

SULAMA SUYU KALİTESİ & TUZLULUK

Sulama Suyu Analizleri ve Analiz Sonuçlarının Kontrolü

1

GİRİŞ

- Sulu tarım alanlarında kullanılacak suların içerisinde bulunan erimiş katı maddelerin nitelik ve niceliklerinin saptanması;
 - her şeyden önce sulu tarımın devamlılığı yönünden büyük bir önem taşımaktadır.
- Çünkü suyun özelliklerinin bilinmesiyle;
 - ileride meydana gelebilecek tuzluluk problemlerinin alınacak tedbirlerle önlenmesi mümkün olabilir.
- Sulama sularındaki tuzların bileşim ve konsantrasyonlarını belirlemek için;
 - suların laboratuvarlarda analiz edilmeleri
 - ve kalitelerinin belirlenmesi gerekir.

2

SULAMA SUYU ÖRNEKLERİNİN ALINMASI

- Sulama sularının kalitelerinin saptanmasında laboratuarda yapılacak analizler için 2 litre suya ihtiyaç bulunmaktadır.
 - Bazı özel hallerde daha fazlaya da gerek olabilir.
- Alınacak örneklerin özellikle o su kaynağını temsil edebilecek biçimde olmasına önem verilmeli
 - Bu amaçla akarsulardan örneklerin alınmasında, suyun durgun halde olmayan hareket halindeki kısımlarından alınmasına dikkat edilmelidir.
- Akarsuların bileşimlerinin zaman boyutundaki değişimleri de bunlardan farklı zamanlarda alınacak örneklerle saptanabilir.

3

SULAMA SUYU ÖRNEKLERİNİN ALINMASI

- Barajlar ve doğal göllerden su örneği;
 - suyun barajı ve gölü terkettiği yerlerde hareket halindeki kısımlarından alınmalı
- Kuyulardan ise;
 - pompanın bir müddet çalıştırılmasıyla, pompa içinde ve borularda bulunan suların dışarı tamamen atılmasından 15-20 dakika sonra su örneği alınmalı



4

SULAMA SUYU ÖRNEKLERİNİN ALINMASI

- Örneklerin alınmasında 2 litrelik ve ağzı kapaklı iyice yıkanmış temiz şişeler kullanılır.
- Örnekler alınmadan önce şişeler örnek alınacak su ile doldurulup çalkalanmalı ve boşaltılmalıdır.
 - Böylece şişenin içine karışmış olabilecek maddelerin temizlenmesi sağlanmış olur.
- Çalkalanma işlemi bittikten sonra şişe su ile doldurulur ve ağzı kapatılır.
 - Şişenin ağzına ve kapağın iç kısmına el sürülmemelidir.



SULAMA SUYU ÖRNEKLERİNİN ALINMASI

- Aynı sudan ikinci kez analizin istenmesi halinde su örneği ilk alındığı koşullardaki gibi alınmalı
- Örneklerin alınıp kapaklarının kapatılmasından sonra şişelerin üzerine etiket yapıştırılır;
 - Etiketler kurşun kalemle okunaklı yazı ile doldurulmalıdır.
 - Etiket üzerine istenilen bütün bilgiler kaydedilmelidir.
- Örnek şişeleri, etiketlendikten sonra özel sandıklara yerleştirilerek laboratuvara gönderilir.
 - Genellikle su örneğinin alınması ile laboratuvarda analizi arasında geçen zamanın mümkün olduğu kadar kısa olmasına önem verilmeli
 - Bu zamanın kısa tutulması analiz sonuçlarının güvenilirlik derecesini artırır
 - Çünkü kimyasal ve biyolojik aktiviteler sonucu meydana gelebilecek değişimler su örneğinin bileşimini değiştirebilir.

6

SULAMA SULARININ ANALİZİ

- Sulama suyunun kalitesinin belirlenmesi amacı ile:
 - bileşimindeki elementlerin toplam miktarını saptamak için önce toplam tuz miktarının bir ölçüsü olan **elektriksel iletkenliği (kondüktivitesi)**
 - asitlik durumunun bir ölçüsü olan **pH değeri** ölçülür
 - daha sonra sulama suyu içerisindeki **anyon ve kationların analizleri** yapılır.
- Sulama sularında en çok bulunan anyon ve kationların her birinin analizleri ve bu analizlerde kullanılan metotlar farklılık gösterebilmektedir.

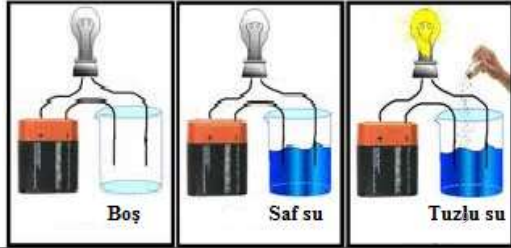
7

TOPLAM ERİMİŞ TUZLARIN TAYİNİ

- En genel biçimde,
 - belirli miktardaki su örneği kurutularak artan kalıntının tartımı ile saptanır.
- Ancak, bu yöntem su içinde başlangıçta erimiş halde bulunan tüm katı maddeleri yansıtmaz,
 - yaklaşık değerler verir.
- Çünkü, suyun niteliğini önemli ölçüde etkileyen;
 - erimiş gazlar ve karbonatlar, kurutma işlemi sırasında kaybolabilir.
 - bazı tuzlar, kurutma sıcaklıklarında buharlaşabilirler.
 - Örneğin, magnezyum klorür ve nitratça zengin su örneklerinde bu şekildeki kayıplar, oldukça yüksek oranlara erişebilir.
 - bazı tuzlardaki kristal sular buharlaşmaz.
- Tüm bunlar, yaklaşımın sınırlılığı olarak kabul edilir. ⁸

ELEKTRİKSEL İLETKENLİK TAYİNİ

- Bu ölçüm baz, tuz ve asitlerin sudaki çözeltilerinin elektriği iletmesi temeline dayanır.
- Suda çözülmüş halde bulunan inorganik tuzlar, genellikle, anyon ve katyonlarına ayrılmış durumdadır ($\text{NaCl} \leftrightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ gibi).
- Elektrik yüklü olan iyonlar elektrik akımını iletir.
- Suda erimiş tuz miktarı arttıkça, suyun elektrik akımını iletmesi de artar.
- Damıtık (saf) sıvılar elektrik akımını iletmezler,
 - aksine büyük direnç gösterirler.



ELEKTRİKSEL İLETKENLİK TAYİNİ

- Elektriksel iletkenlik, genellikle doğal sular içerisinde iyonize olmuş bileşenlerin
 - toplam konsantrasyonlarını göstermek için kullanılır
- Bu yöntem, su örneğinin hiç bir bölümünü zararlı biçimde kullanmadan veya değiştirmeden
 - oldukça doğru ve çabuk sonuçlar verir
- Suların elektriksel iletkenliği (EC), su içinde bulunan;
 - iyonların konsantrasyonuna,
 - elektrik yüklerine
 - ve hareketliliklerine bağlı olarak değişir.
- Yani, elektriksel iletkenlik, iyonların kimyasal etkinliklerinin bir ölçüsü olarak kabul edilir.

10

ELEKTRİKSEL İLETKENLİK TAYİNİ

- Elektriksel iletkenlik değerleri, sıcaklığa bağlı olarak da değişmektedir.
 - Yaklaşık 1.0°C sıcaklık artması veya azalması, elektriksel iletkenlik değerini %2 değiştirmektedir.
 - Bu nedenle doğal su analizleri 25°C’de ölçümler olarak düzeltilip rapor edilmektedir
- Günümüzde geliştirilmiş aletlerle sulama suyunda elektriksel iletkenlik ölçümleri kolaylıkla yapılabilmektedir.
 - Bu cihazlar ölçülen değeri 25°C için düzelterek göstermektedir

11

ELEKTRİKSEL İLETKENLİK TAYİNİ

- Laboratuvarımızda mevcut olan EC-pH metre cihazı:



- (ON) tuşuna basılarak açılır.
- Cihazın probu saf su ile yıkanıp kurutulduktan sonra ölçüm yapılacak örneğe daldırılır
- ‘OKU’ tuşuna basılır.
- Cihazda herhangi bir sıcaklık ayarlamasına gerek yoktur.
- EC değeri $\mu\text{mhos/cm}$ veya mmhos/cm olarak gösterir.

12

pH DEĞERİNİN TAYİNİ

- Sulama sularının asit, baz veya nötr özellikte olduğunu saptamak amacıyla yapılan bir ölçümdür.
 - belirli bir CO₂ atmosferi içerisinde denge halinde bulunan eriyiğin pH değerinin, cam elektrodu bulunan pH-metrelerle belirlenmesi esasına dayanır.
- Cam elektrotlu pH-metrelerle
 - analiz, çabuk ve doğru yapılabilir.
- Bu aletlerde
 - bir cam, birde colemaal (referans) olmak üzere iki adet elektrot bulunmaktadır.
- Çözeltilerin pH ölçümleri,
 - cam elektrot yüzeyi ile çözelti arasındaki potansiyel farkın, çözeltinin pH'sı ile değişmesi esasına dayanır.

13

pH DEĞERİNİN TAYİNİ

- Laboratuvarımızda mevcut olan EC-pH metre cihazı:



- (ON) tuşuna basılarak açılır.
- Örneğe göre cihaz pH'sı 4, 7 ve 10 olan buffer çözeltisinden uygun olanı ile kalibre edilir
- Cihazın probu saf su ile yıkanıp kurutulduktan sonra ölçüm yapılacak örneğe daldırılır
- 'OKU' tuşuna basılır.
- Cihazda herhangi bir sıcaklık ayarlamasına gerek yoktur.
- pH'sı belirlenecek olan suyun oda sıcaklığında olması istenir.

14

KARBONAT VE BİKARBONAT ANALİZİ

- Asitle titrasyon yapılarak bulunur.
 - 0.01 N'lik sülfirik asit (H_2SO_4)
 - fenolfitaleyn indikatörü (%60 etil alkol içerisinde %1),
 - metiloranj indikatörü (0.01'lik suda) kullanılır.
- Titrasyon, önce karbonat için yapılır.
 - bu amaçla 50 ml su örneğine fenolfitaleyn damlatılır.
 - pembe renk görülürse sülfirik asitle titre edilir.
- Bikarbonat tayini için
 - örneğe metil oranj indikatörü damlatılır
 - portakal rengi görülünceye dek sülfirik asitle titre edilir.
- Her iki aşamada da kullanılan örnek, harcanan asit ve asidin normalitesi kullanılarak karbonat ve bikarbonat miktarları hesaplanır.

15

KLOR ANALİZİ (1)

- Sulama sularının klor içeriği,
 - potasyum kromat (K_2CrO_4) indikatörü kullanılarak
 - gümüş nitrat ile titre edilmek suretiyle bulunur.
- Karbonat ve bikarbonat analizlerinin yapılmasından sonra saklanan örnek üzerine,
 - 1.0 ml potasyum kromat indikatörü damlatılır
 - ve standart $AgNO_3$ eriyiği ile titre edilir.
 - Titrasyon, kırmızı- kahverengi oluşunca kesilir.
- Ayrıca 50 ml damıtık su içerisine 1.0 ml K_2CrO_4 koyularak, $AgNO_3$ ile titre edilir.
 - Bu testte kullanılan $AgNO_3$ miktarı tanık olarak kullanılır.

16

KLOR ANALİZİ (1)

- Klor konsantrasyonu me/L olarak;
 - su örneğinin titrasyonunda kullanılan AgNO_3 miktarı ile tanık saf suyun titrasyonunda kullanılan AgNO_3 miktarları arasındaki fark;
 - birleşme katsayısı (F) ve AgNO_3 normalitesi ile alınan örnek miktarı yardımıyla hesaplanır.

17

KLOR ANALİZİ (2)

Demir (III) Tiyosiyanat Metodu

- Gerekli Malzemeler:

- Demir iyonu solüsyonu
- Civa tiyosiyanat solüsyonu
- Numune Hücreleri (10 ml)

- Yöntemin Özeti

- Örnekteki klor iyonları civa tiyosiyanat ile reaksiyona girer ve **civa (II) klorid** oluşur. Eş zamanlı olarak serbest haldeki tiyosiyanat iyonları demir (III) ile reaksiyona girerek turuncu renkli **demir (III) tiyosiyanat** çözeltisi meydana gelir.
- Oluşan turuncu rengin yoğunluğu ortamdaki klor konsantrasyonunu verir.
- Sonuçlar 455 nm de ölçülür.



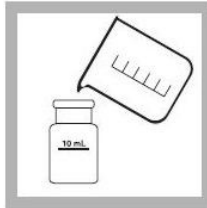
18

KLOR ANALİZİ (2)

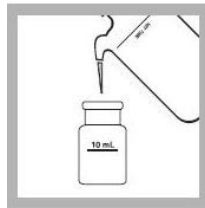


Analize başlamadan önce örnekler bulanık veya yoğun renkli ise filtre kağıdı ve huni yardımıyla süzülmalıdır.

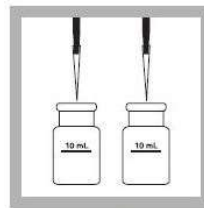
19



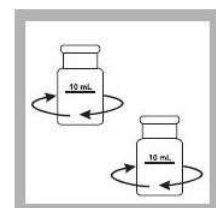
1 nolu küvete 10 ml örnek eklenir.



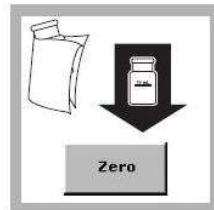
2 nolu küvete 10 ml saf su eklenir.



Her iki küvete 0.8 ml civa tiyosiyanat, 0.4ml demir iyon solusyonu eklenerek çalkalanır.



2 dak.'lık reaksiyon süreci başlamış olacaktır.



İçerisinde saf su bulunan küvet cihaza yerleştirilir ve 'sıfırla' tuşuna basılır



Sonrasında örneğin olduğu küvet cihaza yerleştirilir ve 'oku' tuşuna basılır. Örnekteki klor miktarı mg/L cinsinden belirlenmiştir.

SÜLFAT ANALİZİ (1)

- Sulama sularındaki sülfat (SO_4) miktarının belirlenmesi için gravimetrik, türbidimetrik ve kolorimetrik gibi pek çok yöntem kullanılmaktadır.
- Hesaplama yoluyla sülfat miktarının bulunmasını oldukça kaba bir yöntemdir.
 - Suyun elektriksel iletkenlik değerinden yararlanılır.
 - Laboratuarda saptanan elektriksel iletkenlik değeri
 - ($\mu mhos/cm$), 100'e bölünerek veya (dS/m) 10 ile çarpılarak me/L cinsinden toplam anyon (veya katyon) değeri bulunur.
 - Elde edilen değerden bikarbonat, karbonat ve klor toplamı çıkarılarak me/L olarak sülfat miktarı belirlenir

$$[SO_4] = \frac{EC (\mu mhos / cm)}{100} - [HCO_3 + CO_3 + Cl]$$

$$[SO_4] = [EC (dS / cm) \times 10] - [HCO_3 + CO_3 + Cl]$$

21

SÜLFAT ANALİZİ (1)

- Sulama suyundaki sülfat iyonlarının laboratuvar analizinde:
 - baryum klorür eriyiği kullanılarak çözeltideki sülfat baryum sülfat halinde çökeltilir
- Meydana gelen baryum sülfat çökeleği süzülerek yıkanır, gravimetrik olarak kurutulur ve tartılır.

22

SÜLFAT ANALİZİ (2)

Gerekli Malzemeler:

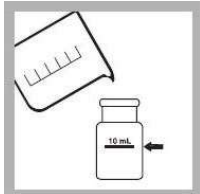
- ✓ SulfaVer 4 Reaktif Powder Pillowlar
- ✓ Numune Hücreleri (10 ml)



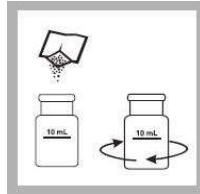
Yöntemin Özeti

- ✓ Örnekteki SO_4^{2-} iyonları Sulfaver 4'teki baryum ile reaksiyona girer ve baryum sülfat çöktürmesini oluşturur.
- ✓ Oluşan bulanıklık miktarı SO_4^{2-} konsantrasyonu ile orantılıdır.
- ✓ Analize başlamadan önce örnekler bulanık veya yoğun renkli ise filtre kağıdı ve huni yardımıyla süzülmalıdır.

23



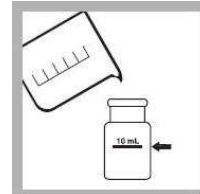
1 nolu küvete
10 ml örnek
koyulur.



SulfaVer 4
powder pillow
eklenir. Tozun
çözülmesi için
hızla çalkalanır.



5 dak.'lık reaksiyon süresi
başlayacaktır. Örnekte
sülfat varsa beyaz renkte
bir bulanıklık oluşur.



Diğer küvete
10 ml örnek
koyulur.



5 dk lık süre dolduğunda
dolum çizgisi öne
bakacak şekilde şahit
cihaza yerleştirilir.
'Sıfırla' ya basılır.
Ekranda '0 mg/L SO_4^{2-} '
gözükecektir.



Powder pillow
kiti konulup 5 dk
bekletilen örnek
aynı şekilde
cihaza
yerleştirilir ve
'Oku' ya basılır.

24

SODYUM ANALİZİ (1)

- Fleymfotometre kullanılarak analiz edilir.
 - Yöntem, aleve püskürtülen su örneklerinde belirlenmek istenen elemente özgü ışığın filtre yardımıyla yalıtılması ve yoğunluğunun ölçülmesi temeline dayanır.
- Sodyum elementi, aleve turuncu renk verir.
 - Bu renk, fleymfotometrede yalıtıldıktan sonra bir fotoselde elektrik enerjisine çevrilir ve galvanometre ile niceliksel olarak ölçülür.
- Analizden önce fleymfotometre,
 - farklı derişimlerde (ppm) sodyum içeren standart çözeltiler kullanılarak ayarlanır.
 - Standart çözeltilere ilişkin galvanometre değerleri kullanılarak, standart eğri hazırlanır.

25

SODYUM ANALİZİ (1)

- Ardından su örneği, elektriksel iletkenliğine göre belli oranlarda sulandırıldıktan sonra, aletin özel kabına konulur, okuma yapılır.
- Okunan rakam, hazırlanan standart kalibrasyon eğrisi kullanılarak,
 - örneğin içerdiği sodyum (ppm) miktarı saptanır.
- Hesaplanan bu değer,
 - sulandırma etmeni ile çarpılarak gerçek sodyum içeriği belirlenir.
- Eğer, sodyum miktarı *me/L* olarak bulunmak isteniyorsa, ppm değeri sodyumun eşdeğer ağırlığına bölünür.

26

SODYUM ANALİZİ (2)



- Sodyum probu cihaza takılır.
- Kalibrasyon için 100, 500 ve 1000 mg/L standart solüsyonlar kullanılır.
- Kalibrasyon işlemini gerçekleştirdikten sonra prob örneğe direk daldırılarak oku tuşuna basılır.
- Cihaz sonucu mg/L olarak verir.

27

POTASYUM ANALİZİ (1)

- Fleymfotometre kullanılarak analiz edilir.
 - Yöntem, aleve püskürtülen su örneklerinde belirlenmek istenen elemente özgü ışığın filtre yardımıyla yalıtılması ve yoğunluğunun ölçülmesi temeline dayanır.
- Potasyum aleve menekşe renk verir.
 - Bu renk, fleymfotometrede yalıtıldıktan sonra bir fotoselde elektrik enerjisine çevrilir ve galvanometre ile niceliksel olarak ölçülür.
- Analizden önce fleymfotometre,
 - farklı derişimlerde (ppm) potasyum içeren standart çözeltiler kullanılarak ayarlanır.
 - Standart çözeltilere ilişkin galvanometre değerleri kullanılarak, standart eğri hazırlanır.

28

POTASYUM ANALİZİ (1)

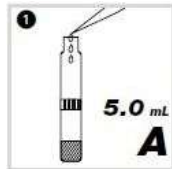
- Ardından su örneği, elektriksel iletkenliğine göre belli oranlarda sulandırıldıktan sonra, aletin özel kabına konulur, okuma yapılır.
- Okunan rakam, hazırlanan standart kalibrasyon eğrisi kullanılarak,
 - örneğin içerdiği potasyum (ppm) miktarı saptanır.
- Hesaplanan bu değer,
 - sulandırma etmeni ile çarpılarak gerçek potasyum içeriği belirlenir.
- Eğer, potasyum miktarı *me/L* olarak bulunmak isteniyorsa, ppm değeri potasyumun eşdeğer ağırlığına bölünür.

29

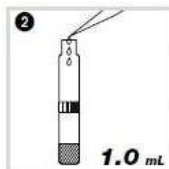
POTASYUM ANALİZİ (2)

Kalignost Metodu

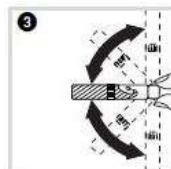
- Gerekli Malzemeler
 - Kalignost solüsyonu
 - Numune hücreleri (küvet)
- Yöntemin Özeti
 - Örnekteki potasyum iyonları kalignost ile reaksiyona girer ve *potasyum tetraphenylborate* olarak çökelirler.
 - Oluşan bulanıklık fotometrik olarak ölçülür (690 nm).



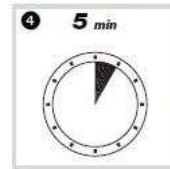
5 ml kalignost solüsyonu



1 ml örnek



Birkaç kez çalkalanır



5 dak. beklendikten sonra okuma yapılır.

KALSIYUM ANALİZİ (1)

- Sulama sularında kalsiyum miktarının belirlenmesi,
 - fleymfotometrik, gravimetrik ve titrasyon yöntemlerinden birisi kullanılarak yapılabilir.
- Yaygın olarak, titrasyon (versenat) yöntemi,
 - Sulama suyu örneği (10 mL) üzerine sodyum hidroksit (NaOH) damlatılır.
 - Kalsiyum belirteci olarak amonyum pürpurat eklenir,
 - Örnek rengi, portakal kırmızısına döner.
 - Sonra versenatla titre edilir.
 - Örneğin rengi mor veya eflatuna dönünce işlem durdurulur.

31

KALSIYUM ANALİZİ (1)

- Ayrıca, Blank Eriyiği kullanılarak işlem, kontrol örnekte de yinelenir.
- Eğer, versenat 0.01 N ve su örneği 10 ml ise;
 - Blank Eriyiği için harcanan versenat ile su örneği için harcanan versenat arasındaki fark doğrudan me/L olarak örneğin kalsiyum içeriğini verir.

32

MAGNEZYUM ANALİZİ (1)

- Kalsiyumda olduğu gibi analiz edilir.
- Ancak, sulama sularında çoğu kez
 - Ca+Mg birlikte belirlenir.
 - Daha sonra örneğin kalsiyum içeriği bulunur.
 - İki değer birbirinden çıkarılarak, magnezyum konsantrasyonu hesaplanır.
- Sulama suyu örneklerinde Ca+Mg analizi için
 - 10 ml su örneği alınır,
 - üzerine amonyum klorür-amonyum hidroksit (NH_4Cl - NH_4OH) tampon eriyiği ve Eriochrome Black T indikatörü koyulur.
 - Örneğin rengi şarap kırmızısına döner.
 - Sonra Versenatla titre edilir.
 - Titrasyon, rengin maviye dönmesine dek devam ettirilir.

33

MAGNEZYUM ANALİZİ (1)

- Aynı işlem kontrol (blank) örnekte de yinelenir.
- Eğer, su örneği 10 mL, versenat 0.01 N ise
 - sulama suyunun Ca+Mg miktarı, su örneğine harcanan versenat ile blank örneğe harcanan versenat arasındaki farka eşittir.

34

MAGNEZYUM ANALİZİ (2)

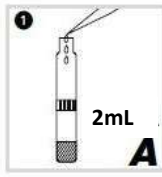
Metal Fitaleyn Yöntemi

- Gerekli Malzemeler

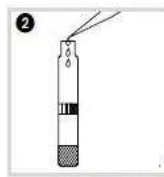
- Metal fitaleyn bufer çözeltisi
- Numune hücresi (küvet)

- Yöntemin Özeti

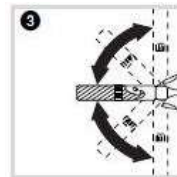
- Örnekteki magnezyum iyonları metal fitaleyn ile reaksiyona girer ve mor renkli bir çözelti oluşturur.
- Oluşan renk değişikliği fotometrik olarak ölçülür (565 nm).



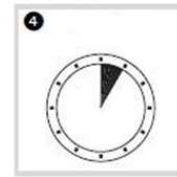
2 mL örnek



0.5-10 mg/L → 3.0 mL buffer
10-50 mg/L → 3.5 mL buffer



İyice karıştırılır



2 dak. bekleme süresinden sonra okuma yapılır.

BOR ANALİZİ (1)

- Sulama sularında bor analizi,
 - Karmin'in derişik sülfürik asit içindeki çözeltisiyle borun konsantrasyonuna bağlı olarak verdiği kırmızı rengin ışık soğurmasının spektrometrede okunmasına dayanır.
- Analiz sırasında borsuz cam aletlerinin kullanılmasına özen gösterilmelidir.
- İşlem için karmin ve borik asit standart çözeltileri kullanılır.
- Ayrıca, farklı bor derişimleri kullanılarak standart eğri hazırlanır.

BOR ANALİZİ (1)

- Standart çözeltilerden ve su örneğinden 1.0 ml alınır,
 - üzerine 2 damla HCl, 10 damla derişik H_2SO_4 eklenir.
 - Karıştırılarak soğumaya terk edilir.
 - Sonra 10 ml karmin çözeltisi koyulur.
 - En az 45 dakika beklendikten sonra, 585 mμ dalga boyunda spektrofotometrede okunur.
- Alet 0 ppm'lik çözelti ile 100'e ayarlanır ve diğer ara standartlardan sonra örneğin okunmasına geçilir.
 - Alet okumaları standart grafikten değerlendirilerek, bor miktarı ppm olarak saptanır.

37

BOR ANALİZİ (2)

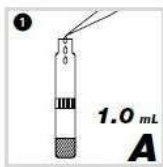
Azometin-H Yöntemi

- Gerekli Malzemeler

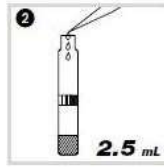
- Azometin solüsyonu
- Numune hücresi (küvet)

- Yöntemin Özeti

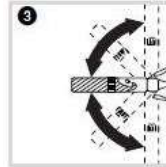
- Örnekteki bor iyonları azometin-H ile reaksiyona girer ve sarı renkli bir çözelti oluşturur.
- Oluşan sarı renk fotometrik olarak ölçülür (412 nm).



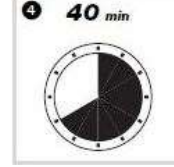
1 ml azometin-H solüsyonu



2.5 ml örnek



Birkaç kez çalkalanır



40 dak. beklendikten sonra okuma yapılır.

NİTRAT ANALİZİ (1)

- *Kadmiyum İndirgeme Yöntemi*

- Gerekli Malzemeler

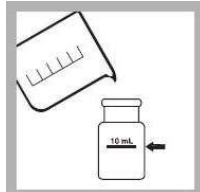
- NitraVer 5 Nitrat Reaktif Powder Pillow
- Numune hücresi (küvet)



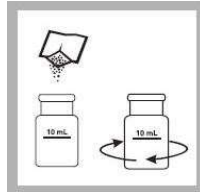
- Yöntemin Özeti

- **Kadmiyum** metali numunedeki **nitratı nitrite indirger**.
- **Nitrit iyonu** asidik ortamda **sülfanilik asitle reaksiyona girer** ve ara ürün olarak **diazonyum tuzunu** oluşturur.
- **Tuz, gentisik asitle** birleşerek **sarı renkli bir solüsyon** oluşturur.
- Test sonuçları 400 nm'de ölçülür.

39



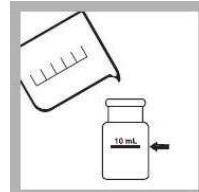
1 nolu küvete
10 ml örnek
koyulur.



NitraVer 4
powder pillow
eklenir. Tozun
çözülmesi için
1 dk çalkalanır.



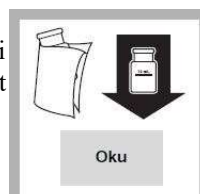
5 dak. 'lık reaksiyon
süresi başlayacaktır.



2 nolu küvete
10 ml örnek
koyulur.



5 dak. 'lık süre
dolduğunda dolun çizgisi
öne bakacak şekilde şahit
cihaza yerleştirilir.
'Sıfırla' ya basılır.
Ekranında '0 mg/L NO₃⁻'
gözükecektir.



Powder pillow
kiti konulup 5
dak. bekletilen
örnek aynı
şekilde cihaza
yerleştirilir ve
'Oku' ya basılır.

40

SEDİMENT ANALİZİ

- Sulama sularında sediment miktarının saptanması için,
 - belli hacimde su örneği alınır,
 - filtre kâğıtları kullanılarak süzülür.
 - Süzme işleminden önce, filtre kâğıdının darası alınır.
- İşlem sırasında örnek içerisindeki tüm silt miktarının filtre edilmesine özen gösterilir.
 - Bu amaçla, damıtık su kullanılarak şişe yıkanabilir.
- İşlem sonunda, filtre edilen su hacmi ölçülerek kaydedilir.
- Daha sonra, filtre kâğıdı ve üzerindeki silt örneği, etüvde 105°C de kurutulur.
- Silt miktarı, g/L birimi ile ifade edilir.

41

SULAMA SUYU ANALİZ SONUÇLARININ İFADE ŞEKİLLERİ

Anyon ve Katyonlar:

- Sulama sularının laboratuarda analiz sonuçlarının ifade edilmelerinde çeşitli birimler kullanılmaktadır.
- **En çok kullanılan birimler;**
 - me/l = litrede miliekivalan
 - mmol/l = litrede milimol
 - ppm = milyonda kısım
 - mg/l = litrede miligram
- Matematiksel olarak:
 - meq/l ile mmol/l terimleri eşdeğerdir
- Metrik sistemde:
 - milyonda kısım (ppm) ile litrede miligram (mg/l) sayısal olarak birbirine eşdeğerdir

42

SULAMA SUYU ANALİZ SONUÇLARININ İFADE ŞEKİLLERİ

Elektriksel İletkenlik:

- Sulama suyu içerisinde bulunan erimiş katı maddelerin saptanması amacıyla yapılan analiz sonucu;
 - $EC \times 10^6$ 25°C de mikromhos/cm ($\mu\text{mhos/cm}$) olarak ifade edilir.
- İletkenlik (C), direncin (R) tersidir. $C = \frac{1}{R}$
 - Direnç ölçü birimi = ohm/cm
- İletkenlik direncin tersine eşit olduğundan iletkenliğin birimi de (ohm) kelimesinin ters yazılışı:

$$C = 1/\text{ohm} = \text{mho}$$
- Buna göre elektriksel iletkenlik terimi:
 - EC olarak gösterilir
 - ve ayrıca belirtmedikçe mhos/cm olarak ifade edilir

43

SULAMA SUYU ANALİZ SONUÇLARININ İFADE ŞEKİLLERİ

Elektriksel İletkenlik:

- Çözeltilerin elektriksel iletkenlik değerleri 1 birimden daha azdır
- Standart birim olan mho/cm ise büyük bir değerdir
 - Örneğin direnci 2900 ohm olarak bulunan sulama suyunun elektriksel iletkenlik değeri
$$EC = \frac{1}{R} = \frac{1}{2900} = 0.000345 \text{ mho / cm}$$
- Ancak bunun rapora daha kolaylıkla yazılmasını sağlamak için daha küçük alt birimlerin seçilmesi genel bir zorunluluk olmaktadır

44

SULAMA SUYU ANALİZ SONUÇLARININ İFADE ŞEKİLLERİ

Elektriksel İletkenlik:

- Bu nedenle sulama suyu raporları için alt değer:
 - mikromhos/cm = $EC \times 10^6$ seçilmiştir.
 - $EC (\mu\text{mhos/cm}) = \text{mho/cm} \times 10^6$
- Buna göre sulama suyunun elektriksel iletkenlik değeri 0.000345 mho/cm ise, bu değer:
 - $EC = 0.000345 \text{ mho/cm} \times 10^6 = 345 \mu\text{mhos/cm}$ olarak rapora yazılmalıdır.
- Ancak, bu birim son yıllarda yerini siemens'e bırakmıştır.

45

SULAMA SUYU ANALİZ SONUÇLARININ İFADE ŞEKİLLERİ

Elektriksel İletkenlik:

- *1 milisiemens/cm (mS/cm) =*
 - 1 milimhos/cm (mmhos/cm)*
 - 10^3 micromhos/cm ($\mu\text{mhos/cm}$)*
 - 1 desisiemens/m (dS/m)***
- Elektriksel iletkenlik değerleri laboratuarda standart olarak 25°C sıcaklık için ifade edilirler.
- Laboratuar sıcaklığının bu değerden farklı olması halinde sıcaklık ile ilgili düzeltmenin yapılması gerekir.
 - Günümüzde kullanılan EC metreler (Elektriksel iletkenlik ölçer) otomatik olarak ölçülen değerleri 25°C sıcaklığa çevirerek verirler.

46

BİRİMLER VE BİRİM DÖNÜŞÜMLERİ

- Anyon ve katyonların ifade birimleri ile elektriksel iletkenlik birimleri birbirlerine dönüştürülebilir:

$$ppm = mg / L = (me / L) \times (ekivalan ağırlığı)$$

$$me / L = \frac{ppm (mg / L)}{ekivalan ağırlığı}$$

$$EC (dS / m) = \frac{(me / L)}{10}$$

$$ppm = mg / L = EC (dS / m) \times 640$$

$$EC (dS / m) = \frac{ppm (mg / L)}{640}$$

47

BİRİMLER VE BİRİM DÖNÜŞÜMLERİ

me/l, dS/m, mg/l, mg/me ve (me/l)/(dS/m) oranı ilişkileri

me/L	dS/m	mg/L	mg/me	(me/L)/(dS/m)
10	1	640	64	10
120	10	7000	58.3	12

- mg/me arasındaki azalmalar:
 - artan tuz konsantrasyonlarında SO_4 ve HCO_3 iyonlarına nazaran Cl iyonunda görülen nispi artmadan kaynaklanmaktadır.
- me/L ile dS/m oranında görülen artma ise:
 - tuz konsantrasyonunun artışı ile iyon aktivitesinde görülen azalma ile ilgilidir.
- Ortalama bir değer olarak me/L cinsinden verilen tuz konsantrasyonunun 10 yada 12 ile bölünmesi sonucu dS/m olarak tuz konsantrasyonu hesaplanmış olur.

48

SU ANALİZ RAPORUNUN YAZILMASI

- Sulama sularının laboratuvarında yapılan analizleri sonucu elde edilen değerler “su analiz raporu” formuna işlenir
- Rapora yazılacak analiz değerleri:
 - sıcaklık
 - EC ($\mu\text{mhos/cm}$ veya dS/m)
 - pH,
 - anyonlar ve katyonlar
 - varsa özel iyon analiz sonuçları
 - ve suyun kalite sınıfı belirtilir

T.C. KASTAMONU İL ÖZEL İDARESİ SU VE KANALİZASYON HİZMETLERİ MÜDÜRLÜĞÜ TOPRAK VE SU ANALİZ LABORATUVARI SULAMA SUYU KİMYASAL ANALİZ RAPORU	
RAPOR NO: 100	TARİH: 12.10.2005
TALİP EDEN	
İL	
İLÇE	
KÖY MAHALLE	
MEVKİİ	
NUMUNE CİNSİ	
SICAKLIK (Analizin yapıldığı Değer)	3 °C
Ph	0,20
İLETKENLİK	8,00 $\mu\text{S/cm}$
KARBONAT	mg/l
BİKARBONAT	2,00 mg/l
KLORÜR	5,00 mg/l
SODYUM	4,00 mg/l
POTASYUM	0,43 mg/l
KALSİYUM	0,23 mg/l
MAGNEZYUM	0,41 mg/l
BOR	<0,5 mg/l
NİTRAT	5,000 mg/l
NİTRİT	7,000 mg/l
SÜLFAT	7,000 mg/l
SODYUM ADSORPSİYON ORANI (SAR)	4,00
SUYUN SINIFI:	
Önemli Notlar	
ANALİZ YAPAN	KONTROL EDEN
ONAYLAYAN	

SU ANALİZ RAPORUNDA DİĞER DEĞERLER

- Sulama sularının laboratuvarında yapılan analizleri sonucu elde edilen ve “su analiz raporu” formuna işlenen değerlerden başka
 - Sulama suyunun kalitesinin değerlendirilmesi amacıyla diğer bazı parametreler hesaplanarak belirtilirler. Bu değerler:
- Hesaplanarak raporda belirtilen diğer parametreler:
 - Sodyum Yüzdesi (%Na)
 - Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR)
 - Kalıcı Sodyum Karbonat (RSC)

SU ANALİZ RAPORUNDA DİĞER DEĞERLER

Sodyum Yüzdesi (%Na)

- Suyun bileşimindeki sodyumun diğer katyonlara göre, yüzde değerini belirten bir göstergedir
 - Sulama sularının olası sodyum zararını belirtmek amacı ile kullanılır
- Katyon analizlerinden sodyum miktarının diğer katyonlara olan nisbi oranı olarak hesaplanır:

$$\%Na = \frac{Na^+}{(Na^+ + K^+ + Ca^{2+} + Mg^{2+})} \times 100$$

- Eşitlikte tüm konsantrasyonlar me/l olarak alınmalıdır

51

SU ANALİZ RAPORUNDA DİĞER DEĞERLER

Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR)

- Sulama sularının olası sodyum zararını belirtmek amacıyla kullanılan bir başka parametredir.
- Sodyumun iki değerli katyonlara oranla fazla bulunması sodyum zararını artırmakta az bulunması halinde de sodyum zararını azaltmaktadır.
 - Bunun bir göstergesi olarak SAR geliştirilmiştir.
 - Olası Na⁺ zararını belirtmede %Na değerinden daha işlevseldir
 - Na⁺ miktarının +2 değerlikli diğer katyonların toplamının kareköküne olan oranını belirtilir

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

- Eşitlikte tüm konsantrasyonlar me/l olarak alınmalıdır

52

SU ANALİZ RAPORUNDA DİĞER DEĞERLER

Kalıcı Sodyum Karbonat (RSC)

- Sulama suyu kalite sınıflandırılmasında bazı araştırmacılar tarafından önerilen bir parametredir.
 - Suların tarımsal arazilerde genellikle kullanılıp kullanılmayacağı hakkında fikir verir.
 - Ortamda bulunan karbonat bikarbonat konsantrasyonu ile Ca^{+2} ve Mg^{+2} konsantrasyonu arasındaki farka bakılarak olası sodyum karbonat oluşması durumu incelenir.

$$RSC = (CO_3^{2-} + HCO_3^-) - (Ca^{2+} + Mg^{2+})$$

- Eşitlikte tüm konsantrasyonlar me/l olarak alınmalıdır

53

SU ANALİZ RAPORUNDA DİĞER DEĞERLER

Kalıcı Sodyum Karbonat (RSC)

- Eşitliğin:
 - (+) çıkması demek ortamda sodyum ile birleşip kalıcı sodyum karbonat oluşturabilecek miktarda karbonat ve bikarbonat bulunmaktadır ve bu oluşum da sodyum zararı oluşturabilecek bir risk faktörüdür.
 - Sonucun (-) çıkması halinde ise herhangi bir Na^+ zararı olasılığı yoktur.
- Genel olarak $RSC > 2.5$ ise sulama suyu olarak kullanılması sakıncalı

54

ANALİZ RAPORUNUN KONTROLÜ

- Laboratuvar analiz sonuçlarının güvenilirliği amacıyla, elde edilen analiz sonuçları arasında ilişkiler kontrol edilir.
- Laboratuvarda yapılan analiz sonuçlarının birbirine uyması o analiz sonuçlarının güvenilirlik derecelerini büyük ölçüde yükseltir.
- Laboratuvar analiz sonuçlarının doğruluğunu ortaya koyabilmek amacıyla analiz sonuçları karşılıklı olarak kontrol edilirler.
 - Bir analizden elde edilen sonuç ile diğer bir analizden elde edilen sonuç uyumlu olmalıdır.
 - Sonuçlar karşılıklı olarak karşılaştırılmak suretiyle raporun güvenilirlik derecesi saptanır.
 - Bu karşılaştırma ancak, birbiri ile ilişkili olan analizler yönünden yapılır.

55

ANALİZ RAPORUNUN KONTROLÜ

- **Analiz raporunda yapılacak kontroller:**
 - 1) Elektriksel İletkenlik - Toplam Katyon Konsantrasyonu ilişkisi
 - 2) Toplam Anyon - Toplam Katyon ilişkisi
 - 3) Elektriksel İletkenlik – Erimiş Madde Konsantrasyonu ilişkisi
 - 4) Erimiş Madde Konsantrasyonu – Toplam Katyon Konsantrasyonu ilişkisi
 - 5) pH değeri - Karbonat ve Bikarbonat Konsantrasyonları ilişkisi
 - 6) pH değeri - Kalsiyum ve Magnezyum Konsantrasyonları ilişkisi

56

ANALİZ RAPORUNUN KONTROLÜ

1) Elektriksel İletkenlik - Toplam Katyon Konsantrasyonu ilişkisi

- Sulama suyunun:

- toplam katyon konsantrasyonu **me/l**

- ve elektriksel iletkenlik

μmhos/cm

veya

dS/m

$$EC (\mu mhos / cm) = \sum K (me / l) \times 100$$

$$EC (dS / m) = \frac{\sum K (me / l)}{10}$$

$$\sum K (me / l) = \frac{EC (\mu mhos / cm)}{100}$$

$$\sum K (me / l) = EC (dS / m) \times 10$$

$$\frac{EC (\mu mhos / cm)}{\sum K (me / l)} = 100$$

$$\frac{\sum K (me / l)}{EC (dS / m)} = 10$$

57

ANALİZ RAPORUNUN KONTROLÜ

1) Elektriksel İletkenlik - Toplam Katyon Konsantrasyonu ilişkisi

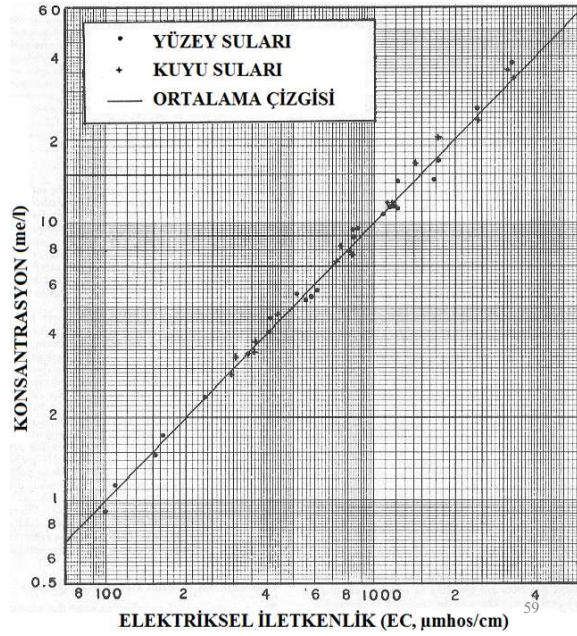
- Eşitliklerdeki 100 veya 10 değerleri genel bir rakam olup çoğu sular için ortalama bir değer olarak kabul edilmektedir.
- Bu oran:
 - kalsiyum ve magnezyumca yüksek bikarbonat veya sülfatlı su örnekleri için 80 veya 8
 - sodyumca yüksek klorlu sular için 110 veya 11 olabilmekte
- Ayrıca
 - $EC > 10000 \mu mhos/cm$
 - veya $EC > 10 dS/m$
 - » katsayı 120 veya 12 olmaktadır

58

ANALİZ RAPORUNUN KONTROLÜ

1) Elektriksel iletkenlik – Toplam Katyon Konsantrasyonu ilişkisi

- Sulama sularının elektriksel iletkenlik değeri ile katyon toplamı arasındaki ilişkinin grafiği:
- Sulama suyu örneğinin laboratuvarında ölçülen EC değerinin ($\mu\text{mhos/cm}$) toplam katyon (me/l) olarak karşılığı bu grafik yardımıyla bulunabilir



ANALİZ RAPORUNUN KONTROLÜ

2) Toplam Anyon - Toplam Katyon ilişkisi

- Laboratuvarında yapılan analiz sonuçlarının litrede miliekivalan (me/l) olarak ifade edilmesi halinde :
 - anyonların toplamı, katyonların toplamına eşit olmalı

$$\sum \text{Katyon (me/l)} = \sum \text{Anyon (me/l)}$$

- Laboratuvarında yapılan analizlerin değişik nedenlerden dolayı %100 doğrulukta yapılmaları olanaksızdır
- Kaçınılmaz hatalardan dolayı analiz sonuçları ancak belirli sınırlar içerisinde güvenilir olabileceklerdir. Hatalar;
 - Kişisel,
 - Alet ve kimyasal maddelerden kaynaklanan,
 - Yöntemden kaynaklanan ve
 - Düzensiz (nedeni belli olmayan) olmak üzere çeşitlidir

60

ANALİZ RAPORUNUN KONTROLÜ

2) Toplam Anyon - Toplam Katyon ilişkisi

- Hataların en düşük düzeyde olmalarını sağlamak için:
 - Kullanılan alet ve ekipmanların ayarlarının düzgün ve düzenli olarak yapılması
 - ve analizlerin kontrollü olarak paralelli şekilde yapılması
- Kasyon ve anyon toplamalarının kontrolü için önce % hata miktarı:

$$\%Hata = \frac{Kasyon - Anyon}{Kasyon + Anyon} \times 100$$

61

ANALİZ RAPORUNUN KONTROLÜ

2) Toplam Anyon - Toplam Katyon ilişkisi

- İzin verilebilir hata miktarları anyon ve kasyonların konsantrasyonlarına göre:

Toplam anyon yada kasyon konsantrasyonu, me/l	İzin verilebilir hata sınırı % $\%Hata = \frac{Kasyon - Anyon}{Kasyon + Anyon} \times 100$
1	10
2	6
14	3
30	2

- Yapılan analiz sonucuna göre yüzde hata sınırı hesaplanarak izin verilebilir sınırlar içerisinde olup olmadığı kontrol edilmeli

62

ANALİZ RAPORUNUN KONTROLÜ

3) Elektriksel İletkenlik – Erimiş Madde Konsantrasyonu ilişkisi

- Sulama suyunun:

– erimiş katı maddelerin konsantrasyonu **ppm**

– ve elektriksel iletkenlik

$\mu\text{mhos/cm}$

veya

dS/m

$$EC (\mu\text{mhos/cm}) = \frac{\text{ppm}}{0.64}$$

$$EC (\text{dS/m}) = \frac{\text{ppm}}{640}$$

$$\text{ppm} = EC (\mu\text{mhos/cm}) \times 0.64$$

$$\text{ppm} = EC (\text{dS/m}) \times 640$$

$$\frac{\text{ppm}}{EC (\mu\text{mhos/cm})} = 0.64$$

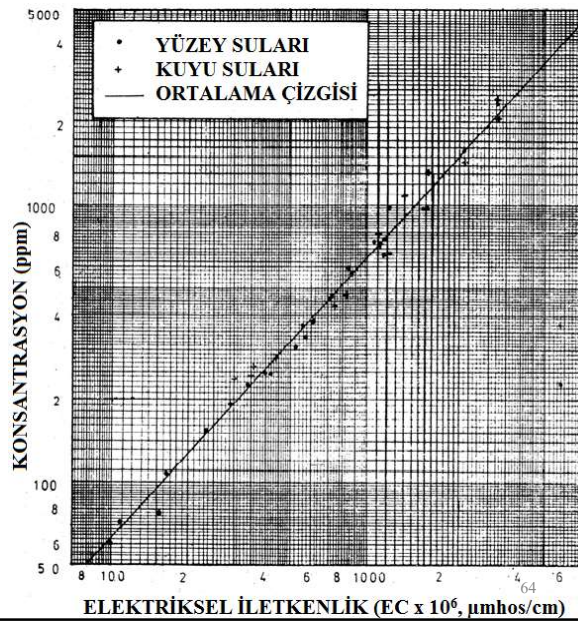
$$\frac{\text{ppm}}{EC (\text{dS/m})} = 640$$

63

ANALİZ RAPORUNUN KONTROLÜ

3) Elektriksel İletkenlik – Erimiş Madde Konsantrasyonu ilişkisi

- Sulama sularının elektriksel iletkenlik değeri ile erimiş katı maddeler arasındaki ilişkinin grafiği:
- Sulama suyu örneğinin laboratuvarında ölçülen EC değerinin ($\mu\text{mhos/cm}$) erimiş katı madde konsantrasyonu (ppm) olarak karşılığı bu grafik yardımıyla bulunabilir



ANALİZ RAPORUNUN KONTROLÜ

4) Erimiş Madde Konsantrasyonu – Toplam Katyon Konsantrasyonu ilişkisi

- Sulama suyunun:
 - erimiş katı maddelerin konsantrasyonu **ppm**
 - ve toplam katyon **me/l**

$$\sum K (me/l) = \frac{ppm}{64}$$

$$ppm = \sum K (me/l) \times 64$$

$$\frac{ppm}{\sum K (me/l)} = 64$$

65

ANALİZ RAPORUNUN KONTROLÜ

5) pH değeri - Karbonat ve Bikarbonat Konsantrasyonları ilişkisi

- Eğer sulama suyu pH değeri < 8.2 ise:
 - Karbonat miktarı çok az olmalı yada hiç bulunmamalı

6) pH değeri - Kalsiyum ve Magnezyum Konsantrasyonları ilişkisi

- Eğer sulama suyu pH değeri > 9.0 ise:
 - Genellikle kalsiyum ve magnezyum konsantrasyonu 2 me/l değerinden küçük olur
 - Bu nedenle sulama suyunda titre edilebilir miktarda karbonat iyonlarının bulunması halinde kalsiyum+magnezyum konsantrasyonu düşük olur.

66