Ek-1'de verilen dereceli puanlama anahtarındaki ölçütler dikkate alınarak değerlendirilecektir.

- Yaptığınız uygulamada iş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyunuz.
- Cihaz kullanım talimatlarına uyunuz.

İŞLEM BASAMAKLARI

1. Analiz öncesi hazırlıkları yapınız.

- Malzemelerin temiz olmasına özen gösteriniz.

2. Kurutulup öğütülerek analize hazırlanmış gübre numunesinden 1 g tartılarak 250 ml'lik balon jojeye aktarınız.

- Tartımı dikkatli yapınız.

3. Üzerine 100 ml saf su ekleyip yatay çalkalayıcıda 15 dakika çalkalayıp numune çözeltisini filtre kâğıdından süzerek 500 ml'lik balon jojeye aktarınız.

- Filtre kâğıdı üzerinde hiç kalıntı olmayacak şekilde 8-10 kez saf su ile yıkayınız.

4. Balon jokeyi saf su ile hacim çizgisine tamamlayarak iyice çalkalayınız.

- Süzme işlemini dikkatli yapınız, filtre kâğıdının yırtılmamasına dikkat ediniz.

5. Numune çözeltisinden 10 ml alarak 100 ml'lik balon jojeye aktarınız ve hacmi saf su ile tamamlayarak analiz çözeltisini hazırlayınız.

- Hacim çizgisine dikkat ediniz.

6. Stok potasyum çözeltisinden 0, 2, 4, 6, 8, 10 ml alıp 100 ml'lik balon jojelere aktarınız. Balon jojeleri saf su ile hacme tamamlayınız.

- Hazırlanan bu çözelti serileri sırasıyla 0, 20, 40, 60, 80 ve 100 ppm potasyum kapsamaktadır.

7. Alev fotometresini çalışmaya başlamadan 15 dakika önce çalıştırınız.

- Kullanma talimatlarına uyunuz.
- Cihazın 0 ve 100 ayarını yapınız.

8. Hazırlanan çözelti serilerinin sırasıyla okumasını yapınız.

- Okuma değerlerini kullanarak kalibrasyon grafiği oluşturunuz.

9. Numune çözeltisinin ve şahit çözeltinin okumasını yapınız. Kalibrasyon grafiğinde alev fotometresinin okumasına karşılık gelen potasyum konsantrasyonu değerini bularak hesaplama yapınız.

- Hesaplamayı verilen formülü kullanarak yapınız.

UYGULAMAYA İLİŞKİN DEĞERLENDİRME

Uygulamada elde ettiğiniz değerleri numunenin ambalajında yazan bilgilerle karşılaştırıp yorumunuzu aşağıya yazınız.

.....

.....

.....

.....

.....

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A) Aşağıda verilen boşlukları doğru ifade ile doldurunuz.

1. Bitkilere verilen bitki besin elementlerinin bir veya birkaçını içeren materyallere denir.
2. Gübrenin toprak ve bitkilere uygulanması işlemine denir.
3. Her türlü organik kökenli atıkların bir araya getirilmesi ve çeşitli yöntemlerle çürütülmesi sonucu elde edilen gübrelere..... adı verilir.
4. Gübreleme amacıyla bazı bitkilerin yetiştirildiği yerde ya da başka alanda yetiştirildikten sonra alınarak toprağa karıştırılmasında kullanılan bitkilere..... denir.
5. Beyaz renkli ve boncuk şeklinde, içeriğinde %45 oranında azot bulunan gübreye adı verilir.
6. Gübre numunesi alınacak kaplar ağzı kapaklı, ... ve kuru olmalıdır.
7. Gübre numunesi alınımında öncelikle partiyi temsil edecek miktarda numune alınmalıdır.

B) Aşağıdaki soruların doğru cevabını işaretleyiniz.

1. Aşağıdaki gübrelere hangisi organik gübrelere örnektir?
 - A) Yeşil gübre
 - B) Azotlu gübre
 - C) Fosforlu gübre
 - D) Potasyumlu gübre
 - E) Kompoze gübre
2. I. Toprağın fiziksel ve kimyasal yapısının düzenlenmesinde etkilidir.
 II. Toprağın su tutma kapasitesini, havalanmasını ve su geçirgenliğini artırır.
 III. Toprağın pH değerini yükseltir ve toprağı soğuk tutar.
 IV. Toprakta bulunan besin elementlerinin bitkilerin alabileceği forma dönüşmesine katkı sağlar.
 V. Toprakta biyolojik aktiviteyi azaltır.

Yukarıdakilerden hangileri organik gübrelere yararlarından değildir?

- A) I-II
 - B) III-V
 - C) II-IV
 - D) I-V
 - E) IV-V
3. Aşağıdakilerden hangisi organik gübrelere değildir?
 - A) Kompost
 - B) Yeşil gübreler
 - C) Kompoze gübreler
 - D) Mikrobiyal gübreler
 - E) Hayvan gübreleri

4. “Bir veya birden fazla besin elementi içeren ve belli standartlarda üretilen kimyasal bileşiklerdir.”

Bu tanım aşağıdakilerden hangisini ifade etmektedir?

- A) Kimyasal gübreler
- B) Organik gübreler
- C) Azotlu gübreler
- D) Kompost gübreler
- E) Yeşil gübreler

5. Gübre numunesinden 5 g numune alınarak 250 ml’lik balon jojeye süzölmüş ve saf suyla hacmi tamamlanmıştır. Süzöntüden 100 ml alınarak bir erlene aktarılmış ve kesin normalitesi 0,099 N olarak belirlenen sodyum hidroksit çözöltisi ile titre edilmiştir. Titrasyon sonucunda 1,6 ml NaOH harcandığı belirlenmiştir. Buna göre gübre numunesinin sülfürik asit (H_2SO_4) cinsinden serbest asitlik miktarı kaçtır?

- A) 0,372
- B) 0,376
- C) 0,380
- D) 0,384
- E) 0,388

6. %20 azot içeren 1000 g gübre numunesi eleğe boşaltılmış ve elek sallayıcı çalıştırılmış, 1.ekte 35,5 g gübre kalmıştır. Buna göre % elek analizi miktarı aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru verilmiştir?

- A) 3,40
- B) 3,45
- C) 3,50
- D) 3,55
- E) 3.60

C) Aşağıda verilen soruları yanıtlayınız.

1. Gübrelerin sınıflandırmasını şema hâlinde yazınız.
2. Organik gübrenin avantajlarını yazınız.
3. Organik gübrelerden nasıl numune alındığını açıklayınız.
4. Organik gübrelerde kuru yakma işlemi neden yapılır? Organik gübrelerde kuru yakma işleminin yapılışını anlatınız.

ÖĞRENDİKLERİMİZİ UYGULAYALIM ÇALIŞMALARINDA KULLANILACAK DERCELİ PUANLAMA ANAHTARI

Aşağıda verilen ifadeler yapılan uygulama çalışmalarında öğrencileri değerlendirmek için hazırlanmıştır. İlgili ifadelerle göre öğrencilerin uygulama çalışmalarında gösterdikleri performans uygun değilse “Çok Az”ı, biraz uygunsa “Kısmen”i, çok uygunsa “Tamamen” i çarpı (X) işareti ile işaretleyiniz. Tüm ifadeleri işaretlemeyi unutmayınız.

Değerlendirilecek Ölçütler	Dereceler		
	Çok Az (1)	Kısmen (5)	Tamamen (10)
Analiz öncesi hazırlıklar yaptı.			
Yapacağı uygulamaya ilişkin gerekli güvenlik önlemlerini aldı.			
Yapacağı deneye göre kişisel koruyucu donanımı belirleyerek hazırladı.			
Uygulamada kullanacağı araç gereçleri hazırladı.			
Uygulamada kullanacağı kimyasalları ve çözeltileri hazırladı.			
İşlem basamaklarına uygun olarak deneyi yaptı.			
Kullandığı kimyasalları kimyasal dolabına uygun şekilde yerleştirdi.			
Deneyde kullandığı araç gereci ve cihazları uygun biçimde temizledi.			
Uygulama sonunda laboratuvarı bir sonraki çalışmaya hazır hâle getirdi.			
Yaptığı uygulamaya ilişkin deney raporunu hazırladı.			
TOPLAM PUAN			
Öğretmen Yorumu:			

TOPRAK ÖRNEĞİ BİLGİ FORMU

İl	
İlçe	
Bucak veya köy	
Mevki	
Koordinatları	
Örnek sahibinin adı soyadı	
Adres	
Örneğin alındığı tarih	
Alanın genişliği (dekar)	
Derinlik (cm)	
Örneğin kaç çukurun karışımı olduğu	
Örneğin alındığı alanın eğimi (düz/orta/dik)	
Örneğin alındığı alanın sulanıp sulanmadığı	
Drenaj durumu	
Örneğin alındığı alanda geçen yıl bulunan bitki ve yaklaşık olarak verimi (kg/da)	
Geçen Yıl Kullanıldı ise Aşağıda Belirtilen Özelliklere Ait Miktarlar	
Organik gübre miktarı (ton/da)	
Kireçleme miktarı	
Kimyasal gübre miktarı (kg/da)	
Gübrenin uygulama şekli	
Örneğin alındığı alana ait şikayetler	
Gübre tavsiyesinin istendiği bitki	
Not:	

TERİMLER SÖZLÜĞÜ

A

adezyon kuvveti: Yan yana duran veya sürtünen iki cismin molekülleri arasındaki çekiş kuvveti.

absorbans değeri: 1. Bir ışığın absorblayıcı ortamdan geçmeden önceki şiddetinin geçtikten sonraki şiddetine oranı. 2. Geçirgenliğin negatif logaritması, optik dansite, soğurganlık.

adsorbsiyon: Kimyasal maddelerin katı ve özel bir yüzeyde ince bir tabaka hâlinde toplanması.

agregasyon: Toplanma, bir araya gelme, kümeleşme.

alkali: pH değerleri 7.0'den büyük olup asitlerle tuz oluşturabilen ve sulu çözeltileri acı tat veren kimyasal maddelerin genel adı, baz.

amino asit: Bir amino grubu ile bir karboksil grubu taşıyan, proteinlerin temel taşı olan organik bileşik.

amonyak: 1. Azot ve hidrojen birleşimi olan, keskin kokulu bir gaz (NH_3). 2. İçinde bu gazın eritilmiş bulunduğu su, nişadır ruhu.

anyon: Negatif elektrikle yüklü iyon, eksin.

apsis: 1. Yönlü bir eksen üzerinde bir noktanın, başlangıç noktasına olan uzaklığının cebirsel değeri 2. Koordinat

artezyen: Burgu ile delinerek açılan ve suyu yükseğe fıskırtan kuyu.

asit: Bir çözeltiliye hidrojen iyonu veren, suda çözündüğü zaman hidrojen iyonları açığa çıkaran, bileşimindeki hidrojenin yerine herhangi bir mineral alarak tuz meydana getirebilen ve turnusolün mavi rengini kırmızıya çevirme özelliği olan hidrojenli bileşim, hamız.

B - C - Ç

baklagiller: Bakla, fasulye, akasya, keçiboynuzu vb. badiçlı pek çok sebze ve ağacı içine alan, iki çenekli ayrı taç yapraklılardan büyük bir bitki familyası.

bakteri: Toprakta, suda, canlılarda bulunan, çürüme, mayalanma veya hastalıklara yol açan, küresel, silindimsi, kıvrık biçimli olan, bölünerek çoğalan, klorofilsiz, tek hücreli canlı.

baz: Asitle birleştiğinde bir tuz oluşturan madde.

bulaşıcı hastalık: Mikrop, parazit, virüs vb. hastalık etkenleriyle yayılan hastalık.

bulgu: 1. Araştırma verilerinin çözümlenmesinden çıkarılan bilimsel sonuç. 2. Belirti, tanı.

cidar: 1. Duvar. 2. Zar.

D

dalga boyu: 1. Yan yana iki dalga sırtı arasında kalan ve uzunluğu yerine göre birkaç metreden birkaç yüz metreye kadar ulaşabilen yatay uzaklık, dalga uzunluğu. 2. Devirli hareketlerde bir devir içindeki hareketin yayıldığı uzaklık, dalga uzunluğu.

damıtma: Bir sıvının buharlaştırılması ve sonra buharın soğuk bir ortamda sıvı halinde yoğunlaştırılmasına dayanan bir ayırma işlemi.

debi: Bir akarsuyun herhangi bir kesiminden saniyede geçen suyun hacmi, akım.

dezenfeksiyon: Bakteri sporları dışında, mikroorganizmaların kimyasal maddelerle öldürülmesi işlemi.

dezenfektan: Mikrop kırma özelliği olan (madde).

dispersiyon: 1. Dağıtma ya da ayırma eylemi. 2. Emülsiyon, süspansiyon, köpük ve aerosol şeklinde rastlanan biri diğeri içinde çok küçük parçacıklar hâlinde dağılan ve böylece birbirleriyle karışmayan iki fazdan oluşan sistem. 3. Bir sıvıdan geçen ışığın, sıvı içinde asılı parçacıkların büyüklüklerine göre saçılması.

distile su: Damıtma yöntemi ile elde edilmiş su, damıtık su, saf su.

dolomit: Kalsiyum ve magnezyumlu karbonat birleşiminde bir mineral.

drenaj: 1. Toprakta bitkilerin yetişmesine zararlı olan fazla suların akıtılması, akaçlama. 2. Yarada biriken sıvıyı akaçla boşaltma.

E- F

ekipman: Takım, donanım.

ekstraksiyon: 1. Çekip çıkarma, çıkarma, özütleme. 2. Yem maddesindeki yağın organik çözücüler yardımıyla çıkarılması.

elektrot: Bir elektrolitin içine daldırılan, artısına anot, eksisine katot denilen iki iletken çubuktan her biri.

element: Kimyasal yöntemlerle ayrıştırılamayan veya bileşim yoluyla elde edilemeyen madde.

eriyik: İçindeki katı madde erimiş bulunan sıvı, mahlul, solüsyon.

erozyon: 1. Yer kabuğunu oluşturan kayaların, başta akarsular olmak üzere türlü dış etmenlerle yıpratılıp yerinden koparılarak eritilmeleri veya bir yerden başka bir yere taşınması olayı, aşınma, aşınım. 2. Değer veya saygınlık kaybetme.

estetik: 1. Sanatsal yaratının genel yasalarıyla sanatta ve hayatta güzelliğin kuramsal bilimi, güzel duyu, bedii, bediiyat 2. Güzellik duygusu ile ilgili olan.

fermantasyon: 1. Mayalanma. 2. Yemlerde çeşitli mikroorganizmaların ürettiği enzimler tarafından meydana getirilen kimyasal değişim.

fosfolipit: Canlıların hücre zarlarında bulunan, yapısında bir molekül gliserinin iki molekül yağ asidi ve genellikle bir bazik grup taşıyan fosforik asitle esterleşmesi sonucu oluşan, suda miçel oluşturan trigliserit.

fotosentez: Yeşil bitkilerin ışıktaki basit birleşiklerinden karmaşık yapıdaki organik moleküller üretmesi.

fotometri: Işık ölçümü.

fotosel: Bir elektromanyetik ışık algılayıcısı.

fraksiyon: 1. Bir bütünü ayrılabilen parçalarından her biri. 2. Kimyasal bileşiğin ayrılabilen ögelerinden her biri.

G - Ğ - H

galon: 1. Sıvı maddeleri ölçmek için kullanılan, bir birimi ABD'de 3,785, İngiltere'de ise 4,545 litreye eşit olan hacim birimi. 2. Çoğunlukla akaryakıt vb. sıvı maddeleri taşımada kullanılan, silindirik biçiminde, metalden büyük kap.

genetik: 1. Kalıtım bilimi. 2. Genlerle ilgili, genlerin belirlediği, genlerle geçen.

granül: Küçük yuvarlak ya da oval herhangi bir yapı, tanecik, partikül.

hemogloblin: Alyuvarların yapısında bulunan, dokulardan karbondioksidi akciğerlere, akciğerlerden oksijeni dokulara taşıyan, demir içeren ve kana kırmızı rengini veren protein.

homojen: Tamamının aynı yapıda olma, yeknesak olma hali, heterojenin zıttı.

humus: Bitkilerin çürümesiyle oluşan koyu renkte organik toprak.

I - İ - J

ışın: 1. Bir ışık kaynağından çıkarak her yöne yayılıp giden ışık demeti, şua. 2. Bir noktadan çıkıp sonuza giden yarımlar doğrulardan her biri.

indirgenme: 1. Bir bileşikten oksijen çıkarılması veya bir atom, iyon veya molekülün elektron kazanması. 2. Hacimce küçülme, miktarca azalma, indirgeme, redüksiyon

indikatör: Bir kimyasal titrasyonun dönüm noktasına yaklaşıldığında veya dönüm noktasında, renk değişimi gibi fiziksel görünümü değişen madde, belirteç, gösterge.

inorganik: Organik olmayan, yapısında karbon içermeyen, cansız, anorganik.

iş sağlığı ve güvenliği: İşçileri kaza, hastalık ve diğer sosyal risklere karşı korunmak için gerekli önlemleri içeren yasal düzenleme.

iyonlaşma: Moleküllerin parçalanmasıyla, atomlara, moleküllere, molekül gruplarına elektron katılması veya çıkarılmasıyla iyonların oluşması, iyonlanma.

jips: Alçı taşı.

K - L

kalibrasyon: 1. Bir ölçme aletini doğru bir biçimde işlem yapabilmesi için bir veya daha fazla standarda göre kontrol etme. 2. Bir ölçü cetveline derecelendirme uygulama.

kalitatif: Kaliteye ait, niteliğe ilişkin olan, nitel.

kantitatif: Niceliğe bağlı olan, miktarla ilgili olan, nicel.

karakteristik: Belirleyici, ayırıcı nitelik.

katyon: Atomun en az bir elektron vermiş hâli. + yüklü iyon olarak da bilinir.

kireç taşı: Kireç ocağında işlenerek kireç elde edilen, kalsiyum karbon tuzundan bileşik kayaç, kalker, kils.

kloroz: 1. Kanda alyuvar sayısının azalmasından ileri gelen, genellikle genç kızlarda görülen kansızlık. 2. Yaprakların sarımtırak bir renk aldığı bitki hastalığı, sarıcalık.

kohezyon kuvveti: Moleküller arasındaki çekim kuvveti.

kolorimetri: Renk ölçme.

kompost: 1. Bitki artıklarından yapılan gübre. 2. Parçalanmış organik madde.

kompoze: "Ögelerini birleştirmek, bütünleştirmek, yeniden oluşturmak" anlamlarındaki kompoze etmek birleşik fiilinde geçen bir söz.

konsantrasyon: Çözünen madde miktarının çözen madde miktarına oranı, derişim.

korozyon: Aşınma, aşındırma, kimyasal aşınma.

kristallenme: Kristallenmek işi.

kronometre: Süre ölçer.

M - N

mevki: 1. Yer, mahal. 2. Makam

mikroorganizma: Bakteri, mantar, protozoa ve mikroskopik algleri içeren, mikroskopik canlılar.

miliekivalen: Bir ekivalen ağırlığının binde biri.

mineral: Normal sıcaklıkta doğada katı durumda bir takım maddelerle karışık veya birleşik olarak bulunan veya kimyasal yollarla elde edilen inorganik madde.

molekül: 1. Element veya bileşikleri oluşturan ve onların özgül niteliklerini gösteren en küçük birim, madde. 2. Fiziksel kimyada bir veya birkaç atomun birleşmesinden oluşan, birkaç çekirdek veya elektronlu yapı.

moleküler: Moleküle ait veya moleküllerden oluşan.

nötralizasyon: Bir eriyiğin asit veya alkali niteliğini ortadan kaldırma, nötr yapma.

nükleik asit: Bütün canlı hücrelerde özellikle hücre çekirdeğinin proteininde bulunan kompleks asit gruplarından her biri.

O - Ö

oksidasyon: 1. Bir kimyasal maddenin oksijen ile birleşmesi ya da oksijen etkisi altında parçalanması olayı; yanma. 2. Paslanma.

oksitlenme: Oksitlenmek işi, yükseltgenme.

organik: 1. Canlı organizmadan elde edilen, yapısında karbon içeren. 2. Organlardan oluşmuş yapı gösteren.

ordinat: Bir noktanın uzaydaki yerini belirtmeye yarayan çizgilerden her biri.

P

parafin: Katran, petrol, nefit vb. maddelerden çıkarılan, katı, beyaz, yarı saydam, buharı parlak bir alevle yanan, kimyasal etkenlere karşı ilgisiz, katı hidrokarbon, alkan.

parametre: Bir etki ya da ilişki göstermek için kullanılan değişken.

parazit: Canlı bir organizmanın üzerinde veya içerisinde organizmanın zararına yaşayan bitki veya hayvan, asalak.

polietilen: Etilenin çeşitli yöntemlerle polimerleştirilmesinden elde edilen, dayanıklı, parlak, birçok kimyasal madde etkisiyle bozulmayan saydam katı.

porozite: 1. Üzerinde küçük delikler olma hâli, gözenekli yapıya sahip olma hâli, gözeneklilik. 2. Küçük delik, gözenek.

prensip: İlke.

proses: Süreç.

R - S - Ş

reaktif: Ayıraç, belirteç.

saf su: Isıtılarak buhar hâline getirilen suyun, soğutularak tekrar sıvı hâle getirilmesiyle elde edilen içerdığı kalsiyum, magnezyum, bikarbonat, sülfat ve klorür gibi minerallerden arındırılmış, sertlik derecesi çok düşük su, damıtık su, distile su, demineralize su.

satürasyon: Sıvı veya gaz durumundaki bir maddenin, alabileceği miktardaki diğer bir maddeyi kendi yapısına emmiş olması hâli, doyma, doygunluk.

sirkülasyon: Dolanım, dolaşım.

spektrofotometre: Çözelti durumundaki saptanmak istenen maddenin, çeşitli reaktiflerle reaksiyona sokulması sonucu oluşan rengin yoğunluğunun ölçülmesiyle nicel olarak madde miktarının belirlenmesini sağlayan cihaz ve analitik yöntem.

stok: 1. Yığılım, yığımlık. 2. Firmaların üretim ya da satışlarındaki beklenmedik dalgalanmaları karşılayabilmek için tuttukları veya satamadıkları mamul, yarı mamul ve ham madde.

süspansiyon: Bir maddenin sıvı içinde erimeksizin çok ufak tanecikler durumunda dağılmasından oluşan karışım.

T

tampon: Zayıf bir asit ve bu asidin kuvvetli baz olan tuzundan veya zayıf bir baz ve bu bazın kuvvetli bir asitle olan tuzundan oluşan az miktarda asit veya baz eklendiğinde pH değişmesine direnç gösteren özel pH değerine sahip bir sistem veya çözelti, bafır.

titrasyon: 1. Çözelti içindeki bir maddenin derişimini bulmak için onunla tepkime verebilen derişimi bilinen bir çözeltiden belirli hacimlerde ekleyip, tepkimenin bitim noktasını çözeltinin bazı özelliklerindeki (renk değişimi, çökme, iletkenlik vb.) değişimi gözleyerek gerçekleştirilen bir analiz yöntemi. 2. Belirli bir miktar örnekteki etkenin sayısını belirlemek için gerçekleştirilen deney. 3. Eş değerlendirme.

toksik: 1. Sağlığa zararlı 2. Zehirli. 3. Toksik maddeye bağlı olan.

topoğrafya: Bir kara parçasının doğal engebe ve özelliklerini kâğıt üzerinde çizgilerle gösterme işi.

U - Ü - V - Y - Z

vakum: Tüm havanın emilip boşaltılması ya da böylece oluşan boşluk.

yoğunluk: 1. Bir cismin birim hacminin kütlesi, gravite. 2. Her birim alandaki birey sayısı, dansite, konsantrasyon.

yükseltgen: Kendi kolayca indirgenirken karşısındaki kimyasal özdeği yükseltgeyebilen özdek, oksitleyen.

zerre: Çok küçük parçacık.

KAYNAKÇA

- Ağaoğlu, S., Alişarlı, M., Alemdar, S. ve Dede, S. (2007). Van Bölgesi İçme ve Kullanma Sularında Nitrat ve Nitrit Düzeylerinin Araştırılması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 17-24.
- Akalan, İ. (1988). *Toprak Bilgisi*. Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- AKTAŞ, M. (1994). *Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği*. Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- AYDEMİR, O., AKGÜL, M., CANBOLAT, M. Y., & İŞILDAR, A. A. (2008). *Toprak Bilgisi*. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- Çalık, E., Menteş, Y., Karadağ, F. ve Dayıoğlu, H. (Ekim 2004). İçme Suyunun Sağlık Açısından Değerlendirilmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 17-26.
- Çepel, N. (1988). *Toprak İlimi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.
- Güler, Ç. (1997). *Su Kalitesi*. Ankara: T.C. Sağlık Bakanlığı Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü.
- Güler, Ç. ve Çobanoğlu, Z. (1994). *Su Kirliliği*. Ankara: T.C. Sağlık Bakanlığı Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü.
- İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik. (2005, Şubat 17). Mevzuat Bilgi Sistemi: <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=7510&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> adresinden alındı.
- Küçük, S. (2007). Büyük Menderes Nehri Su Kalite Ölçümlerinin Su Ürünleri Açısından İncelenmesi. *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7-13.
- Sağlam, T. M. (2012). *Toprak ve Suyun Kimyasal Analiz Yöntemleri*. Tekirdağ: Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- Sünter, A. T. (2009). İçme ve Kullanma Sularının Arıtılması ve Dezenfeksiyonu. 6. *Ulusal Sterilizasyon Dezenfeksiyon Kongresi*, (s. 425-438).
- Tarım ve Orman Bakanlığı Toprak Gübre Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. (2018). *Toprak Gübre Su Bitki Organik Materyal ve Mikrobiyoloji Analiz Metotları*. Ankara.
- T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, Mesleki ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü. (2020). *Laboratuvar Hizmetleri Alanı, Tarım Analizleri Dersi, ÇÖP ve Ders Bilgi Formu*. Ankara: MEB.
- TDK. (2012). *Yazım Kılavuzu*. Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.
- TDK. (2017, Haziran 09). *Sözlük*. TDK: <http://www.tdk.gov.tr> adresinden alındı.
- Ünver, İ., Çokuysal, B., Anaç, D., Kılıç, C. C., Eryüce, N., Gürbüz Kılıç, Ö. ve Çolak Esetlili, B. (2013). *Toprak Bilgisi ve Bitki Besleme*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- Yücesoy, C., Onur, F. ve Özkan, S. (1989). Sularda Nitrat Tayininde Kullanılan Spektrofotometrik Yöntemlerin Karşılaştırılması. *FABAD Farm. Bil. Dergisi*, 14, 216-223.

Not: Kaynakça, "APA 6.0 Yazım Kuralları ve Kaynakça Gösterme Biçimi"ne göre düzenlenmiştir.

Aşağıdaki kod aracılığı ile görsel kaynakça ve genel ağ kaynakçasına ulaşabilirsiniz.



<http://kitap.eba.gov.tr/karekod/Kaynak.php?KOD=1665>

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARLARI

1. ÖĞRENME BİRİMİ CEVAP ANAHTARI

A) BÖLÜMÜ CEVAPLARI

1. karbondioksit 2. oksijen 3. gerçek renk 4. elektriksel iletkenlik

B) BÖLÜMÜ CEVAPLARI

1. A 2. E 3. D 4. C

2. ÖĞRENME BİRİMİ CEVAP ANAHTARI

A) BÖLÜMÜ CEVAPLARI

1. çorak 2. kalıcı sertlik 3. alev fotometresi
4. artık sodyum karbonat (RSC) 5. 250 6. potasyum kromat

B) BÖLÜMÜ CEVAPLARI

1. B 2. A 3. E

3. ÖĞRENME BİRİMİ CEVAP ANAHTARI

A) BÖLÜMÜ CEVAPLARI

1. su 2. amonyak 3. nitrit 4. nitrat

B) BÖLÜMÜ CEVAPLARI

1. D 2. B 3. C 4. E

4. ÖĞRENME BİRİMİ CEVAP ANAHTARI

A) BÖLÜMÜ CEVAPLARI

1. toprak 2. profil 3. paçal numune

B) BÖLÜMÜ CEVAPLARI

1. B 2. C 3. B

5. ÖĞRENME BİRİMİ CEVAP ANAHTARI

A) BÖLÜMÜ CEVAPLARI

1. tekstür 2. özgül ağırlık 3. 1/3

B) BÖLÜMÜ CEVAPLARI

1. B 2. E 3. D

6. ÖĞRENME BİRİMİ CEVAP ANAHTARI

A) BÖLÜMÜ CEVAPLARI

1. pH 2. tuz 3. kireç taşı

B) BÖLÜMÜ CEVAPLARI

1. D 2. B 3. E

7. ÖĞRENME BİRİMİ CEVAP ANAHTARI

A) BÖLÜMÜ CEVAPLARI

1. nitrit (NH_3) 2. fosfor 3. Ca+Mg

B) BÖLÜMÜ CEVAPLARI

1. A 2. D 3. C

8. ÖĞRENME BİRİMİ CEVAP ANAHTARI

A) BÖLÜMÜ CEVAPLARI

1. bitki analizleri 2. zikzak 3. kuru yakma 4. 500-550
5. temsil 6. yaş yakma 7. 1 dakika

B) BÖLÜMÜ CEVAPLARI

1. C 2. B

9. ÖĞRENME BİRİMİ CEVAP ANAHTARI

A) BÖLÜMÜ CEVAPLARI

1. yaş yakma 2. fotometrik 3. antagonist
4. HCl 5. Fosfor 6. 470

B) BÖLÜMÜ CEVAPLARI

1. A 2. B 3. E

10. ÖĞRENME BİRİMİ CEVAP ANAHTARI

A) BÖLÜMÜ CEVAPLARI

1. gübre 2. gübreleme 3. kompost 4. yeşil gübre
5. üre 6. temiz 7. alt

B) BÖLÜMÜ CEVAPLARI

1. A 2. B 3. C 4. A 5. E 6. D

NOTLAR

[illegible]

NOTLAR

[illegible]

NOTLAR

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins or other markings on the paper.