

SULAMA SUYU KALİTESİ & TUZLULUK

Tanımlar ve Genel Bilgiler

1

TANIMLAR

Madde:

- Yeryüzünde bir hacim kaplayan ve kütlesi bulunan her şeye madde denir
- Maddenin katı, sıvı ve gaz olmak üzere üç türlü görünüş biçimi bulunmaktadır.
 - ancak Dünya dışında, evrendeki maddenin %99'u plazma (iyonlaşmış gaz) halindedir.
- Madde bu görünüş biçimlerinden birine dönüşebilir.



2

TANIMLAR

Katı:

- Maddenin katı hali belirli bir şekle ve hacme sahiptir.
 - şekil verilebilir yani şekillendirilebilirler
- Katı maddeyi oluşturan atom ve moleküller arasında bir düzenlilik vardır.
- Atomlar titreşim hareketi yaparlar.
- Maddenin en düzenli halidir.
- Taş, tahta, demir gibi sert ve akışkan olmayan maddelerdir

3

TANIMLAR

Sıvı:

- Maddenin sıvı hali, belirli bir şekle sahip değildir.
- Sıvılar akışkan olduklarından bulundukları kabın şeklini alır.
- Sıvı halde atom veya moleküller katılardan daha düzensiz olup tanecikler arası boşluklar katılardan daha fazladır ama sıkıştırılamazlar.
- Su, zeytinyağı gibi akışkan olan maddeler

4

TANIMLAR

Gaz:

- Atom veya moleküllerin arasında boşlukların en çok olduğu haldir.
- Gaz tanecikleri arasında boşluk fazla olduğu için sıkıştırılabilirler.
- Maddenin en düzensiz halidir
- Gaz tanecikleri düzensiz olarak hareket ederler.
 - Bu hareketleri sırasında gaz molekülleri birbiri ile homojen olarak karışabilirler.
- Konuldukları kabı dolduracak şekilde genişlerken kabın şeklini ve hacmini alırlar.
- Oksijen, karbondioksit gibi maddeler

5

TANIMLAR

Plazma:

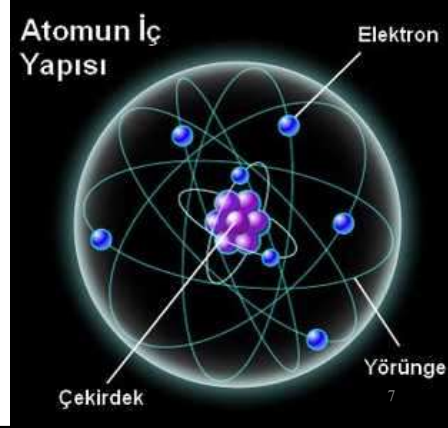
- Gaz halindeki maddeye enerji verilmeye devam edilirse, atomların dış kabuklarındaki elektronlar atomdan ayrılmaya başlar.
- Bu durumda madde, artı ve eksi yüklü parçacıklardan oluşan yüksek enerjili bir gaz haline gelir.
- Artı ve eksi yükler, birbirlerini çekmelerine rağmen, birleşerek nötr bir atom oluşturamazlar çünkü parçacıkların kinetik enerjileri, aralarındaki elektrostatik bağ enerjisinden fazladır.
- Güneş ve diğer yıldızlar (nötron yıldızları hariç) tamamen plazma halindedir.
- Plazma haline uzay boşluğunda da bolca rastlanır.
 - Uzaydaki plazma çok daha soğuk olmasına rağmen, çok seyreklik olduğu için birleşerek nötr atomlar oluşturma ihtimali düşüktür.

6

TANIMLAR

Atom:

- Maddenin en küçük yapı taşlarına atom denir.
- Her atomun kendine özgü pozitif yüklü bir çekirdeği ve bu çekirdeği çevreleyen bir elektron sistemi vardır



TANIMLAR

Atom Ağırlığı:

- Oksijene verilen 16.0000 değerine oranla element atomlarının göreceli skaladaki nispi ağırlıklarıdır.
 - Örnek: Oksijenin atom ağırlığı 16 olduğuna göre kükürdün atom ağırlığı 32 yani iki mislidir.
 - Hidrojenin atom ağırlığı 1.008 olduğundan oksijenin 16' da biri kadar demektir.

TANIMLAR

Elementlerin Periyodik Tablosu

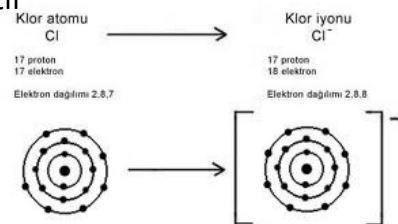
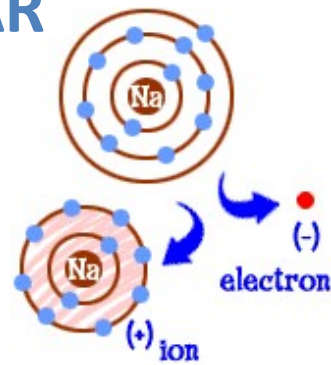
1A	2A	*	3B	4B	5B	6B	7B	8B	8B	8B	1B	2B	3A	4A	5A	6A	7A	8A
1 H 1,0079																		2 He 4,0026
3 Li 6,941	4 Be 9,012												5 B 10,811	6 C 12,011	7 N 14,007	8 O 15,999	9 F 18,998	10 Ne 20,180
11 Na 22,990	12 Mg 24,305												13 Al 26,982	14 Si 28,086	15 P 30,974	16 S 32,066	17 Cl 35,453	18 Ar 39,948
19 K 39,098	20 Ca 40,078		21 Sc 44,956	22 Ti 47,88	23 V 50,942	24 Cr 51,996	25 Mn 54,938	26 Fe 55,845	27 Co 58,933	28 Ni 58,693	29 Cu 63,546	30 Zn 65,39	31 Ga 69,723	32 Ge 72,61	33 As 74,922	34 Se 78,96	35 Br 79,904	36 Kr 83,80
37 Rb 85,467	38 Sr 87,62		39 Y 88,906	40 Zr 91,224	41 Nb 92,906	42 Mo 95,94	43 Tc 98	44 Ru 101,07	45 Rh 102,91	46 Pd 106,42	47 Ag 107,87	48 Cd 112,41	49 In 114,82	50 Sn 118,71	51 Sb 121,76	52 Te 127,60	53 I 126,90	54 Xe 131,29
55 Cs 132,91	56 Ba 137,33		71 Lu 174,97	72 Hf 178,49	73 Ta 180,95	74 W 183,85	75 Re 186,21	76 Os 190,23	77 Ir 192,22	78 Pt 195,08	79 Au 196,97	80 Hg 200,59	81 Tl 204,38	82 Pb 207,2	83 Bi 208,98	84 Po 209	85 At 210	86 Rn 222
87 Fr 223	88 Ra 226		103 Lr 262	104 Rf 261	105 Db 262	106 Sg 266	107 Bh 262	108 Hs 265	109 Mt 266	110 Ds 271	111 Uuu 272	112 Uub 277	113 - -	114 Uuq 289	115 - -	116 Uuh 289		
			57 La 138,91	58 Ce 140,12	59 Pr 140,91	60 Nd 144,24	61 Pm 145	62 Sm 150,36	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,93	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93	68 Er 167,26	69 Tm 168,93	70 Yb 173,04		
			89 Ac 227	90 Th 232,04	91 Pa 231,04	92 U 238,03	93 Np 237	94 Pu 244	95 Am 243	96 Cm 247	97 Bk 247	98 Cf 251	99 Es 252	100 Fm 257	101 Md 258	102 No 259		

9

TANIMLAR

iyon:

- Pozitif veya negatif elektrik ile yüklenmiş bulunan atomlara iyon adı verilir
- Bu durum atomların elektron alma ve verme durumlarına bağlıdır.
 - Elektron veren atomlar pozitif elektrik ile
 - Elektron alan atomlar da negatif elektrik ile yüklenirler.

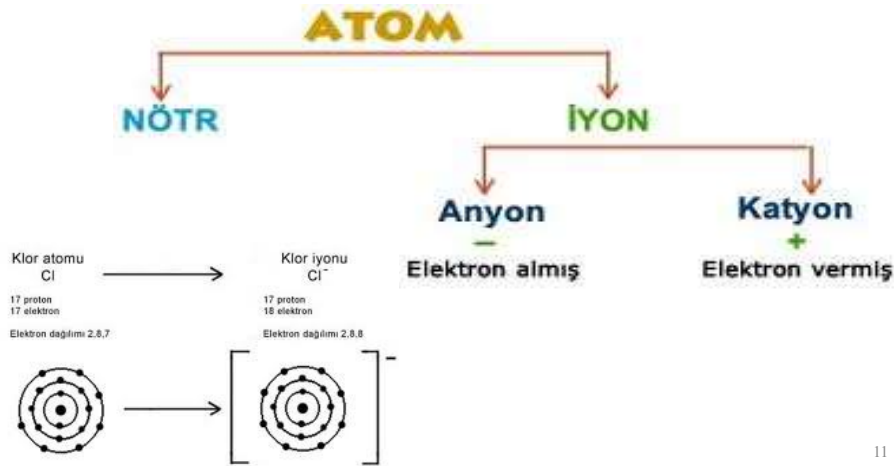


10

TANIMLAR

İyon:

- Pozitif elektrik yüklü iyonlara "**Kasyon**"
- Negatif yüklü iyonlara da "**Anyon**" denir.



TANIMLAR

Sembol:

- Elementler harflerle ve genellikle Latince isimlerinin ilk harfleri ile gösterilir.
 - Bir elementi diğerinden ayırt etmek için verilen simgedir.
- Örneğin
 - Au (aurum), atom ağırlığı 197.0 gram olan altın elementini
 - Fe (ferro), atom ağırlığı 55.8 gram olan demir elementini
 - K (kalium) atom ağırlığı 39.1 gram olan potasyum elementini
 - Po (polonyum) atom ağırlığı 209 gram olan polonyum elementini temsil eder.

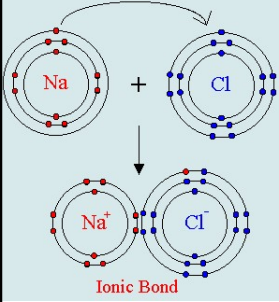
12

TANIMLAR

Bileşik Cisim:

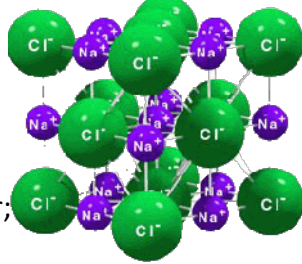
- Farklı elementlerin belirli oranlarda bir araya gelip kendi özelliklerini kaybederek oluşturdukları yeni maddelere bileşik denir.
 - en az iki çeşit element içerirler.
 - elementlerin oranları bellidir.
 - Bu nedenle her bileşiğin bir formülü vardır.
- Bileşikler:
 - içerdikleri elementlerden farklı kimyasal özellikler gösterir.
 - kimyasal değişimler sonucunda farklı bileşiklere ya da elementlerine ayrılabilir.

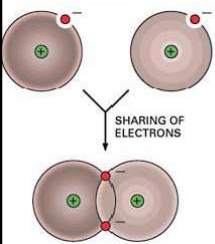
13



TANIMLAR

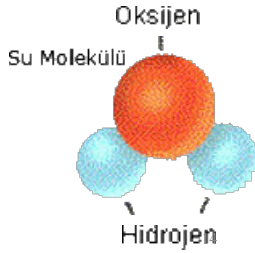
Bileşik Cisim:





TANIMLAR

Bileşik Cisim:



- Atomları arasında:
 - iyonik bağ bulunanlar; iyon yapılı bileşikler,
 - suda iyonlarına ayrılarak çözünürler
 - sulu çözeltileri elektrik akımını iletir
 - kovalent bağ olanlar ise; molekül yapılı bileşikler
 - suda molekül halinde yani parçalanmadan çözünürler
 - sulu çözeltileri elektrik akımını iletmez

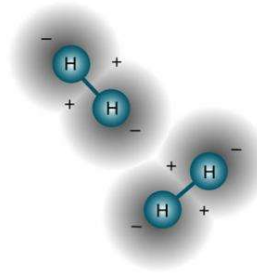
SSKT (Prof.Dr. Ahmet KURUNÇ)

7

TANIMLAR

Molekül:

- Serbest halde bulunan her bir cismin en küçük parçasına molekül denir.
- Bileşik cisimlerin varlığını koruyabilen bu basit yapı taşlarına molekül dendiği gibi elementlerin (basit cisimlerin) de molekülü vardır.
- Örnek: Hidrojen atomuna karşılık H_2 'den ibaret hidrojen molekülü gibi.

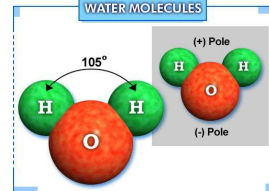


15

TANIMLAR

Polar ve apolar moleküller:

- **Polar Moleküller:** Molekülün bir kısmında elektron fazlalığı nedeniyle kısmi negatif yük, bir kısmında ise elektron noksanlığı nedeniyle kısmi pozitif yük bulunan moleküllere polar molekül denir
 - Su, bir polar moleküldür.
 - Oksijen atomu bölgesi kısmen negatif, hidrojen atomları bölgesi ise kısmen pozitif yük gösterir.
- **Apolar Moleküller:** elektron dağılımı kutuplaşma göstermeyen moleküllere polar olmayan moleküller veya kısaca *apolar moleküller* denir.
 - Örnek: aynı tür atomlardan meydana gelen moleküller
 - H_2 apolar özellik gösterir.

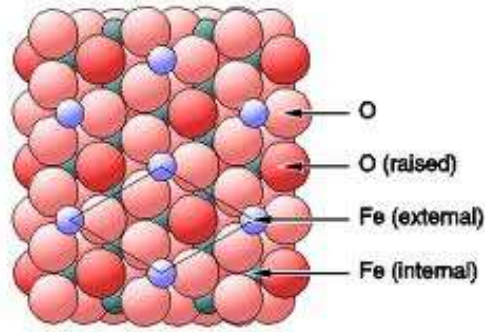


16

TANIMLAR

Formül:

- Bileşiğin her bir elementinin nispi atom sayılarını gösterir.
- Örnek: Fe_3O_4 (magnetit) formülü, 3 atom demir ve 4 atom oksijenin mevcut olduğunu gösterir.

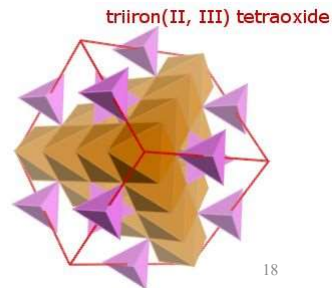


17

TANIMLAR

Formül Ağırlığı:

- Formülü meydana getiren her bir elementin atom ağırlığı ile nispi atom sayıları çarpımlarının toplamına formül ağırlığı denir.
- Örnek olarak Fe_3O_4 ' ün (magnetit) formül ağırlığı $(55.85 \times 3) + (16.00 \times 4) = 231.55$ gram bileşik olarak hesaplanır.

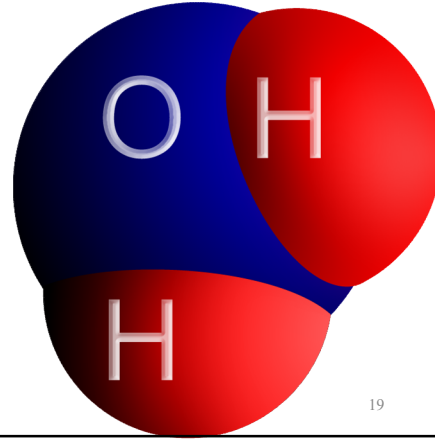


18

TANIMLAR

Birleşme Değeri:

- Bir elementin bir atomunun kaç atom hidrojen ile birleşebildiğini veya kaç atom hidrojenin yerini işgal ettiğini gösterir.
- Örnek:
 - oksijenin birleşme değeri 2' dir.



19

TANIMLAR

Ekivalan Ağırlığı (Eşdeğer Ağırlık):

- Bir element veya bileşiğin, dolaylı veya dolaysız olarak, 1.008 gram hidrojenle veya 8.00 gram oksijenle (veyahut da herhangi bir element veya bileşiğin eşdeğer gramıyla) birleşen veya yer değiştirebilen ağırlıkça miktardır
 - Mesela hidrojen florürde 19 kısım flor bir kısım hidrojenle birleştiğinden, florun eşdeğer ağırlığı 19'dur.
 - Su 16 kısım oksijen ve iki kısım hidrojen birleşmiştir ve oksijenin ekivalan ağırlığı 8'dir.

20

TANIMLAR

Ekivalan Ağırlığı (Eşdeğer Ağırlık):

- Bütün elementlerde atom ağırlığı, eşdeğer ağırlıkla birleşme değerliğin çarpımına eşittir.

$$\text{Ekivalan ağırlığı} = \frac{\text{Atom ağırlığı}}{\text{Birleşme değeri}} \text{ veya } \frac{\text{Molekül ağırlığı}}{\text{Birleşme değeri}}$$

- Birleşme değeri, bir elementin 1 hidrojen atomu ile birleşen veya yer değiştiren atom sayısıdır.
- Bir değerli elementlerde eşdeğer ağırlık (Ekivalan ağırlığı) atom ağırlığına eşittir.
- Bir elementin birçok değerliği, haliyle birden fazla eşdeğer ağırlığı olabilir.

21

TANIMLAR

Ekivalan Ağırlığı (Eşdeğer Ağırlık):

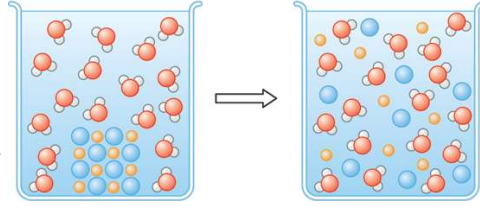
Cisim	Formül	Molekül Ağırlığı	Ekivalan Ağırlığı
Hidrojen	H ₂	2	1
Oksijen	O ₂	32	8
Klorlu Hidrojen Gazı	HCl	36.5	36.5
Sodyum Hidroksit	NaOH	40	40
Alüminyum Klorür	AlCl ₃	133.5	44.5
Fosforik Asit	H ₃ PO ₄	98	32.7
Sülfürik Asit	H ₂ SO ₄	98	49
Nitrik Asit	HNO ₃	63	63

22

TANIMLAR

Çözelti:

- Bir cismin diğer bir cisim içinde tek moleküller halinde dağılarak meydana getirdiği homojen karışıma denir
 - Buna göre çözelti en az iki çeşit cismin homojen bir karışımıdır.
 - Miktar itibarıyla daha fazla olan cisme **çözücü madde**
 - Çözücü madde içinde dağılan cisme **çözünen** veya **çözünmüş madde**



23

TANIMLAR

Sıvı Çözeltiler:

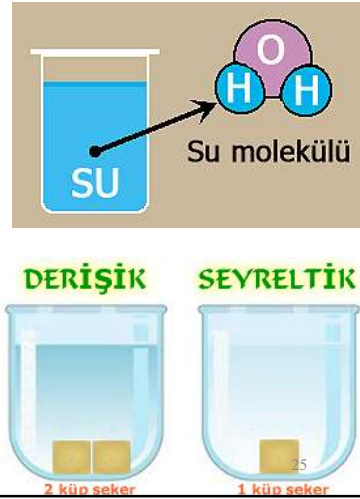
- Sıvı çözeltiler,
 - katının sıvıda,
 - sıvının sıvıda
 - gazın sıvıda çözünmesiyle oluşur.
 - Gazların sudaki çözünürlüğü sıcaklık arttıkça azalır, basınç arttıkça artar.
- Birbirine benzer yapıdaki maddeler (polar) birbiri içinde çözünürler,
 - örneğin alkol suda çözünür,
 - benzen (apolar) çözünmez.

24

TANIMLAR

Çözelti ve Bileşik cisim arasındaki fark:

- Çözelti ve bileşik cisim, arasında kimya bakımından büyük fark vardır.
 - Bileşik cisim sabit oranlar kanununa göre bir kimyasal reaksiyon sonucunda meydana gelir.
 - Çözeltide bulunan çözücü madde ile çözünen madde kimyasal bir reaksiyon meydana getirmez ve bir oran yoktur.
 - Çözelti doymuş hale gelinceye kadar çözücü madde ile çözünen madde arasında pek çok oranlar bulunmaktadır.



TANIMLAR

Çözünürlük:

- Bir maddenin
 - belli bir çözücünün,
 - belirli bir miktarında,
 - belirli basınç ve sıcaklıkta
 çözünebilen en fazla miktarına o maddenin **çözünürlüğü denir.**
- Her maddenin belli bir çözücünde çözünebileceği madde miktarı yani, denge noktası farklıdır.

TANIMLAR

Çözünürlüğe etki eden faktörler:

1. Çözünen maddenin türü

- Genel olarak, bileşiği oluşturan iyonların yarıçapları ne kadar küçük ve iyon yükü ne kadar büyükse bileşik o kadar zor çözünür.
- Bir madde 25 °C'da (oda sıcaklığında) 1 litre çözücünde:
 - 10 gram veya daha fazla çözünüyorsa **çözünen madde**,
 - 1 gramın altında çözünüyorsa **çözünmeyen madde**,
 - bu iki değerin arasında çözünüyorsa **az çözünen madde** olarak tanımlanır

27

TANIMLAR

Çözünürlüğe etki eden faktörler:

2. Çözücünün türü

- Çözücü ve çözünen maddelerin molekülleri birbirine ne kadar çok benzer ise çözünürlük o kadar yüksektir.
 - polar yapıdaki bir madde ancak polar çözücülerde,
 - Apolar bir madde ise ancak apolar çözücülerde çözünür.
- Kısaca *benzer benzeri çözer*.
- Gerek çözücü gerekse çözünen moleküllerinin özellikleri iki uç özellikten ne kadar farklı ise, çözünürlük o ölçüde değişir.
 - Bazı çözücü moleküller polarlık ve apolarlık özelliklerini birlikte gösterebilirler. Örnek: etil alkol

28

TANIMLAR

Çözünürlüğe etki eden faktörler:

3. Sıcaklık

- Sıcaklığın çözünürlüğe etkisini gazlar ve katılar için ayrı ayrı incelemek gerekir.
 - Gazların sıvılardaki çözünürlükleri genellikle sıcaklık arttıkça azalır.
 - Katıların sıvılardaki çözünürlüğü için ise kesin bir şey söylemek mümkün değildir. Bu durum çözünme olayının:
 - ekzotermik (enerji veren)

$$\text{Çözünen} + \text{Su} \rightarrow \text{Doymun çözelti} + \text{Enerji}$$
 - veya endotermik (enerji alan) oluşuna bağlıdır.

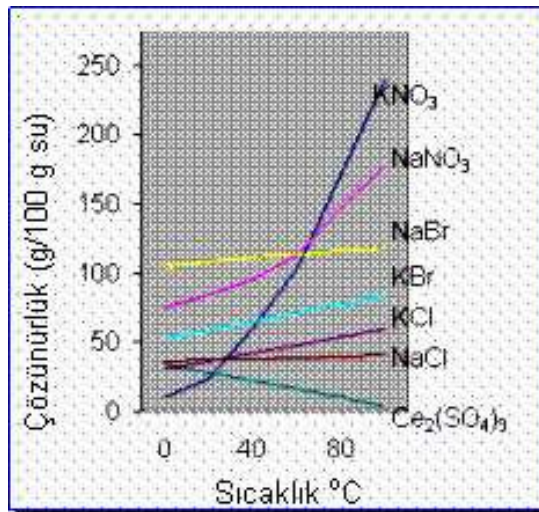
$$\text{Çözünen} + \text{Su} + \text{Enerji} \rightarrow \text{Doymun çözelti}$$

29

TANIMLAR

Çözünürlüğe etki eden faktörler:

3. Sıcaklık



30

TANIMLAR

Çözünürlüğe etki eden faktörler:

4. Basınç

- Basıncın sıvı ve katıların çözünürlüğüne önemli bir etkisi yoktur.
- Bir gazın başka bir gaz içindeki çözünürlüğü de basınca bağlı değildir.
- Ancak gazların sıvılardaki çözünürlükleri basınçtan önemli ölçüde etkilenir.
 - Gazların sıvılardaki çözünürlüğünün basınçla olan değişimi *Henry Yasası* ile ifade edilir.
 - Bu yasaya göre gazların sıvılardaki çözünürlüğü, bu gazın sıvı üzerindeki kısmi basıncı ile doğru orantılıdır.

31

TANIMLAR

Çözünürlüğe etki eden faktörler:

5. Ortak iyon etkisi

- Bir tuzun bileşenlerinden birisi çözeltide bulunuyorsa, o tuzun çözünürlüğü azalır.
 - Örneğin AgCl içeren çözeltide AgNO₃ veya NaCl tuzları saf suda çözündüğünden daha az çözünür.
- Ortak iyon içermediği sürece bir maddenin çözünmüş olması başka bir maddenin çözünmesine engel teşkil etmez
 - Doygun şeker (C₁₂H₂₂O₁₁) çözeltisinde sodyum klorür (NaCl, sofr tuzu) saf suda çözündüğü kadar çözünür.

32

TANIMLAR

Doymamış Çözelti:

- Normal koşullar altında çözebileceği miktardan daha az çözünmüş madde bulunduran çözeltilere *doymamış çözeltiler* denir.



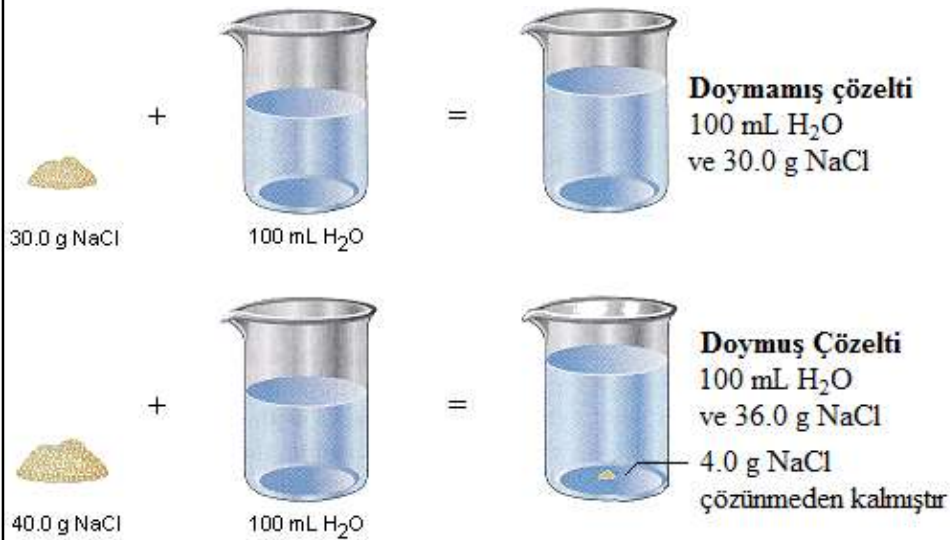
Doymuş Çözelti:

- Çözücü maddenin normal şartlar altında maksimum miktarda çözünmüş madde bulundurmak suretiyle meydana getirdiği çözeltilere denir.

33

TANIMLAR

Doymamış ve Doymuş Çözelti

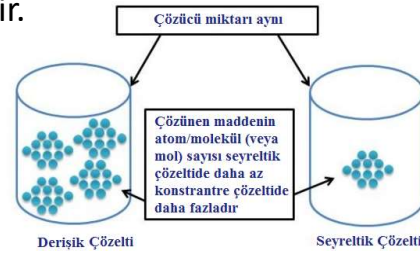


34

TANIMLAR

Derişik Çözelti:

- Birim hacimde çözünen maddenin atom/molekül veya mol sayısı daha fazla olan çözeltiye denir.
- Genel olarak çözeltiler önce derişik hazırlanır, daha sonra istenen derişim elde edilmek üzere çözücü eklenmek suretiyle seyreltilir.



Seyreltik Çözelti:

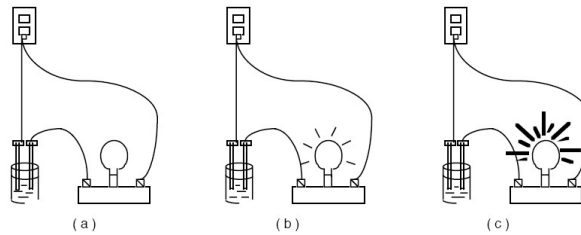
- Birim hacimde çözünen maddenin atom/molekül veya mol sayısı daha az olan çözeltiye denir.

35

TANIMLAR

Elektrolit Çözelti:

- Sulu çözeltilerin elektrik akımını:
 - ileten bileşiklere elektrolit
 - iletmeyen bileşiklere de elektrolit-olmayan bileşikler
- Normal koşullar altında civa hariç tüm saf sıvılar elektrik akımını iletmez (a).
- Buna karşın asit, baz ve tuzların sudaki çözeltileri elektrik akımını iletirler (b –zayıf, c- kuvvetli).



36

TANIMLAR

Konsantrasyon (Derişim):

- Çözeltilerin belli bir kısmındaki çözünen veya çözünmüş madde miktarına o çözeltinin konsantrasyonu denir.
- Konsantrasyonlar çeşitli biçimlerde belirtilebilmektedir.
 - Genellikle ağırlık ve hacim esaslarına göre ifade edilirler.
- En çok kullanılanlar:
 - yüzde (%),
 - Ağırlıkça yüzde (w/w)
 - Hacimce yüzde (v/v)
 - Hacimde ağırlıkça yüzde (w/v)
 - milyonda bir kısım (ppm),
 - molarite (M),
 - normalite (N)

37

TANIMLAR

Yüzde (%) Konsantrasyon:

- 100 g veya 100 mL' lik çözelti içerisinde çözünen maddenin gram veya hacim olarak miktarını gösterir.
 - Çözeltilerin konsantrasyonunun ifadesinde yaygın olarak kullanılır
 - Örneğin %5' lik NaCl çözeltisi, 100 mL son hacimde 5 gram NaCl bulunduğunu
 - %10'luk bir alkol çözeltisi, 100 mL içinde 10 mL alkol bulunduğunu ifade etmektedir



$$\% \text{ Konsantrasyon} = \frac{\text{Çözünen miktar (veya hacim)}}{\text{Çözelti miktarı (veya hacmi)}} \times 100^{38}$$

TANIMLAR

Ağırlıkça Yüzde (w/w) Konsantrasyon:

- Ağırlıkça yüz birim çözeltide bulunan çözünenin ağırlıkça kesridir.
- w gram çözünen ve w gram çözeltide bulunduğunda % (w/w) aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$\%(w/w) = \frac{w_{\text{çözünen}} (g)}{w_{\text{çözünen}} (g) + w_{\text{çözücü}} (g)} \times 100 = \frac{w_{\text{çözünen}} (g)}{w_{\text{çözelti}} (g)} \times 100$$

39

TANIMLAR

ÖRNEK: Ağırlıkça Yüzde (w/w) Konsantrasyon

- Yoğunluğu (d) 1.0 g/mL olan 250 mL'lik KCl çözeltisinin ağırlıkça yüzde konsantrasyonunun (w/w) 10 olması istendiğine göre bu çözelti nasıl hazırlanır?

– Yoğunluk 1.0 g/mL ise çözelti ağırlığı hacmine eşittir.

- 250 mL x 1g/mL = 250 g
- Ağırlıkça % konsantrasyon = 10
- Çözünen madde miktarı = x
- Çözelti (çözücü + çözünen) miktarı = 250 g



$$10 = \frac{x}{250} \times 100 \Rightarrow x = 25 \text{ g}$$

– O halde bu çözeltinin hazırlanmasında 25 gr KCl alınır, az miktarda suda çözülerek hacim 250 mL'ye tamamlanır.

40

TANIMLAR

ÖRNEK: Ağırlıkça Yüzde (w/w) Konsantrasyon

- Bir çözelti 2000 g su ve 0.011 g sülfürik asit içerdiğine göre çözelti konsantrasyonu % olarak hesaplayınız

- Çözünen madde miktarı = 0.011 g

- Çözücü madde miktarı = 2000 g

$$\%(w/w) = \frac{0.011}{0.011 + 2000} \times 100 = \%0.00055$$

41

TANIMLAR

Hacimce Yüzde (v/v) Konsantrasyon:

- Hacimce yüz birim çözeltide bulunan çözünenin hacimce kesridir.
- v mL çözünen ve v mL çözeltide bulunduğunda % (v/v) aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$\%(v/v) = \frac{v_{\text{çözünen}} (mL)}{v_{\text{çözünen}} (mL) + v_{\text{çözücü}} (mL)} \times 100 = \frac{v_{\text{çözünen}} (mL)}{v_{\text{çözelti}} (mL)} \times 100$$

42

TANIMLAR

ÖRNEK: Hacimce Yüzde (v/v) Konsantrasyon

- 250 mL %20 lik (v/v) sulu etil alkol çözeltisi nasıl hazırlanır?

- Hacimce % konsantrasyon = 20
- Çözünen madde miktarı = x
- Çözelti (çözücü + çözünen) miktarı = 250 mL

$$20 = \frac{x}{250} \times 100 \Rightarrow x = 50 \text{ mL} \quad \text{çözünen}$$

- O halde bu çözeltinin hazırlanmasında 50 mL etil alkol alınır ve hacim su ile 250 mL'ye tamamlanır.

43

TANIMLAR

ÖRNEK: Hacimce Yüzde (v/v) Konsantrasyon

- Bir çözelti 2000 mL su ve 0.011 mL sülfürik asit içerdiğine göre çözelti konsantrasyonu % olarak hesaplayınız

- Çözünen madde miktarı = 0.011 mL
- Çözücü madde miktarı = 2000 mL

$$\%(v/v) = \frac{0.011}{0.011 + 2000} \times 100 = \%0.00055$$

44

TANIMLAR

Hacimde Ağırlıkça Yüzde (w/v) Konsantrasyon:

- Hacimce yüz birim çözeltilde bulunan çözünenin ağırlıkça kesridir.
- w gram çözünen v mL çözeltilde bulunduğunda % (w/v) aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$\%(w/v) = \frac{w_{\text{çözünen}} (g)}{v_{\text{çözelti}} (mL)} \times 100$$

45

TANIMLAR

ÖRNEK: Hacimde Ağırlıkça Yüzde (w/v) Konsantrasyon:

- 500 ml % 50 (w/v) NaOH çözeltisi hazırlamak için kaç gram NaOH gerekir?

- Hacimde ağırlıkça % konsantrasyon = 50
- Çözünen madde miktarı = x
- Çözelti (çözücü + çözünen) miktarı = 500 mL

$$50 = \frac{x}{500} \times 100 \Rightarrow x = 250 \text{ g çözünen}$$

- O halde bu çözeltinin hazırlanmasında 250 g NaOH alınır, az miktarda suda çözülerek hacim su ile 500 mL'ye tamamlanır.

46

TANIMLAR

Milyonda Bir Kısım (ppm) Konsantrasyon:

- Bir milyon kısım çözelti içerisinde çözünmüş bir kısım madde miktarını gösterir.
 - İngilizce "part per million" kelimelerinin ilk harfleri (ppm)
 - Laboratuvar çalışmalarında geniş ölçüde kullanılır
- Metrik sistemde litrede miligram (mg/L) değerine eşdeğerdir
 - Örneğin litrede 25 mg kalsiyum bulunduran bir çözeltinin konsantrasyonu 25 ppm
 - Çünkü, normal koşullar altında 1 litre suyun ağırlığı 1.000.000 mg
 - Bunun içerisinde bulunan 25 mg kalsiyumun konsantrasyonu 25 ppm olmaktadır.

47

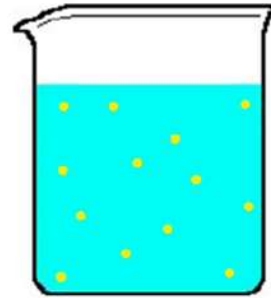
TANIMLAR

Milyonda Bir Kısım (ppm) Konsantrasyon:

- ppm veya mg/L için formüller:

$$ppm = \frac{w_{\text{çözünen}} (g)}{w_{\text{çözelti}} (g)} \times 1000000$$

$$mg / L = \frac{w_{\text{çözünen}} (mg)}{v_{\text{çözelti}} (L)}$$



- Derişik çözeltilerden seyreltik çözeltilerin hazırlanmasında kullanılan formül:

$$ppm_1 \times v_1 = ppm_2 \times v_2$$

48

TANIMLAR

ÖRNEK: ppm Konsantrasyonu:

- 2000 g suya 11 mg sülfürik asit eklenirse çözeltinin sülfürik asit konsantrasyonun kaç ppm olur?
- Çözünen madde miktarı = 11 mg
- Çözücü miktarı = 2000 g

$$11 \text{ mg} \times \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} = 0.011 \text{ g}$$

$$\frac{0.011 \text{ g}}{2000 \text{ g} + 0.011 \text{ g}} \times \frac{1000000 \text{ ppm}}{1} = 5.5 \text{ ppm}$$

49

TANIMLAR

ÖRNEK: mg/L Konsantrasyonu:

- 2 L çözelti elde etmek için 1 mg tuz kullanıldığına göre çözeltinin tuz konsantrasyonu kaç mg/L dir?
- Çözünen madde miktarı = 1 mg
- Çözelti (çözücü + çözünen) miktarı = 2 L

$$\frac{1 \text{ mg}}{2 \text{ L}} = 0.5 \text{ mg} / \text{L} = 0.5 \text{ ppm}$$

50

TANIMLAR

ÖRNEK: ppm Konsantrasyonu:

- 10 ppm K içeren 500 mL çözelti hazırlamak için 250 ppm lik K çözeltisinden mL olarak alınacak miktar?

- Derişik çözelti = 250 ppm K
- Seyreltik çözelti = 10 ppm lik 500 mL

$$ppm_1 \times v_1 = ppm_2 \times v_2 \Rightarrow$$

$$250(ppm) \times v_1 = 10(ppm) \times 500(mL) \Rightarrow$$

$$v_1 = 20 \text{ mL}$$

- Sonuçta 250 ppm lik K çözeltisinden 20 mL alınarak, son hacim 500 mL olacak şekilde saf suyla tamamlanır.

51

TANIMLAR

Molarite (M) Konsantrasyonu:

- Bir litre çözelti içerisinde çözünen maddenin mol sayısına molarite denir.
- M ile ifade edilir
- Litresinde 1 mol gram çözünen madde bulunduran çözeltiye molar çözelti denir.
- Örneğin litresinde:
 - 0.1 mol gram çözünen madde bulunduran çözeltiye 0.1 molar;
 - 8 mol gram madde bulunduran çözeltiye de 8 molar çözelti

52

TANIMLAR

Molarite (M) Konsantrasyonu:

- molarite için formüller:

$$M = \frac{\text{Maddenin mol sayısı}}{v_{\text{çözeltili}} (L)}$$

$$M = \frac{w_{\text{çözünen}} (g) / \text{molekül ağırlığı} (g / mol)}{v_{\text{çözeltili}} (L)}$$

$$\text{Maddenin mol sayısı} = \text{Molarite} (M) \times v_{\text{çözeltili}} (L)$$

$$w_{\text{çözünen}} (g) = \text{Molarite} (M) \times v_{\text{çözeltili}} (L) \times \text{molekül ağırlığı} (g / mol)$$



53

TANIMLAR

ÖRNEK: Molarite (M) Konsantrasyonu:

- 2 g sodyum hidroksit (NaOH) çözelti miktarı 500 mL olacak şekilde su içerisinde çözülüyor. Çözeltinin molaritesi nedir?
 - Na=23 g, O=16 g, H=1 g
 - Molekül ağırlığı (NaOH) = 23 + 16 + 1 = 40 g/mol
 - Çözünen madde miktarı = 2 g
 - Çözelti (çözücü + çözünen) miktarı = 500 mL = 0.5 L

$$M = \frac{w_{\text{çözünen}} (g) / \text{molekül ağırlığı} (g / mol)}{v_{\text{çözeltili}} (L)} = \frac{2(g) / 40(g / mol)}{0.5(L)} = 0.1$$

54

TANIMLAR

ÖRNEK: Molarite (M) Konsantrasyonu:

- 0.125 molarlık 0.75 litre şeker ($C_{12}H_{22}O_{11}$) çözeltisi elde etmek için suda kaç gr şeker eritmeniz gerekir?

- Molarite = 0.125
- Çözelti (çözücü + çözünen) miktarı = 0.75 L
- C=12 g, H=1 g, O=16 g
- Molekül ağırlığı ($C_{12}H_{22}O_{11}$)

Element	Atom sayısı	Atom Ağırlığı (g)	Mol ağırlığı (g/mol)
Karbon	12	12.0	144.0
Hidrojen	22	1.0	22.0
Oksijen	11	16.0	176.0
Toplam			342.0

$$W_{\text{çözünen } (C_{12}H_{22}O_{11})} (g) = \text{Molarite } (M) \times v_{\text{çözelti}} (L) \times \text{molekül ağırlığı } (g / mol)$$

$$W_{\text{çözünen } (C_{12}H_{22}O_{11})} (g) = 0.125 \times 0.75 \times 342 (g / mol)$$

$$W_{\text{çözünen } (C_{12}H_{22}O_{11})} (g) = 32.0625 \text{ g}$$

55

TANIMLAR

Normalite (N) Konsantrasyonu:

- Bir litre çözeltide çözünen maddenin ekivalan sayısına (eşdeğer ağırlığına) o çözeltinin normalitesi denir.
- Litresinde bir ekivalan gram madde bulunduran çözeltilere normal çözeltiler denir.
- Örneğin, litresinde:
 - 0.1 ekivalan gram çözünen madde bulunduran çözeltiye 0.1 normal
 - 5 ekivalan gram madde bulunduran çözeltiye de 5 normal çözelti
- Bazı bileşiklerde mol ağırlığı ile ekivalan ağırlık birbirine eşittir.
- Böyle hallerde molar çözelti ile normal çözelti arasında fark yoktur.

56

TANIMLAR

Normalite (N) Konsantrasyonu:

- normalite için formüller:

$$N = \frac{\text{Maddenin eşdeğer sayısı}}{v_{\text{çözeltili}} (L)}$$

$$N = \frac{w_{\text{çözünen}} (g) / \text{eşdeğer ağırlığı} (g / eq)}{v_{\text{çözeltili}} (L)}$$

$$\text{Maddenin eşdeğer sayısı} = \text{Normalite} (N) \times v_{\text{çözeltili}} (L)$$

$$w_{\text{çözünen}} (g) = \text{Normalite} (N) \times v_{\text{çözeltili}} (L) \times \text{eşdeğer ağırlığı} (g / eq)$$



57

TANIMLAR

ÖRNEK: Normalite (M) Konsantrasyonu:

- 18.5 g Ca(OH)_2 ile 250 mL çözelti hazırlanıyor.
Çözeltinin normalitesi nedir?

- Madde miktarı = 18.5 g
- Ca=40 g, O=16 g, H=1 g
- Molekül ağırlığı (C(OH)_2) = 74 g/mol
- Eşdeğer ağırlık = molekül ağırlığı / birleşme değeri = 74 / 2 = 37 g/eq
- Çözelti (çözücü + çözünen) miktarı = 250 mL = 0.25 L

Element	Atom sayısı	Atom Ağırlığı (g)	Mol ağırlığı (g/mol)
Kalsiyum	1	40.0	40.0
Oksijen	2	16.0	32.0
Hidrojen	2	1.0	2.0
Toplam			74.0

$$N = \frac{w_{\text{çözünen}} (g) / \text{eşdeğer ağırlığı} (g / eq)}{v_{\text{çözeltili}} (L)} = \frac{18.5(g) / 37(g / eq)}{0.25} = 2$$

58

TANIMLAR

ÖRNEK: Normalite (M) Konsantrasyonu:

- 2 N 400 cm³ FeCl₃ çözeltisi hazırlamak için kaç gr FeCl₃ gerekir?

- Normalite = 2
- Fe=56 g, Cl=35.5 g
- Molekül ağırlığı (FeCl₃) = 162.5 g/mol
- Eşdeğer ağırlık =molekül ağırlığı/birleşme değeri = 162.5/3 = 54.17g/eq
- Çözelti (çözücü + çözünen) miktarı = 400 cm³ = 400 mL =0.4 L

Element	Atom sayısı	Atom Ağırlığı (g)	Mol ağırlığı (g/mol)
Demir	1	56.0	56.0
Klor	3	35.5	106.5
Toplam			162.5

$$w_{\text{çözünen}} (g) = \text{Normalite } (N) \times v_{\text{çözelti}} (L) \times \text{eşdeğer ağırlığı } (g / eq)$$

$$w_{\text{çözünen}} (g) = 2 \times 0.4 \times 54.17$$

$$w_{\text{çözünen}} (g) = 43.336 \text{ g}$$

59

ÖRNEK SINAV SORUSU

1. Konsantrasyonlarla ilgili aşağıdaki verilen problemleri çözünüz(20 puan)

Formüller		
$\%(w / w) = \frac{w_{\text{çözünen}} (g)}{w_{\text{çözelti}} (g)} \times 100$	$\%(v / v) = \frac{v_{\text{çözünen}} (mL)}{v_{\text{çözelti}} (mL)} \times 100$	$\%(w / v) = \frac{w_{\text{çözünen}} (g)}{v_{\text{çözelti}} (mL)} \times 100$
$ppm = \frac{w_{\text{çözünen}} (g)}{w_{\text{çözelti}} (g)} \times 1000000$	$mg / L = \frac{w_{\text{çözünen}} (mg)}{v_{\text{çözelti}} (L)}$	$ppm_1 \times v_1 = ppm_2 \times v_2$
$M = \frac{\text{Maddenin mol sayısı}}{v_{\text{çözelti}} (L)}$	$\text{Maddenin mol sayısı} = \frac{w_{\text{çözünen}} (g)}{\text{molekül ağırlığı } (g / mol)}$	
$N = \frac{w_{\text{çözünen}} (g) / \text{eşdeğer ağırlığı } (g / eq)}{v_{\text{çözelti}} (L)}$	$\text{Maddenin eşdeğer ağırlığı} = \frac{w_{\text{çözünen}} (g)}{\text{eşdeğer ağırlığı } (g / eq)}$	

60

ÖRNEK SINAV SORUSU

1. Konsantrasyonlarla ilgili aşağıdaki verilen problemleri çözünüz(20 puan)

a) Yoğunluğu (d) 1.0 g/mL olan su ile 250 ml ağırlıkça %10'luk (w/w) KCl çözeltisi nasıl hazırlanır?

$$10 = \frac{x}{250} \times 100 \Rightarrow x = 25 \text{ g}$$

b) Bir çözelti 2000 mL su ve 0.011 mL sülfürik asit içerdiğine göre çözelti konsantrasyonu hacimce % olarak hesaplayınız

$$\%(v/v) = \frac{0.011}{0.011 + 2000} \times 100 = \%0.00055$$

c) 10 ppm K içeren 500 mL çözelti hazırlamak için 250 ppm lik K çözeltisinden ml olarak alınacak miktar?

$$ppm_1 \times v_1 = ppm_2 \times v_2 \Rightarrow 250(ppm) \times v_1 = 10(ppm) \times 500(mL) \Rightarrow v_1 = 20 \text{ mL}$$

61

ÖRNEK SINAV SORUSU

1. Konsantrasyonlarla ilgili aşağıdaki verilen problemleri çözünüz(20 puan)

d) 2 g sodyum hidroksit (NaOH, molekül ağırlığı 40 g/mol) çözelti miktarı 500 mL olacak şekilde su içerisinde çözülüyor. Çözeltinin molaritesi nedir?

$$M = \frac{w_{\text{çözünen}}(g) / \text{molekül ağırlığı}(g/mol)}{v_{\text{çözelti}}(L)} = \frac{2(g) / 40(g/mol)}{0.5(L)} = 0.1$$

e) 18.5 g Ca(OH)₂ (eşdeğer ağırlığı = 37 g/eq) ile 250 mL çözelti hazırlanıyor. Çözeltinin normalitesi nedir?

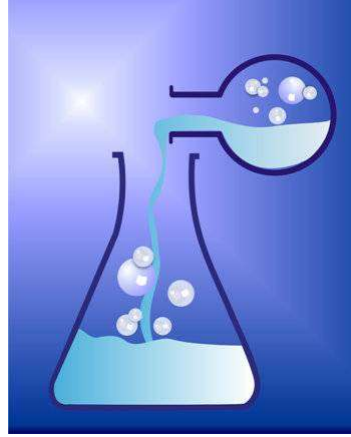
$$N = \frac{w_{\text{çözünen}}(g) / \text{eşdeğer ağırlığı}(g/eq)}{v_{\text{çözelti}}(L)} = \frac{18.5(g) / 37(g/eq)}{0.25} = 2$$

62

TANIMLAR

Standart Çözeltiler:

- Konsantrasyonları kesin olarak bilinen çözeltilere "Standart Çözeltiler" denir.
- Analizlerin yapılmasında özellikle nötralizasyon titrasyonlarında kuvvetli asit ve baz çözeltileri standart çözelti olarak kullanılır.



63

TANIMLAR

Tampon Çözeltiler:

- Asit ve bazlık değişmelerine karşı koyabilen çözeltilere Tampon Çözeltiler denir.
- Bu çözeltilere uygun miktarda asit veya baz ilave edilmesi durumunda bunların pH değerleri sabit kalır veya çok az değişir.
- Bu nedenle sabit pH' lı çözeltilerin hazırlanmasında bunlardan oldukça yararlanılır.

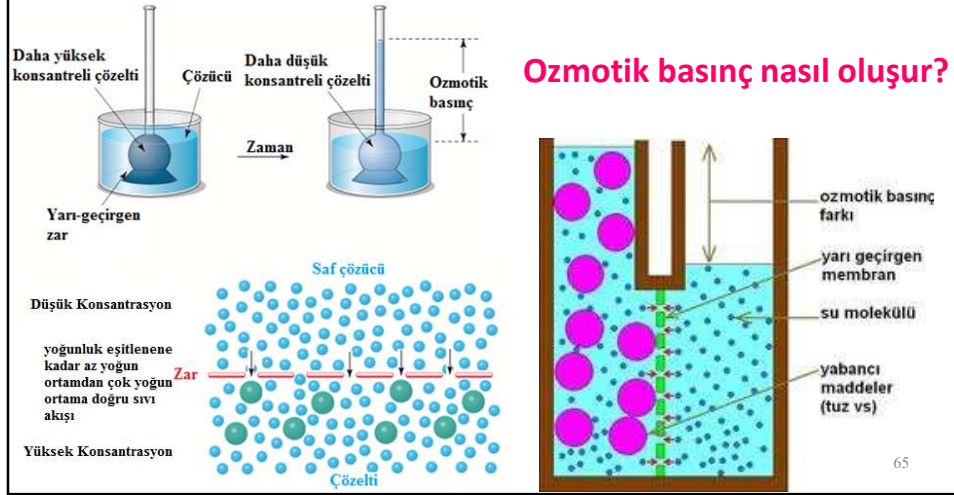


64

TANIMLAR

Ozmotik Basınç:

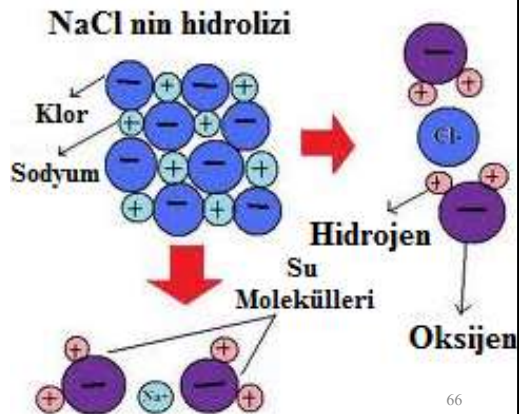
- Çözünen madde taneciklerinin çözelti içinde yaptıkları basınca ozmotik basınç denir.



TANIMLAR

Hidroliz:

- Suda çözünen bir tuzun anyon veya katyonunun suya etkisi ile sulu ortamda hidroksil iyonlarının meydana gelmesi olayına hidroliz denir.
- Kısacası bir molekülün su etkisiyle ikiye ayrılmasını sağlayan tepkime



TANIMLAR

Kolloidal çözeltiler:

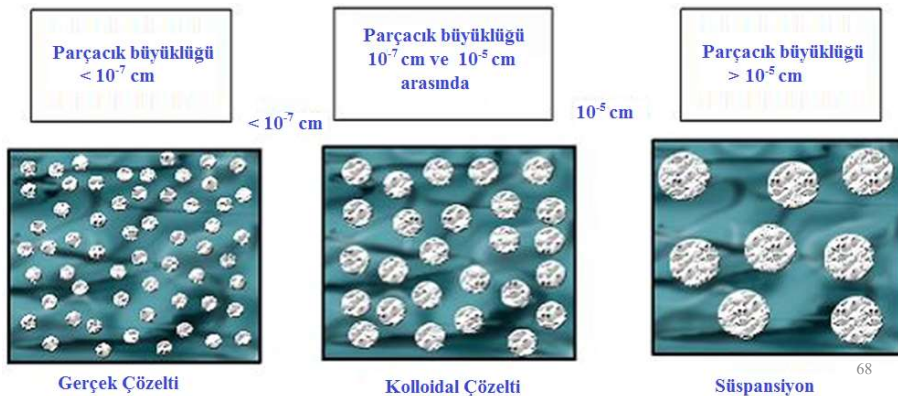
- Kolloidal büyüklükteki taneciklerin (parçacık büyüklüğü 10^{-7} ve 10^{-5} cm arasında) bir faz içinde homojen olarak dağılması ile meydana gelen dispers sistemlere kolloidal çözelti denir.
- Dispers sistemler, biri iç faz diğeri de dış faz olmak üzere başlıca iki fazdan oluşurlar.
- Maddelerin üç halde bulunabilmeleri ve bunların ikiyeşerli birleşmelerinden dokuz ayrı dispers sistem oluşabilirse de gaz-gaz sisteminin hariç tutulmasıyla 8 tip dispers sistem meydana gelebilir.
- Bunlardan en önemlileri katı-sıvı dispers sistemi olup özellikle katı kolloidal taneciklerin su fazı içinde dağılmasından oluşur.
- Kolloidal çözelti olarak isimlendirilen bu dispers sistemde su, dış fazı ve dağılan tanecikler ise iç fazı teşkil eder.

67

TANIMLAR

Süspansiyon:

- Su içinde katı maddelerin erimeden yüzer bir halde bulunmasına süspansiyon denir.
- Süspansiyonlarda sıvı faz içerisinde dağılmış taneciklerin çapları genellikle 10^{-5} cm'den daha büyüktür.



68

TANIMLAR

Emülsiyon:

- Birbiri içerisinde çözünemeyen iki sıvının karışımına emülsiyon denir.
- Örneğin:
 - su içinde bulunan yağ zerrecikleri



69

TANIMLAR

Çökme ve Çökelek:

- İki çözelti birbiri ile karıştırılınca katı bir madde meydana gelip sıvı fazdan ayrılması olayına **çökme** denir.
- Meydana gelen ve çöken maddeye **çökelek** adı verilir.
- Yapılan işleme de **çöktürme** denir.
- Bir tuzun meydana gelmesi ve çökmesi olayı ile bir tuzun çözünmesi olayı birbirinin zıttı iki olaydır

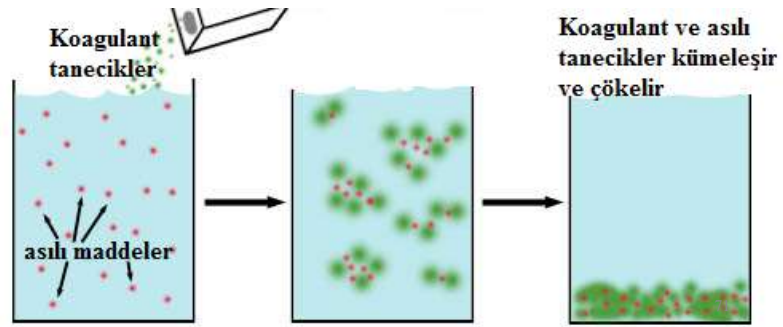


70

TANIMLAR

Koagülasyon:

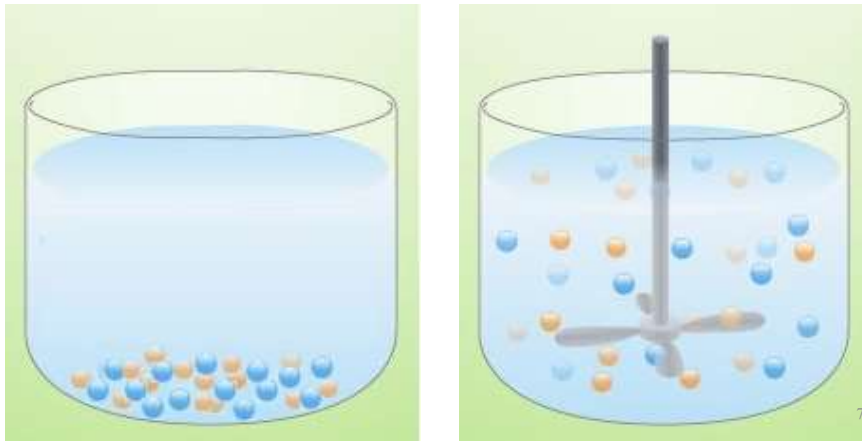
- Kolloid çözeltilerinde kolloidal taneciklerin çözücü fazından ayrılması olayına koagülasyon veya flokülasyon denir.
- Diğer bir deyimle kolloidal tanelerin kümelenmeleri demektir.



TANIMLAR

Dispersiyon:

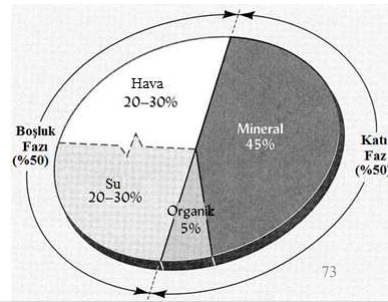
- Koagüle hale gelmiş kolloidal çözeltilerde kümelerin ayrılarak kolloidal taneler haline geçmesi yani dağılması olayına denir.



TANIMLAR

Toprak

- kayaların ve organik maddelerin değişik çaptaki ayrışma ürünlerinden meydana gelen, içinde geniş bir canlılar alemi barındıran, bitkilere durak ve besin kaynağı vazifesi gören bir maddedir
- **İki fazdan oluşur**
 - **Katı faz (%50)** (mineral madde, organik madde)
 - **Boşluk fazı (%50)** (toprak suyu, toprak havası)



TANIMLAR

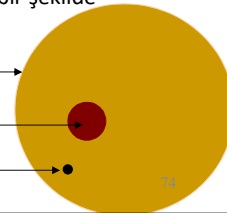
Toprak Katı Fazı

- **Mineral (İnorganik) Maddeler (%45)**
 - Kayalardan başlayarak çakıl, taş, kum, silt ve kil taneleri
 - Kimyasal yapı ve büyüklük açısından farklılık gösterirler.
 - Kum, silt ve kil = toprak inorganik maddesi
 - Toprak tanelerinin büyüklük dağılımları
 - Kum (0.05 – 2 mm): gözle görülebilir iriliktir ve toprağa pürüzlük etkisi kazandırır.
 - Silt (0.002 – 0.05 mm): toprağa pudra veya kuru un gibi pürüzlük verir.
 - Kil (<0.002 mm): en küçük toprak parçacıklarıdır. Gözle görülmezler. Nemli iken yapışkan ve plastiklidir. Kuru iken sert ve birbirine sıkı bir şekilde bağlanırlar.

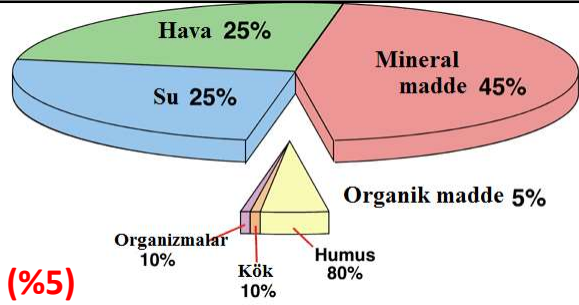
Kum : 0.05 – 2 mm

Silt : 0.002 – 0.05 mm

Kil : < 0.002 mm



TANIMLAR



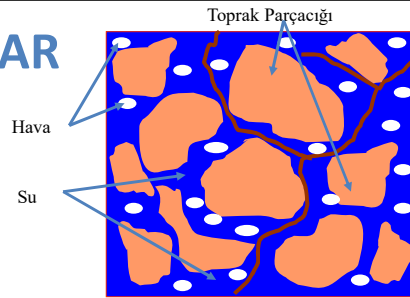
Katı Faz

• Organik Maddeler (%5)

- Toprakta yaşayan organizmalarla birlikte bitki ve hayvan artıklarının toprakta birikmesi ile oluşur.
 - Toprağa henüz düşmüş yaprak, kök ve çeşitli bitki artıkları ile bunlardan ayrılmış ve ayrışma aşamasındaki her türlü madde
 - Toprakta yaşayan mikroorganizmalar toprağa düşen bütün organik atıkları parçalar ve ayrıştırarak organik madde sağlar.
- Genel olarak humus, bitki kökleri ve toprak organizmalarını içerir
- Humus: Bitkilerin yetişmesi açısından büyük önem taşıyan, topraktaki ayrışma sonucu oluşan koyu renkte madde

75

TANIMLAR



Boşluk Fazı

- Katı taneler arasındaki değişik irilikteki boşluklar hava ve su ile doldurulmuştur
- Topraktaki gözeneklerin miktar ve büyüklükleri, toprakların katı parçacıklarının fiziksel niteliklerine bağlı olarak değişir.
- Bu gözeneklerin geometrisi, topraktaki su ve hava kapasitelerini belirler.
- Doğal koşullar altında, toprak sistemindeki iri gözenekler içerisinde hava, daha küçük gözenekler içerisinde ise su tutulur.

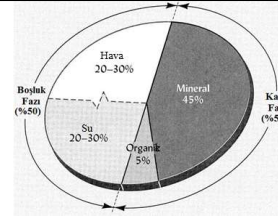
76

TANIMLAR

Boşluk Fazı

• Toprak suyu (%20-30)

- Yağış, yüzey akış, sulama ve sızıntı sularından kaynaklanan toprak suyunun çözünmüş madde içeriği, kaynağı oluşturan sudan daha yüksektir
- Toprağa giren suyun bir kısmı
 - yerçekimine bağlı olarak derine sızma,
 - yüzeyden buharlaşma veya bitkilerin tüketimi ile uzaklaşırken
- Diğer bir kısmı belli büyüklüklerdeki gözenekler içerisinde değişik kuvvetlerle tutulur.
- Doğal koşullarda toprakta yerçekimine karşı tutulan suyun
 - bir kısmı bitkiler tarafından kolayca alınmasına izin verecek şekilde
 - diğer kısmı bitkilerin su emme gücünden daha yüksek kuvvetlerle tutulur.



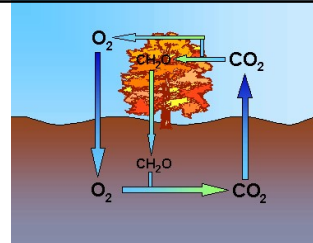
77

TANIMLAR

Boşluk Fazı

• Toprak havası (%20-30)

- Toprağın gaz fazını oluşturan toprak havasının kökeni atmosfer havasıdır.
- Fakat, toprak ve atmosfer havası arasındaki gaz değişimi kapasitesine ve topraktaki biyolojik aktiviteye bağlı olarak,
 - toprak havasının oksijen içeriği atmosfer havasından daha düşük,
 - karbondioksit içeriği ise daha yüksektir.
 - asıl bileşen olan azotun oranı ise toprak ve atmosfer arasında fazla farklılık göstermez.
- Toprak havasında fazlaca bulunan karbondioksit, su ile birleşince karbonik asit oluşur.
 - çözücü bir etkiye sahip olup bitkilerin gereksinimi olan bitki besin maddelerini yararlı formlara çevirir

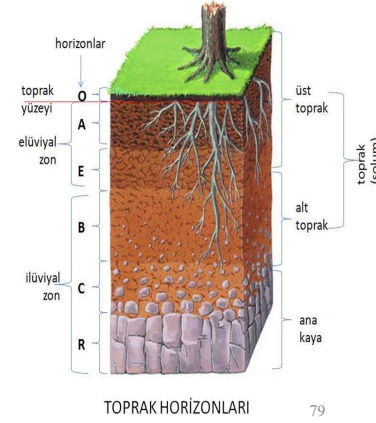


78

TANIMLAR

Toprak Profili ve Horizon

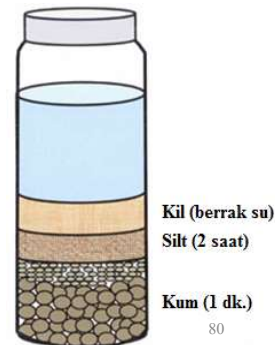
- Toprağın dikey olarak kesiti incelendiğinde bir takım tabakalar görülür. Buna toprak profili denir.
- Bu tabakaların her birine horizon adı verilir.
 - Toprak horizonu genellikle toprak yüzeyine paralel olup toprağı oluşturan işlemlerin kazandırdığı özelliklere sahip toprak katıdır.



TANIMLAR

Toprak Bünyesi (Tekstürü):

- Bir toprak parçası içindeki mineral maddelerin esas unsurunu teşkil eden kum, silt ve kilin belli oranlardaki karışımına toprak bünyesi denir.
 - Kısaca toprak taneciklerinin karışım oranıdır.
- Toprak bünyesi
 - toprağın su ve besin maddesi tutma kapasitesini belirler
 - toprağın işlenebilmesi, ısı, havalanması ve toprak içindeki suyun hareket hızını etkiler
 - Bu da toprağın hava ve su geçirgenliğini etkiler

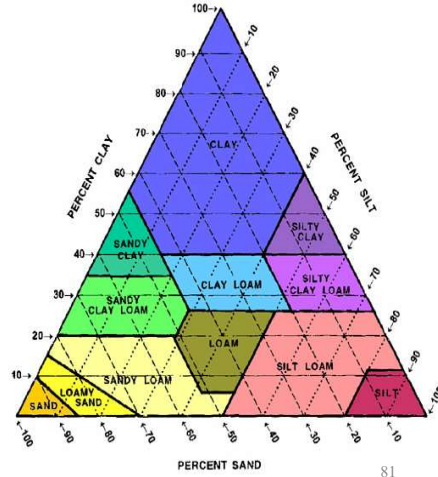


TANIMLAR

Toprak Bünyesi (Tekstürü):

- Toprağı oluşturan kum, silt ve kil taneciklerinin yüzde bulunma değerlerine göre farklı toprak bünyeleri meydana gelmektedir
 - Temel bünye sınıfları:

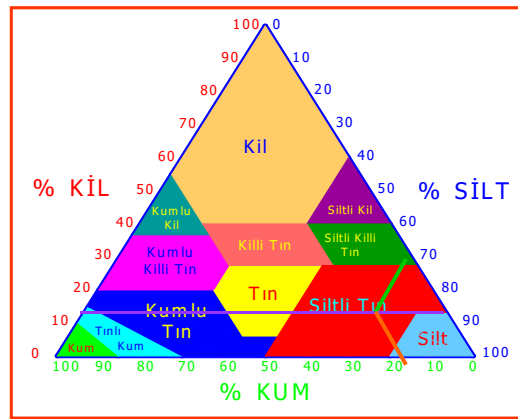
Bünye:	Ağır	Orta	Hafif
Kum (S)			X
Tınlı Kum (LS)			X
Kumlu Tın (SL)			X
Tın (L)			X
Siltli Tın (SiL)		X	
Silt (Si)		X	
Kumlu Killi Tın (SCL)		X	
Killi Tın (CL)		X	
Siltli Killi Tın (SiCL)		X	
Kumlu Kil (SC)	X		
Siltli Kil (SiC)	X		
Kil (C)	X		



81

TANIMLAR

Toprak Bünye Üçgeni



Kil : % 15

Silt : % 70

Kum : % 15

Bünye:

Siltli
Tın

Toprak Bünye Sınıflarının Belirlenmesinde Kullanılan Üçgen

TANIMLAR

Toprak Bünyesi (Tekstürü):

- Topraklar genel olarak bünyelerine göre üç gruba ayrılır:

Ağır bünyeli topraklar (killi):

- Su ve besin maddesi tutma kapasitesi fazladır.
- Suyun toprak içindeki hareketi yavaş, havalanmaları azdır.
- Su ve rüzgar erozyonuna dayanıklıdır.
- Tohum yatağı hazırlamak zordur.

Orta bünyeli topraklar (tınlı):

- Bu topraklar ağır bünyelilerle hafif bünyeli topraklar arasında yer alır.
- Su, besin maddesi tutma kapasiteleri, havalanmaları ve işlenmeleri kum ve kilin karışım yüzdelere göre değişkenlik gösterir.

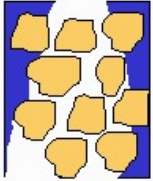
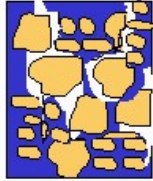
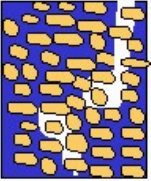
Hafif bünyeli topraklar (kumlu):

- Hafif bünyeli topraklar gevşektir ve kolayca dağılır.
- Su ve besin maddesi tutma kapasiteleri düşüktür.
- Gevşek olduklarından su ve rüzgar erozyonuna müsaittir.

83

TANIMLAR

Toprak Bünyesi (Tekstürü):

Toprak Bünyesi :	Kum	Silt	Kil
Boyutları (mm) :	0.05 - 2	0.002 - 0.05	< 0.002
			
Boşluklar:			
Makro	+++	++	+
Orta büyüklükte	++	++	++
Mikro	+	++	+++
Perkolasyon			
Yıkanma			

84

TANIMLAR

Tarımsal Açıdan Hafif ve Ağır Bünyeli Toprakların Bazı Fiziksel Özellikleri

Toprak Özelliği	Ağır Toprak	Hafif Toprak
Su Tutma Kapasitesi	Yüksek	Düşük
Suya karşı geçirgenlik	Düşük	Yüksek
Havalanma	Zayıf	İyi
Toprak işleme durumu	Güç	Kolay
Verimlilik düzeyi	Yüksek	Düşük
Organik madde içeriği	Yüksek	Düşük

85

TANIMLAR

Toprak Yapısı (Strüktürü):

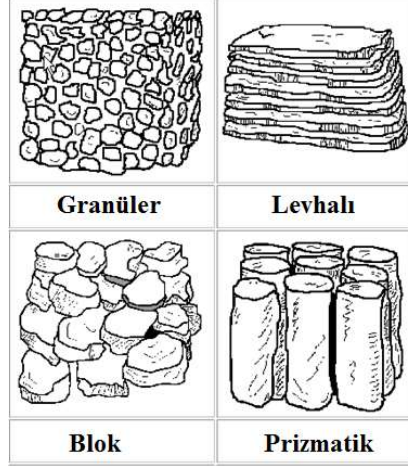
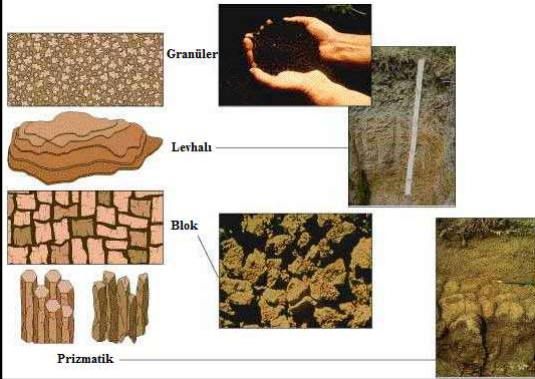
- Toprak taneciklerinin tertip ve tanzim şekline “*toprak yapısı*” denilmektedir.
 - Bu tanımdaki toprak tanecikleri terimi primer ve sekonder taneciklerini kapsamaktadır.
 - Toprak yapısının bir parçası olan primer tanecikler kum, silt ve kil gibi fraksiyonlardır.
 - Sekonder tanecikler ise bu fraksiyonların kümeleşmesi sonucunda oluşan agregatlarıdır.
 - Buna göre bir toprağın yapısı deyice bu primer ve sekonder taneciklerin belirli desenler halinde bulunma şekli akla gelmektedir.

86

TANIMLAR

Topraklarda başlıca yapı tipleri:

- granüler yapı
- levhali yapı,
- blok yapı
- prizmatik yapı,



87

TANIMLAR

Toprakların Fiziksel Özellikleri:

- Tarımsal üretimde kullanılan tarım arazilerinde bulunabilecek farklı bünyeli toprakların:
 - bazı özelliklerinin ortalama değerleri
 - karşılaşılabilecek normal değerleri hakkında sadece genel bir fikir vermek amacı ile bir cetvel meydana getirilmiş
 - toprak fiziksel özelliklerinin ortalama değerler yanında bünye sınıflarında karşılaşılabilecek normal değerler parantez içerisinde verilmiştir

88

TANIMLAR

Toprakların Fiziksel Özellikleri

Toprak Bünyesi	İnfiltrasyon (I) (cm/saat)	Porozite (N) (%)	Hacim Ağırlığı (A_s)	Tarla Kap. (TK) (%)	Devamlı Solma Yüzdesi (DSY) (%)	Toplam Kullanılabilir Rutubet		
						Kuru Ağırlık Yüzdesi $P_w = TK - DSY$	Hacim Yüzdesi $P_v = P_w \cdot A_s$	Derinlik olarak (cm/m) $d = (P_w/100)A_s \cdot D$
Kumlu	5 (2.5-25)	38 (32-42)	1.65 (1.55-1.80)	6 (6-12)	4 (2-6)	5 (4-6)	8 (6-10)	8 (7-10)
Kumlu-Tın	2.5 (1.3-7.6)	43 (40-47)	1.50 (1.40-1.60)	14 (10-18)	6 (4-8)	8 (6-10)	12 (9-15)	12 (9-15)
Tın	1.3 (0.8-2.0)	47 (43-49)	1.4 (1.35-1.50)	22 (18-26)	10 (8-12)	12 (10-14)	17 (14-20)	17 (14-19)
Killi-Tın	0.8 (0.25-1.5)	49 (47-51)	1.35 (1.30-1.40)	27 (23-31)	13 (11-15)	14 (12-16)	19 (16-22)	19 (17-22)
Siltli-Tın	0.25 (0.3-0.5)	51 (49-53)	1.30 (1.30-1.40)	31 (27-35)	15 (13-17)	16 (14-18)	21 (18-23)	23 (20-25)
Killi	0.05 (0.01-0.1)	53 (51-55)	1.25 (1.20-1.30)	35 (31-39)	17 (15-19)	18 (16-20)	23 (20-25)	23 (20-25)

- TK = Tarla Kapasitesi; DSY = Devamlı Solma Yüzdesi; P_w = Kuru Ağırlık Yüzdesi; A_s = Toprak Hacim Ağırlığı; D = Toprak derinliği (m)
- *Not:* Toprak fiziksel özelliklerinde karşılaşılabilecek normal değerler parantez içerisinde verilmiştir.
- (I) İnfiltrasyon değerleri: Toprak yapısı ve yapısal stabilitesine bağlı olarak parantez içerisinde gösterilen normal değerlerden oldukça farklı olabilir.

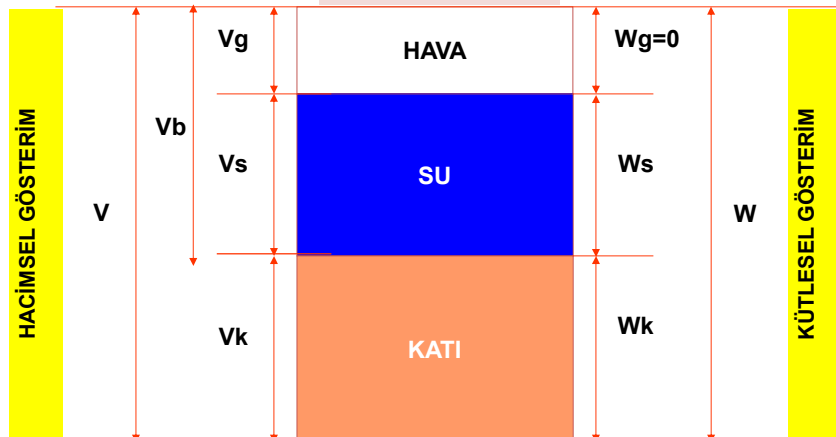
89

TANIMLAR



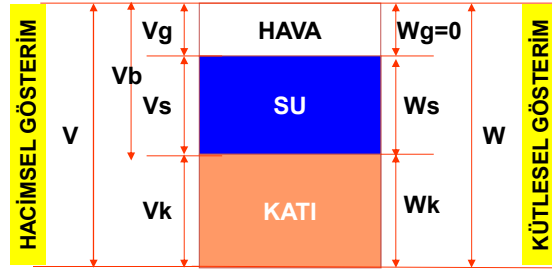
0 50 100 150

Toprak fazları



90

TANIMLAR



Toprakların

- **Özgül Ağırlıkları** : $G_s = W_k / V_k$
- **Hacim Ağırlıkları** : $\gamma_t = W / V$
- **Porozite** : $n = 100 (V_b / V)$
- **Gözenek Oranı** : $e = 100 (V_b / V_k)$
- **Doyma Derecesi** : $S = 100 (V_s / V_b)$

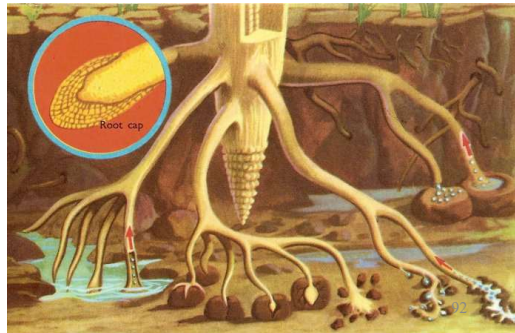
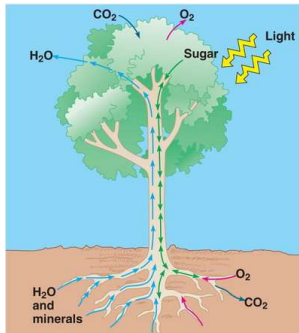


91

TANIMLAR

Absorpsiyon:

- İki veya daha çok cismin birbiri içine nüfuz ederek çözeltilerde olduğu gibi homojen bir karışım meydana gelmesi olayı
- Yani bir maddenin diğer bir madde içerisine alınması olayıdır.
- Örneğin:
 - toprak kütlesi içerisine sulama suyunun alınması,
 - gaz, su ve besin maddelerinin bitkiler tarafından alınması



TANIMLAR

Adsorpsiyon:

- Adsorpsiyon olayı yüzey kuvvetlerinin etkisine dayanır.
 - Bu nedenle bir cismin adsorpsiyon kabiliyeti kendi yüzeyinin büyüklüğü ile orantılıdır.
- Özellikle molekül kümelerinden ibaret olan kolloidler, büyük yüzeyleri nedeniyle adsorpsiyon özelliğine sahiptirler.



TANIMLAR

Adsorpsiyon:

- Toprak kolloidlerinin bitki beslenmesi bakımından önemleri çok fazladır.
- Çünkü bunlar sahip oldukları adsorpsiyon kabiliyeti dolayısıyla bitki için önemli olan besin maddelerini kendi yüzeylerinde toplarlar ve saklarlar.
- Toprak tanelerinin yüzeyleri üzerinde değişebilir anyon ve katyonları tutma özellikleri bunların bitki beslenmesindeki rolünü ortaya çıkarır.

TOPRAK NEMİ - BİTKİ

- Bitkiler normal gelişmelerini sürdürebilmeleri için, kökleri aracılığıyla topraktan devamlı olarak su alırlar.
 - Alınan suyun büyük bir bölümü yapraklardan terleme yoluyla atmosfere verilir,
 - bir bölümü bitki dokularında su olarak kalır ve bir bölümü de parçalanarak bitkide çeşitli bileşiklerin yapımında kullanılır.
 - Bitki dokularında kalan ve bileşiklerin yapımında kullanılan su miktarı, terleme yoluyla atmosfere verilen su miktarı yanında göz önüne alınmayacak kadar azdır.
- Bitki köklerinden üst organlara taşınan suyun temel işlevlerinden biri,
 - suda erimiş halde bulunan besin maddelerinin bitkide kullanıldıkları yere iletilmesini sağlamaktır.

95

TOPRAK NEMİ - BİTKİ

- Toprakta bitki kök bölgesinde yeterli düzeyde nemin bulunup bulunmaması, bitki gelişmesini diğer etmenlere göre daha fazla etkilemektedir.
 - Kök bölgesinde gereğinden az nem bulunursa,
 - hücrelerin bölünmesi, çoğalması ve bazı yaşamsal olaylar olumsuz yönde etkilenmekte, terleme miktarını karşılayacak düzeyde su alınmaması durumunda bitki ölmektedir.
 - Kök bölgesinde gereğinden fazla suyun bulunması da gelişmeyi olumsuz yönde etkilemektedir.
 - topraktaki besin maddelerini bitkilerin alabileceği şekilde parçalayan mikroorganizmaların faaliyetleri azalmakta, bitki köklerinin solunumu ve gelişmesi yavaşlamakta, ayrıca besin maddelerinin alımını engelleyen ve zehir etkisi gösteren maddeler oluşmaktadır.
- Başka bir deyişle topraktaki hava-nem dengesinin bozulması, bitki gelişmesini engellemektedir.

96

TOPRAK NEMİ İFADE ŞEKİLLERİ

- Toprak neminin ölçülmesi ve miktar olarak ifade edilmesi,
 - sulama zamanı ve
 - her sulamada uygulanacak sulama suyu miktarının belirlenmesi açısından önemlidir.
- Sulama yönünden toprak nemi dört değişik biçimde ifade edilebilmektedir.
 - 1) Kuru Ağırlık Yüzdesi Cinsinden
 - 2) Hacim Yüzdesi Cinsinden
 - 3) Derinlik Cinsinden
 - 4) Toprak Rutubet Gerilimi (Tansiyon) Cinsinden

97

TOPRAK NEMİ İFADE ŞEKİLLERİ

Kuru Ağırlık Yüzdesi Cinsinden

- Toprakta bulunan nem miktarı, toprağın kuru ağırlığının yüzdesi cinsinden ifade edilmektedir.

$$P_w = 100 (W_s / W_k) = 100 (W - W_k) / W_k$$

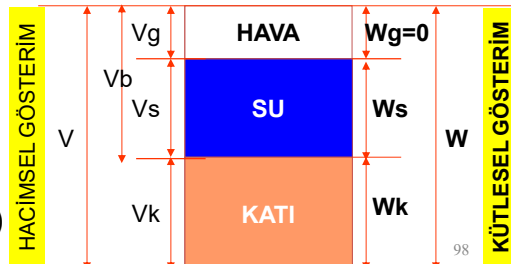
Eşitlikte;

P_w : toprağın kuru ağırlığının yüzdesi cinsinden nem miktarı (%)

W_s : toprak örneğindeki sıvı kısmın ağırlığı, (g)

W : toprak örneğinin yaş ağırlığı (g)

W_k : toprak örneğinin kuru ağırlığı, (g)



TOPRAK NEMİ İFADE ŞEKİLLERİ

Hacim Yüzdesi Cinsinden

- Toprakta bulunan nem miktarı, hacim göz önüne alınarak yüzde olarak ifade edilmektedir.

$$P_v = 100 (V_s / V) = P_w (\gamma_t / \gamma_w) = P_w \cdot \gamma_t$$

Eşitlikte;

P_v : toprak hacminin yüzdesi cinsinden nem miktarı (%)

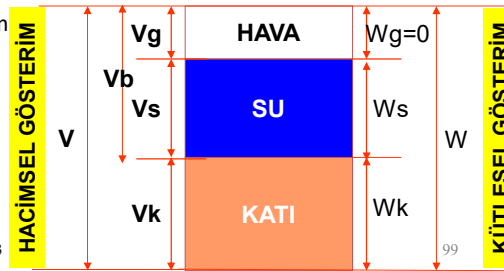
V_s : toprak örneğindeki sıvı hacmi (cm^3)

V : toprak örneğinin toplam hacmi (cm^3)

P_w : toprağın kuru ağırlığının yüzdesi cinsinden nem miktarı (%)

γ_t : toprak örneğinin hacim ağırlığı (g/cm^3)

γ_w : suyun hacim ağırlığı (g/cm^3) = 1 g/cm^3



TOPRAK NEMİ İFADE ŞEKİLLERİ

Derinlik Cinsinden

- Toprak nemi belirli toprak derinliği için derinlik cinsinden ifade edilmektedir.

$$d = P_v \cdot D / 100 = P_w \cdot \gamma_t \cdot D / 100$$

Eşitlikte;

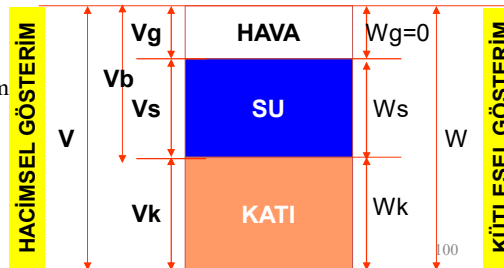
d : toprakta derinlik cinsinden nem miktarı (mm)

P_v : toprak hacminin yüzdesi cinsinden nem miktarı (%)

P_w : toprağın kuru ağırlığının yüzdesi cinsinden nem miktarı (%)

γ_t : toprak örneğinin hacim ağırlığı (g/cm^3)

D : toprak derinliği (mm)



TOPRAK NEMİ İFADE ŞEKİLLERİ

Toprak Rutubet Gerilimi (Tansiyon) Cinsinden

- Toprak rutubet gerilimi, toprak neminin toprak taneleri tarafından tutulma gücüdür.
 - toprak suyunda erimiş halde bulunan tuzların neden olduğu osmotik basınç ihmal edilirse
- Toprak nemi azaldıkça, suyun toprak taneleri tarafından tutulma gücü artmaktadır.
- Bu nedenle,
 - suyun tutulma gücü negatif olarak ifade edilmektedir.

101

TOPRAK NEMİ İFADE ŞEKİLLERİ

Toprak Rutubet Gerilimi (Tansiyon) Cinsinden

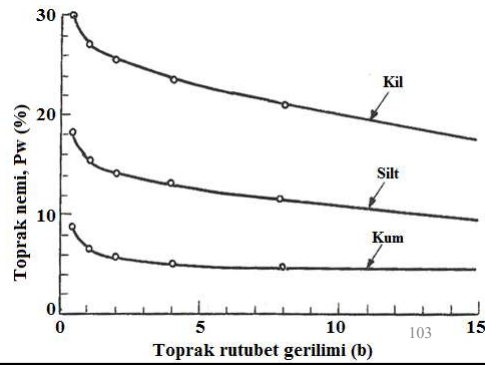
- Negatif basınç yerine genellikle tansiyon deyimi kullanıldığından, toprak rutubet tansiyonu denildiğinde
 - toprak tanelerinin suyu kendi yüzeyleri etrafında tutma gücü anlaşılmaktadır
- Toprak rutubet tansiyonunun birimi genellikle:
 - cm su sütunu (cmss) yada kısaca cm,
 - kg/cm^2 ,
 - atmosfer (atm)
 - bar (b) cinsinden ifade edilmektedir.
($1\text{kg/cm}^2 = 10\text{ mb}$)

102

TOPRAK NEMİ İFADE ŞEKİLLERİ

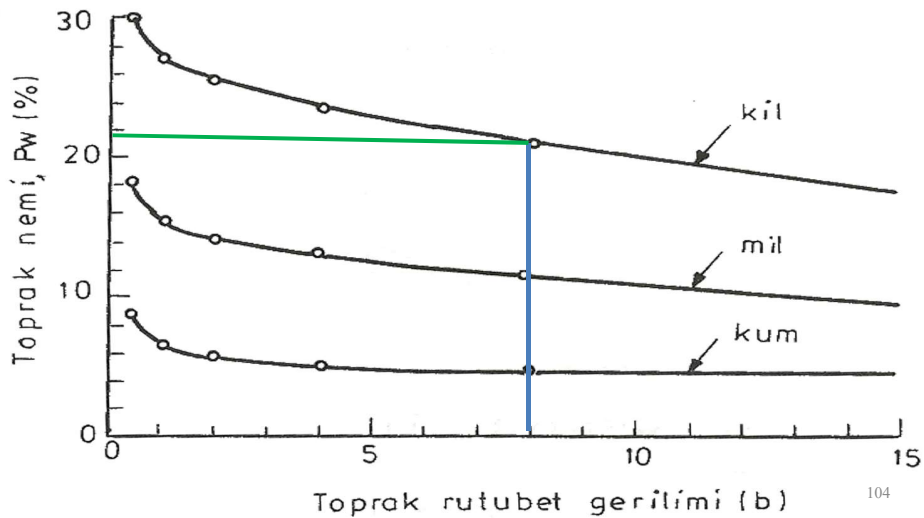
Toprak Rutubet Gerilimi (Tansiyon) Cinsinden

- Toprakta bulunan farklı nem miktarları ve bu nem miktarlarına karşılık gelen toprak rutubet gerilimi değerleri bir dik koordinat sisteminde işaretlenirse, toprak nemi karakteristik eğrileri elde edilir.
 - Bu eğrilerden yararlanarak, toprak rutubet geriliminin bilinmesi koşuluyla, nem miktarı bulunabilir.



TOPRAK NEMİ İFADE ŞEKİLLERİ

Toprak Rutubet Gerilimi (Tansiyon) Cinsinden



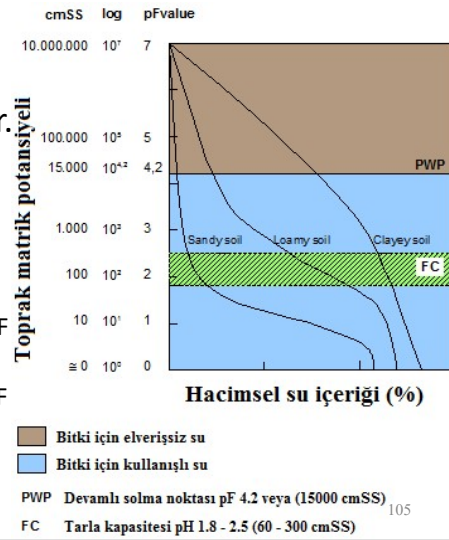
TOPRAK NEMİ İFADE ŞEKİLLERİ

Toprak Rutubet Gerilimi (Tansiyon) Cinsinden

- × Bazı durumlarda toprak rutubet tansiyonu pF cinsinden de ifade edilmektedir.

+ Bunun için, cm cinsinden belirtilen toprak rutubet tansiyonunun logaritması alınmaktadır. Örneğin :

- × 1 cm toprak rutubet tansiyonunun pF değeri, $\log 1 = 0$
- × 100 cm toprak rutubet tansiyonunun pF değeri, $\log 100 = 2$



TOPRAK NEMİ İFADE ŞEKİLLERİ

Özetle:

× Kuru ağırlık yüzdesi cinsinden ifade (%)

$$P_w = 100 (W_s / W_k) = 100 (W - W_k) / W_k$$

× Hacim yüzdesi cinsinden ifade (%)

$$P_v = 100 (V_s / V) = P_w (\gamma_t / \gamma_w) = P_w \cdot \gamma_t$$

× Derinlik cinsinden ifade (mm)

$$d = P_v \cdot D / 100 = P_w \cdot \gamma_t \cdot D / 100$$

× Toprak rutubet gerilimi (tansiyon) cinsinden ifade (atm, b, kg/cm², cm, pF)

SULAMAYLA İLGİLİ TOPRAK NEM SABİTELERİ

- Sulama yönünden önemli toprak nemi sabiteleri;

- doyma noktası (DN) veya saturasyon,

- DN – TK arasındaki su sızan su (drenaj suyu)

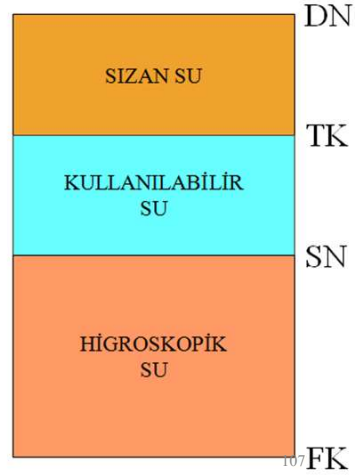
- tarla kapasitesi (TK),

- TK – SN arasındaki su kullanılabilir su

- solma noktası (SN)

- SN – FK arasındaki su higroskopik su

- fırın kuru (FK)



SULAMAYLA İLGİLİ TOPRAK NEM SABİTELERİ

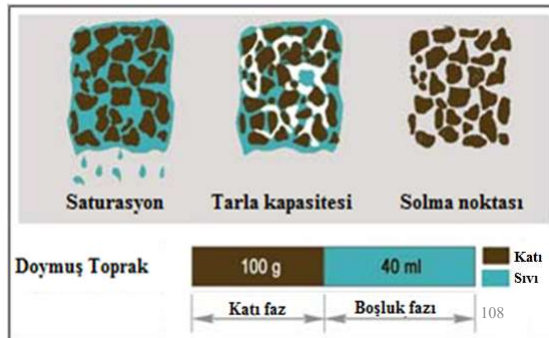
Doyma Noktası (Saturasyon):

- Teorik olarak, toprak gözeneklerinin tamamen su ile dolu olduğu koşulda toprakta bulunan nem miktarına doyma noktası denir.

- Doyma noktasında toprak rutubet gerilimi 0 atm dir.

- + Ancak, uygulamada gözeneklerdeki hava tamamen suyla dolmayabilir

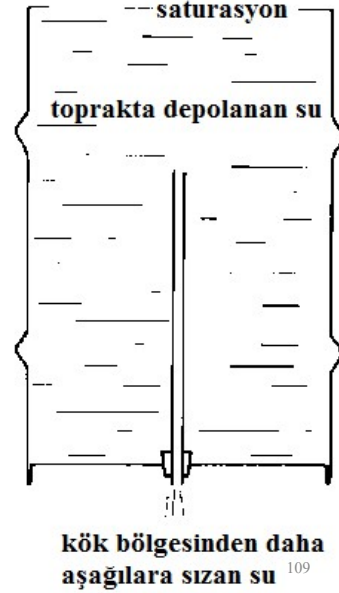
- + Saturasyon durumunda, genellikle gözenek hacminin %85-90 ı su ile doludur



SULAMAYLA İLGİLİ TOPRAK NEM SABİTELERİ

Doyma Noktası (Saturasyon):

- Tarla kapasitesi adı verilen değere kadar su tamamen yerçekimi kuvvetlerinin etkisi altındadır.
- Çünkü tarla kapasitesinden fazla olan rutubet yerçekimi etkisiyle drene olur



SULAMAYLA İLGİLİ TOPRAK NEM SABİTELERİ

Doyma Noktası (Saturasyon):

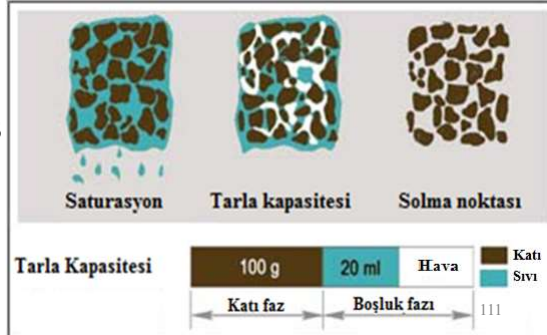
- Laboratuvarda kurutulmuş ve 2 mm elekten geçirilmiş toprak örneği saturasyon kaplarına konarak üzerine saf su ilave edilerek su ile doymuş hale getirilir. Buna “saturasyon macunu” denir.
- Bir gece, kapların üzeri örtülü olarak bekletilir.
- Saturasyon macunu normal kıvamında ise bu anda toprağın kapsamındaki suyun kuru ağırlık olarak yüzde değeri saptanarak elde edilir.
- Bu değer, toprak bünyesinin bir fonksiyonudur.
 - kumlu topraklarda %38,
 - tınlı topraklarda %47
 - killi topraklarda %55 civarında

110

SULAMAYLA İLGİLİ TOPRAK NEM SABİTELERİ

Tarla Kapasitesi:

- Serbest drenaj koşullarında, toprak tanelerinin yerçekimine karşı tuttuğu nem miktarıdır
 - Uygulamada, tarla kapasitesindeki toprak rutubet tansiyonunun ortalama $1/3$ atm olduğu yaklaşımları yapılmaktadır.
- + Başka bir deyişle tarla kapasitesi, toprak rutubet tansiyonu $1/3$ atm olduğunda toprakta tutulan nem miktarı biçiminde tanımlanır.



SULAMAYLA İLGİLİ TOPRAK NEM SABİTELERİ

Tarla Kapasitesi:

- Toprağın bünyesine, yapısına, toprak tanelerinin şekline ve gözeneklerin durumuna göre farklılık gösterir.
 - Ağır bünyeli topraklarda yüksek,
 - hafif bünyeli topraklarda ise düşük değerdedir.
- Tarla kapasitesi toprak rutubet tansiyonu $1/10 - 2/3$ atm arasında değişmektedir. Bu değer:
 - hafif bünyeli topraklarda $1/10$,
 - ağır bünyeli topraklarda $2/3$ atm
 - Ortalama değer $1/3$ atm

112

SULAMAYLA İLGİLİ TOPRAK NEM SABİTELERİ

Tarla Kapasitesi:

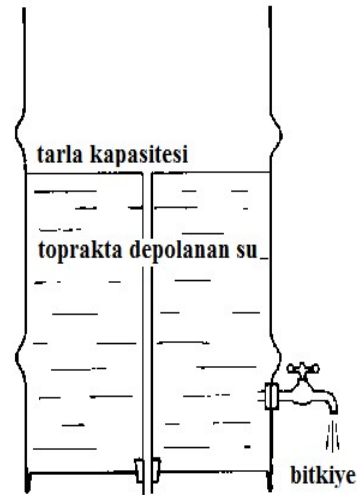
- Laboratuvarda 1/3 atmosfer basınç aleti ile tarla kapasitesi değerleri tayin edilir.
- Bitkiler için kullanılabilir suyun başlangıç noktasıdır.
- Tarla kapasitesi değeri, toprak bünyesinin bir fonksiyonudur.
 - kumlu topraklarda %6,
 - tınlı topraklarda %22
 - killi topraklarda %35 civarında

113

SULAMAYLA İLGİLİ TOPRAK NEM SABİTELERİ

Tarla Kapasitesi:

- Yerçekimi nedeniyle meydana gelen drenaj durmuştur
- Bitkiler için kullanılabilir suyun başlangıç noktasıdır.
- Topraktan su, buharlaşma ve/veya bitki alımı ile azalmaya başlar.
- Eğer tarla kapasitesindeki toprağa su eklenirse, serbest drenaj koşullarında fazla olan bu miktar yerçekiminin etkisi ile yine kök bölgesinin altına sızar.



kök bölgesinden daha aşağılara sızma durmuştur¹⁴

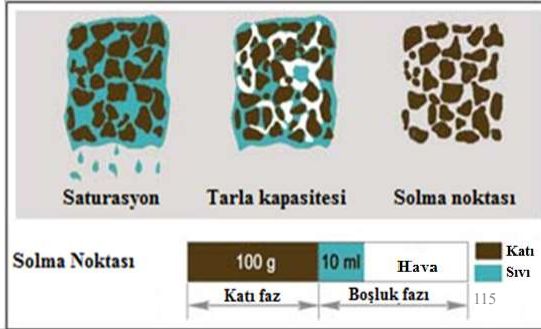
SULAMAYLA İLGİLİ TOPRAK NEM SABİTELERİ

Devamlı Solma Noktası:

- Bitkilerin kökleri aracılığıyla topraktan su alamadıkları ve solmaya başladıkları, toprağa su verilse bile eski durumuna dönemedikleri koşulda topraktaki nem miktarıdır

- Uygulamada, solma noktasındaki toprak rutubet tansiyonunun ortalama 15 atm olduğu yaklaşımları yapılmaktadır.

- + Başka bir deyişle solma noktası, toprak rutubet tansiyonu 15 atm olduğunda toprakta tutulan nem miktarı biçiminde tanımlanır.



SULAMAYLA İLGİLİ TOPRAK NEM SABİTELERİ

Devamlı Solma noktası:

- Toprak neminin tutulması esas olarak adsorpsiyon yoluyla olup bu ise toprak yapısından ve gözeneklerin durumundan ziyade toprak materyalinin özgül yüzey alanının büyüklüğüne göre farklılık gösterir.
 - ağır bünyeli topraklarda yüksek,
 - hafif bünyeli topraklarda ise düşük değerdedir.
- Solma noktasında toprak rutubet tansiyonu 7 - 40 atm arasında değişmektedir. Bu değer:
 - hafif bünyeli topraklarda 7 ,
 - ağır bünyeli topraklarda 40 atm
 - Ortalama değer 15 atm

116

SULAMAYLA İLGİLİ TOPRAK NEM SABİTELERİ

Devamlı Solma Noktası:

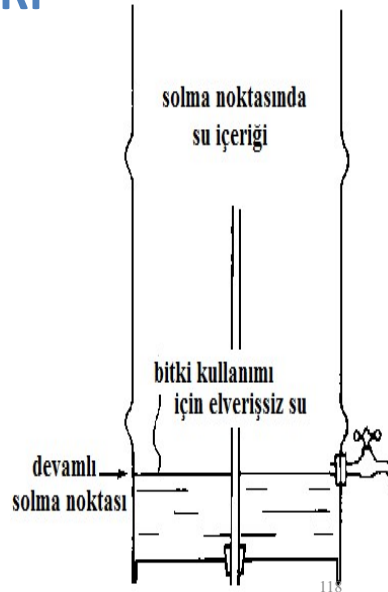
- Laboratuvarda 15 atmosfer basınçlı membran aleti ile devamlı solma yüzde değerleri tayin edilir.
- Devamlı solma yüzde değeri de toprak bünyesinin bir fonksiyonudur.
 - kumlu topraklarda %4,
 - tınlı topraklarda %12
 - killi topraklarda %17 civarında

117

SULAMAYLA İLGİLİ TOPRAK NEM SABİTELERİ

Devamlı Solma Noktası:

- bitkinin kökleri aracılığıyla topraktaki suyu almak için uyguladığı basınç, suyun toprak zerrelere tarafından tutulma gücünü yenememektedir
- Bu nedenle bitkiler için kullanılabilir suyun alt sınırını oluşturur.
- Toprakta bu değerin altında su bulunursa da bitkiler bu sudan yararlanamazlar.

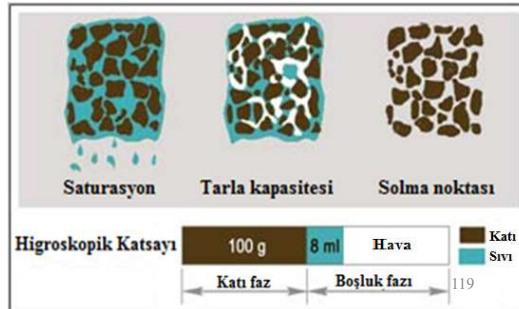


118

SULAMAYLA İLGİLİ TOPRAK NEM SABİTELERİ

Fırın Kuru:

- Toprak örneğinin fırında 105°C ta kurutulduktan sonra toprakta bulunan nem miktarıdır
 - Fırın kurudaki toprak rutubet tansiyonu 10000 atm civarındadır.
 - Sulama açısından fırın kurundaki nem miktarı ihmal edilebilir düzeydedir
 - Bu nedenle fırın kurudaki toprak ağırlığı, toprak tanelerinin ağırlığı olarak alınmaktadır.



SULAMAYLA İLGİLİ TOPRAK NEM SABİTELERİ



120

SULAMAYLA İLGİLİ TOPRAK NEM SABİTELERİ

Toprak tanecikleri arasındaki suyun durumu:

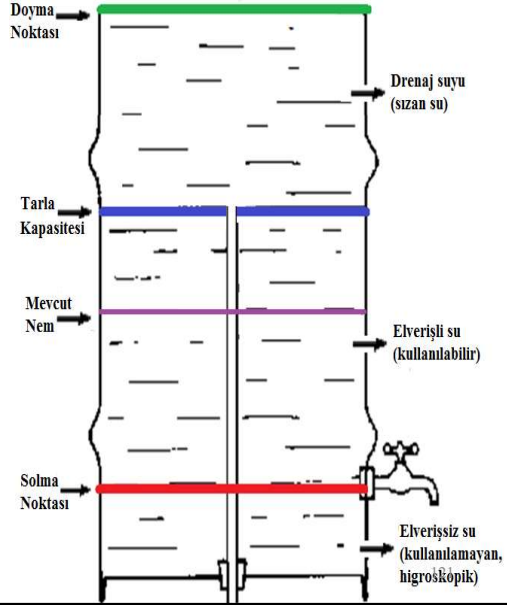
Sızan Su: DN ile TK arasındaki suya

- Bu su, yerçekimi etkisi ile derinlere süzülme sureti ile uzaklaşır.

Kullanılabilir Su: TK ve SN arasındaki suya

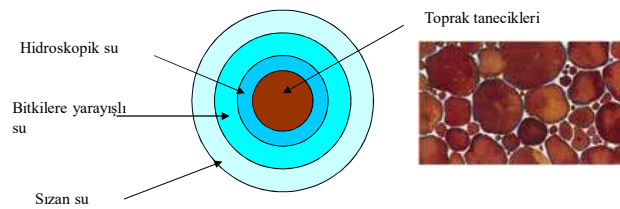
Higroskopik Su: SN ile FK arasındaki suya

Mevcut Rutubet: Herhangi bir anda toprakta bulunan su miktarına



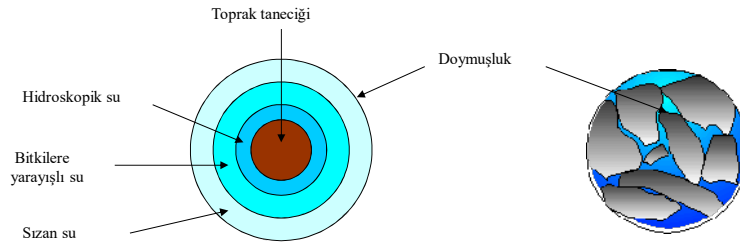
SULAMAYLA İLGİLİ TOPRAK NEM SABİTELERİ

Toprak tanecikleri arasındaki suyun durumu:



SULAMAYLA İLGİLİ TOPRAK NEM SABİTELERİ

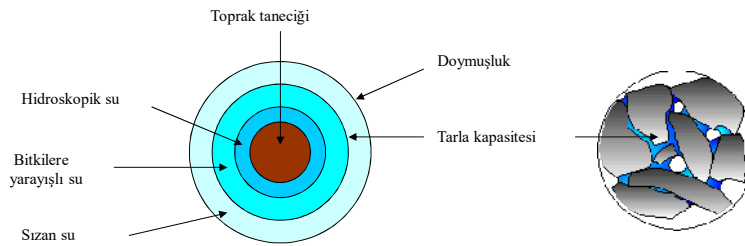
Sulama Açısından toprak suyunun tanımları:



123

SULAMAYLA İLGİLİ TOPRAK NEM SABİTELERİ

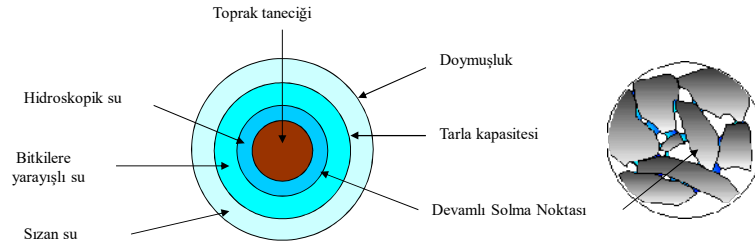
Sulama Açısından toprak suyunun tanımları:



124

SULAMAYLA İLGİLİ TOPRAK NEM SABİTELERİ

Sulama Açısından toprak suyunun tanımları:

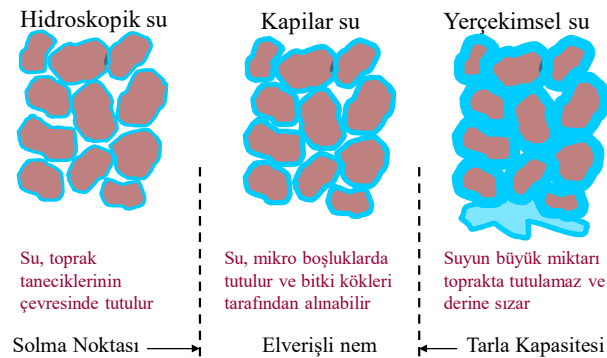


❖ Devamlı solma noktası, yalnızca toprağın değil aynı zamanda bitkinin de bir fonksiyonudur.

125

SULAMAYLA İLGİLİ TOPRAK NEM SABİTELERİ

Sulama Açısından toprak suyunun tanımları:



126

SULAMAYLA İLGİLİ TOPRAK NEM SABİTELERİ

Kullanılabilir Su Tutma Kapasitesi:

- Bitkiler:
 - Serbest drenaj koşullarında, tarla kapasitesinin üzerindeki nem yerçekiminin etkisi ile kök bölgesinin altına sızdığından bu nemden yararlanamaz.
 - solma noktasının altındaki nemi de teorik olarak kökleri aracılığıyla alamaz
- Bu nedenle uygulamada, bitkilerin ancak tarla kapasitesi ile solma noktası arasındaki nemden yararlandığı yaklaşımı yapılmaktadır.

127

SULAMAYLA İLGİLİ TOPRAK NEM SABİTELERİ

Kullanılabilir Su Tutma Kapasitesi:

- TK ile SN farkına **kullanılabilir su tutma kapasitesi (KSTK)**
- Solma noktasının üzerinde tarla kapasitesine kadar olan topraktaki mevcut nem miktarına da **kullanılabilir su (KS)** denir.
 - Örneğin; TK = %30, SN = %18, Mevcut Nem (MN) = %26 olan bir toprakta;
 - $KSTK = TK - SN = 30 - 18 = \%12$
 - $KS = MN - SN = 26 - 18 = \%8$
- Kullanılabilir su tutma kapasitesi,
 - ağır bünyeli topraklarda yüksek,
 - hafif bünyeli topraklarda ise düşük değerlerdedir.

128

SULAMAYLA İLGİLİ TOPRAK NEM SABİTELERİ

Kullanılabilir Su Tutma Kapasitesi:

- Toprağın kuru ağırlığının yüzdesi cinsinden

$$P_{wk} = TK - SN$$

- Derinlik cinsinden

$$d_k = (P_{wk} \cdot \gamma_t \cdot D) / 100$$

eşitliklerde;

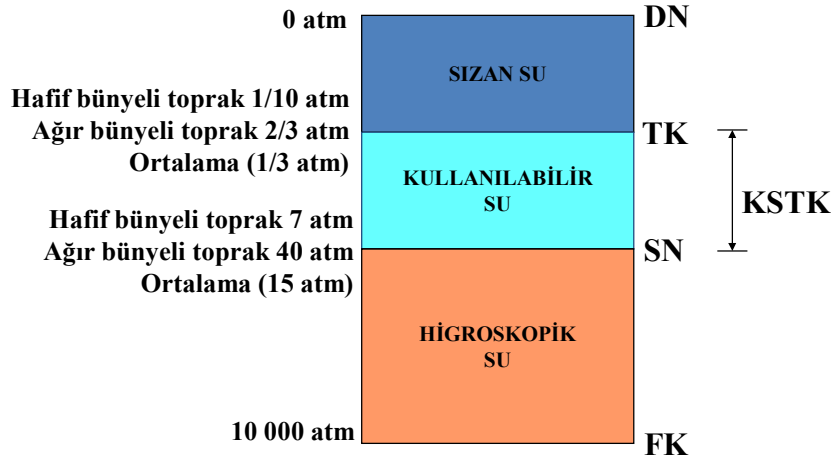
- P_{wk} : kullanılabilir su tutma kapasitesi (%)
 TK : tarla kapasitesi (%)
 SN : solma noktası (%)
 d_k : kullanılabilir su tutma kapasitesi (mm)
 γ_t : toprağın hacim ağırlığı (g/cm³)
 D : toprak derinliği (mm)

129

SULAMAYLA İLGİLİ TOPRAK NEM SABİTELERİ

Toprak Rutubet Gerilimi

Toprak Nem Sabiti

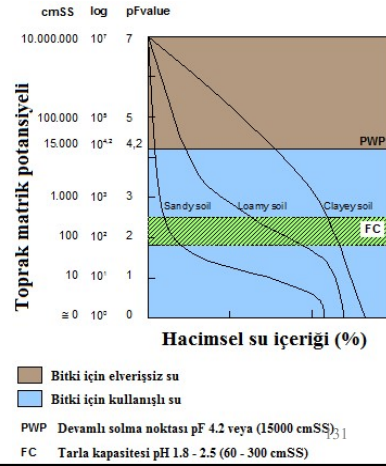


130

SULAMAYLA İLGİLİ TOPRAK NEM SABİTELERİ

Sulamalara başlama zamanı:

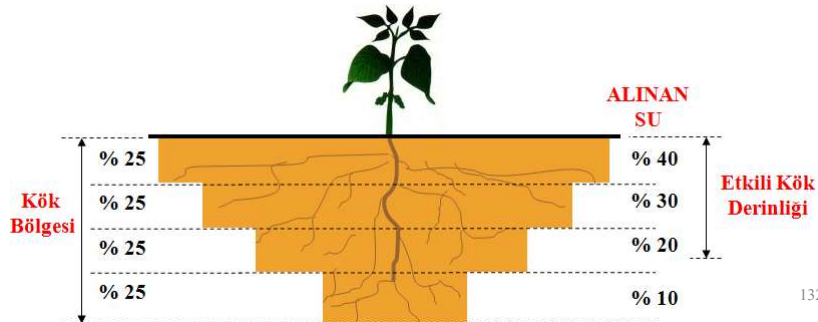
- Bitkilerin gelişmesi kullanılabilir rutubetten yararlanmak suretiyle olur.
- Sulamalara genel bir kural olarak
 - kullanılabilir rutubetin %50' si bitkiler tarafından tüketilince başlanılır.
- Kullanılabilir rutubet miktarı da toprak bünyesinin bir fonksiyonudur.
- Kuru ağırlık yüzdesi olarak:
 - kumlu topraklarda %5,
 - tınlı topraklarda %12
 - killi topraklarda %17 civarında



SULAMAYLA İLGİLİ TOPRAK NEM SABİTELERİ

Sulanacak toprak derinliği:

- **Etkili toprak derinliği;** toprak yüzeyinden geçirimsiz katman ya da taban suyuna kadar olan toprak derinliğidir.
- **Etkili kök derinliği;** bitkilerin normal gelişimi için gerekli olan suyun %80'nin alındığı kök derinliğidir.
- Bu iki değerden hangisi küçük ise, o değer sulama suyu uygulanacak toprak derinliğini verir.



132

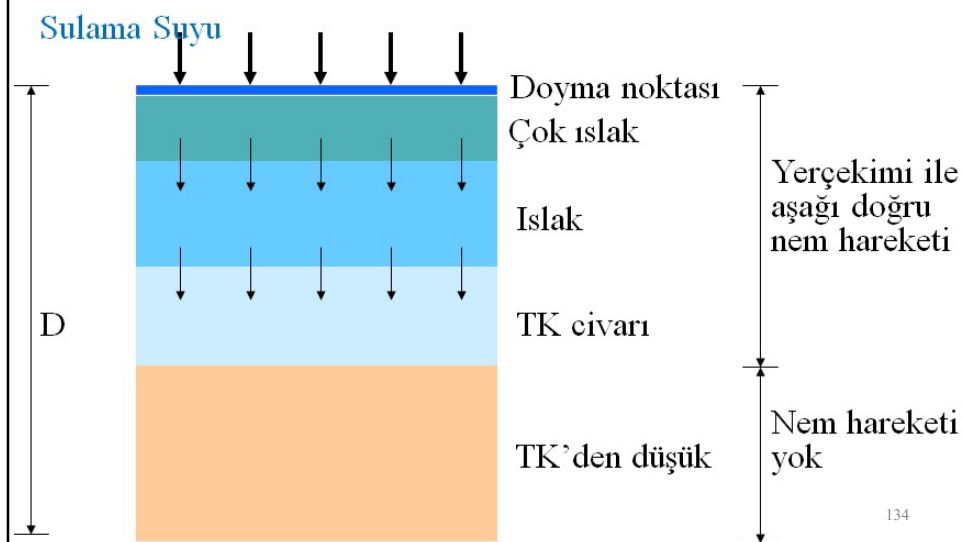
TOPRAKTA SUYUN HAREKETİ

- **Doymuş toprak koşullarında su:**
 - Yerçekiminin etkisi ile hareket eder
 - Basınç yükünün yüksek olduğu noktadan basınç yükünün düşük olduğu noktaya doğru
- **Doymamış toprak koşullarında su:**
 - Kapilar kuvvetler ve yerçekiminin etkisinde kalmakta
 - Toprak rutubet geriliminin düşük olduğu noktadan yüksek olduğu noktaya doğru
 - nemin yüksek olduğu noktadan düşük olduğu noktaya doğru

133

TOPRAKTA SUYUN HAREKETİ

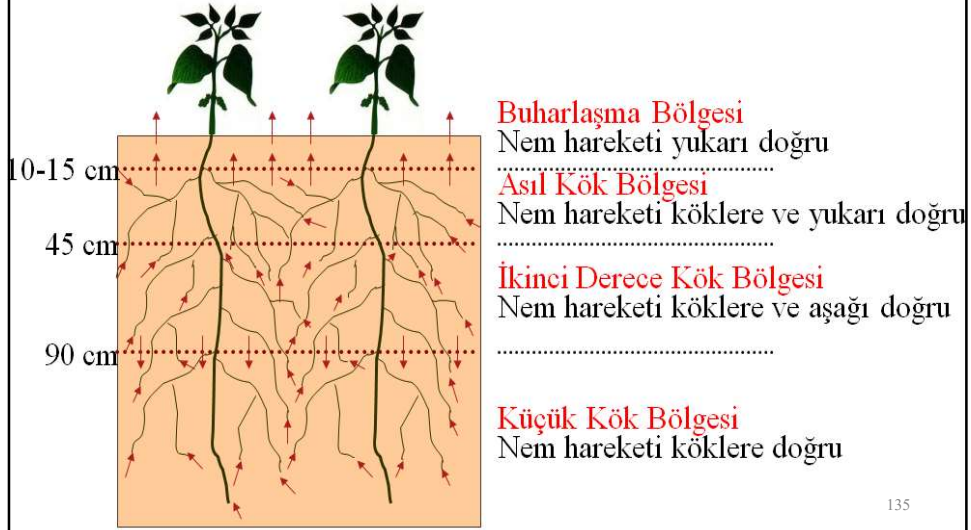
- **Sulama sırasında**



134

TOPRAKTA SUYUN HAREKETİ

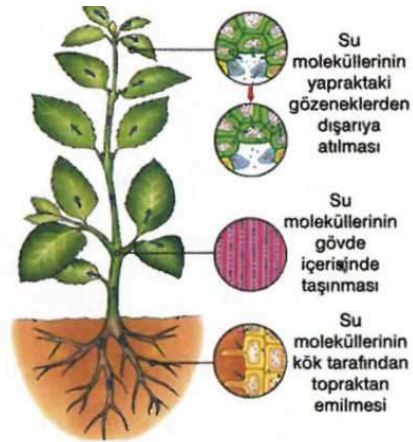
- Sulamadan sonra**



TOPRAKTA SUYUN HAREKETİ

- Suyun Köklere doğru ve bitki içerisinde hareketi:**

- Su hareketi kılcal köklere doğrudur
- Kılcal kökler nemin yüksek olduğu noktaya doğru uzayarak suya ulaşırlar



Suyun köklere doğru ve bitki içerisinde hareketi

136

TANIMLAR

Saturasyon Eriyiği:

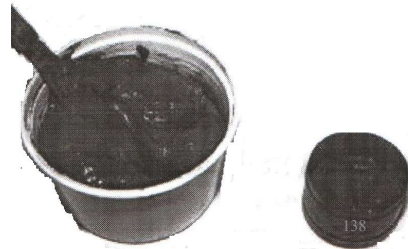
- Saturasyon yüzde değerini tayin etmek amacı ile saturasyon macunu elde edildikten sonra vakum yapmak suretiyle bu saturasyon macunundan filtre kağıdı kullanılarak çıkarılan toprak eriyiğine “saturasyon eriyiği” denir.
- Saturasyon eriyiğinin tuz miktarı, toprak tuzluluğunun bir göstergesi olarak kabul edilmektedir.
- Bu nedenle saturasyon eriyiğinde tayin edilen elektriksel iletkenlik (EC_e) değeri, topraktaki toplam tuz miktarı olarak değerlendirilmektedir.

137

TANIMLAR

Saturasyon Eriyiği:

- Saturasyon eriyiğinde yapılan anyon ve katyon analizleri de toprakta bulunan anyon ve katyon olarak kabul edilmektedir.
- Yapılan araştırma ve incelemeler sonucunda topraktaki tuzluluk seviyesi ile saturasyon eriyiğinin tuzluluk seviyesi arasında paralellik bulunmuştur
- Özetle saturasyon eriyiği bitki gelişmesi ile karşılıklı ilişkisi olan toprak tuzluluk değerini gösteren ve uygulama yönünden oldukça kullanışlı bir parametredir.



138

TANIMLAR

Bir Sulamada Verilecek Sulama Suyu Miktarı:

- Sulamalarda verilecek su miktarının hesaplanabilmesi için toprakta mevcut rutubet miktarının bilinmesine ve toprak tarla kapasitesinin saptanmasına gerek duyulur.
- Çünkü sulama, bir bakıma toprakların mevcut rutubetini tarla kapasitesi değerine çıkarmak şeklinde tanımlanabilir
- Buna göre toprakta mevcut rutubeti tarla kapasitesine çıkartacak olan eksik rutubetin tarlaya verilmesi gerekmektedir.

139

TANIMLAR

Bir Sulamada Verilecek Sulama Suyu Miktarı:

- Sulama suyunun toprağa verilme derinliği ise yetiştirilen bitkinin kök derinliğine bağlıdır.
- Genel bir kural olarak tarla kapasitesi ile devamlı solma yüzdesi arasında bulunan kullanılabilir rutubetin %50' si bitkiler tarafından tüketilince sulamalara başlanır.

140

TANIMLAR

Bir Sulamada Verilecek Sulama Suyu Miktarı:

- Toprakta mevcut rutubet bilinen gravimetrik veya diğer metotlardan birisi ile tayin edilir.
- Böylece bulunan mevcut rutubet ve daha önce saptanan tarla kapasitesi değerinden yararlanılarak aşağıdaki eşitlik kullanılarak sulamada verilecek sulama suyu miktarı hesaplanır.

$$d = \frac{(TK - MR)}{100} \times \gamma_t \times D$$

d = Sulamada verilecek sulama suyu miktarı (cm)

TK = Tarla kapasitesi (kuru ağırlık yüzdesi)

MR = Mevcut rutubet (kuru ağırlık yüzdesi)

γ_t = Hacim ağırlığı (gr/cm³)

D = Bitki kök derinliği (cm)

141

TANIMLAR

Bir Sulamada Verilecek Sulama Suyu Miktarı:

ÖRNEK: Sulama yapılacak tarlada toprak tarla kapasitesi %24, mevcut rutubet %17, hacim ağırlığı 1.45 gr/cm³ ve bitki kök derinliği 75 cm olarak saptanmış olsun. Bunlara göre sulamada verilecek sulama suyu miktarını hesaplayınız.

$$d = \frac{(TK - MR)}{100} \times \gamma_t \times D = \frac{24 - 17}{100} \times 1.45 \times 75$$

$$d = 7.6 \text{ cm} = 76 \text{ mm}$$

142

TANIMLAR

Bir Sulamada Verilecek Sulama Suyu Miktarı:

- Gerçekte toprakların sulama yönünden iki önemli toprak rutubet katsayısı (sabitesi) bulunmaktadır
 - tarla kapasitesi
 - devamlı solma noktası
- İkisi arasında kalan rutubet ise toplam kullanılabilir rutubeti verir ve toprakta depo edilebilecek suyun tümünü gösterir.
- Sulamalara bu rutubetin belirli bir yüzde değeri tüketilince başlanılır.
- Sulamaya başlanılacak olan bu sulama yüzde seviyesi bitki çeşidine bağlı olarak değişmektedir.

143

TANIMLAR

Bir Sulamada Verilecek Sulama Suyu Miktarı:

- Genellikle kullanılabilir su %50'ye düştüğünde sulamalara başlanır.
- Buna göre bir sulamada verilecek sulama suyu miktarı:

$$d = \frac{(TK - SN)}{100} \times \gamma_t \times D \times SY$$

- d = Sulamada verilecek sulama suyu miktarı (cm)
 TK = Tarla kapasitesi (kuru ağırlık yüzdesi)
 SN = Solma noktası(kuru ağırlık yüzdesi)
 γ_t = Hacim ağırlığı (gr/cm³)
 D = Bitki kök derinliği (cm)
 SY = Sulama yüzdesi (% sulama seviyesi veya sulamaya başlanılacak seviye)

144

TANIMLAR

Bir Sulamada Verilecek Sulama Suyu Miktarı:

ÖRNEK: Sulama yapılacak tarlada toprak tarla kapasitesi %24, devamlı solma yüzdesi %11, hacim ağırlığı 1.45 gr/cm^3 ve bitki kök derinliği 75 cm olarak saptanmış olsun. Pratik olarak kullanılabilir rutubetin %60'ı tüketilince sulama yapılması planlandığına göre bir defada verilecek sulama suyu miktarını hesaplayınız.

$$d = \frac{(TK - SN)}{100} \times \gamma_t \times D \times SY = \frac{24 - 11}{100} \times 1.45 \times 75 \times 0.60$$

$$d = 8.5 \text{ cm} = 85 \text{ mm}$$

145

TANIMLAR

Bir Sulamada Verilecek Sulama Suyu Miktarı:

ÖRNEK: Sulama yapılacak tarlada toprak tarla kapasitesi %24, devamlı solma yüzdesi %11, hacim ağırlığı 1.45 gr/cm^3 ve bitki kök derinliği 75 cm olarak saptanmış olsun. Pratik olarak kullanılabilir rutubetin %40'ı tüketilince sulama yapılması planlandığına göre bir defada verilecek sulama suyu miktarını hesaplayınız.

$$d = \frac{(TK - SN)}{100} \times \gamma_t \times D \times SY = \frac{24 - 11}{100} \times 1.45 \times 75 \times 0.40$$

$$d = 5.7 \text{ cm} = 57 \text{ mm}$$

146

TANIMLAR

Sulama Debisinin Hesaplanması:

- Bir sulamada verilecek su miktarı, sulanacak arazi büyüklüğü, sulama randımanı ve sulamanın uygulanacağı sürenin bilinmesi halinde ise bu araziye sulama için gerekli sulama debisi:

$$Q = \frac{A \times d}{3.6 \times t \times R}$$

- Q = Sulamada kullanılacak su kaynağının debisi (l/s),
 A = Sulanacak arazi alanı (dekar),
 d = Bir sulamada verilecek sulama suyu miktarı (mm),
 t = Sulama süresi (saat),
 R = Sulama randımanı (%)

- Elde mevcut su kaynağı, hesaplanan bu debiyi sağlayamadığı durumda sulama süresi uzatılır

147

BİRİM ÇEVİRME FAKTÖRLERİ

Toplam Çözünmüş Katı Maddeler (TDS):

$$mg / L = ppm$$

İletkenlik:

$$iletkenlik = \frac{1}{direnç} = \frac{1}{ohm} = mho = Siemens$$

Elektriksel İletkenlik (EC):

$$1 dS / m = 1 \frac{dS}{m} \times \frac{1m}{100cm} \times \frac{100mmho}{1dS} = 1 mmho / cm$$

$$1 mmho / cm = 1000 micromho / cm (\mu mho / cm)$$

148

BİRİM ÇEVİRME FAKTÖRLERİ

EC - Osmotik Basınç (OP):

$$OP(bar) = EC(dS / m) \times 0.35$$

EC - TDS

$$EC < 5 dS / m \Rightarrow TDS(mg / L) = 640 \times EC(dS / m)$$

$$EC > 5 dS / m \Rightarrow TDS(mg / L) = 800 \times EC(dS / m)$$

EC – Normalite (me/L):

$$me / L = 10 \times EC(dS / m)$$

ppm - %tuz (w/w)

$$\%tuz = ppm \times 100 / 1000000$$

Normalite - TDS

eşdeğer ağırlık = atom ağırlığı / birleşme değeri

$$me / L = (mg / L) / \text{eşdeğer ağırlık}$$

149

BİRİM ÇEVİRME FAKTÖRLERİ

ÖRNEK: Sulama suyunda yapılan analizler sonucu su örneğinin Ca içeriği 227 ppm, Na içeriği ise 115 ppm bulunmuştur. Bu değerlerin meq/L karşılığını hesaplayınız.

- 227 ppm Ca = 227 mg(Ca)/L = ? meq(Ca)/L
- atom ağırlığı (Ca) = 40 g(Ca)/mol
- Birleşme değeri (Ca⁺²): +2 (yükü = 2 mol/eq)
- Eşdeğer ağırlığı = 40 / 2 = 20 g/eq = 20 mg/meq
- meq/L = 227 (mg/L) / 20 (mg/meq) = 11.35
- Böylece 227 mg(Ca)/L = 11.35 meq(Ca)/L
- 115 ppm Na = 115 mg(Na)/L = ? meq(Na)/L
- atom ağırlığı (Na) = 23 g(Na)/mol
- Birleşme değeri (Na⁺): +1 (yükü = 1 mol/eq)
- Eşdeğer ağırlığı = 23 / 1 = 23 g/eq = 23 mg/meq
- meq/L = 115 (mg/L) / 23 (mg/meq) = 5
- Böylece 115 mg(Na)/L = 5 meq(Na)/L

150

BİRİM ÇEVİRME FAKTÖRLERİ

ÖRNEK: Sulama suyunda yapılan analizler sonucu su örneğinin Ca içeriği 22.7 meq/L, Na içeriği ise 10 meq/L bulunmuştur. Bu değerlerin ppm karşılığını hesaplayınız.

- 22.7 meq/L Ca = ? ppm(Ca)
- atom ağırlığı (Ca) = 40 g(Ca)/mol
- Birleşme değeri (Ca⁺²): +2 (yükü = 2 mol/eq)
- Eşdeğer ağırlığı = 40 / 2 = 20 g/eq = 20 mg/meq
- ppm = mg/L = 22.7 (meq/L) x 20 (mg/meq) = 454
- Böylece 22.7 meq(Ca)/L = 454 ppm(Ca)
- 10 meq/L Na = ? ppm(Na)
- atom ağırlığı (Na) = 23 g(Na)/mol
- Birleşme değeri (Na⁺): +1 (yükü = 1 mol/eq)
- Eşdeğer ağırlığı = 23 / 1 = 23 g/eq = 23 mg/meq
- ppm = mg/L = 10 (meq/L) x 23 (mg/meq) = 230
- Böylece 10 meq(Na)/L = 230 ppm(Na)

151

ÖRNEK SINAV SORUSU

1. Sulama suyunda bulunan anyon katyonlarla ilgili bazı bilgiler ve analizler sonuçları aşağıdaki gibidir. Verilenlere göre tablodaki boşlukları hesaplayınız. (10 puan)

Element	Simgesi	Atom ağırlığı (g/mol)	Birleşme değeri (eq/mol)	Eşdeğer ağırlık (g/eq = (mg/meq)	Analiz sonucu (meq/L)	Analiz sonucu (ppm = mg)
Kalsiyum	Ca		2	20.0		274.0
Magnezyum	Mg	24.4		12.2	5.4	
Sodyum	Na	23.0	1			133.4
Potasyum	K		1	39.1	0.3	
Karbonat	CO ₃	60.0		30.0		3.0
Bikarbonat	HCO ₃	61.0	1		16.9	
Klor	Cl		1	35.5		149.1
Sülfat	SO ₄	96.0		48.0	3.9	
Nitrat	NO ₃	62.0	1			6.2

152

ÖRNEK SINAV SORUSU

1. Sulama suyunda bulunan anyon katyonlarla ilgili bazı bilgiler ve analizler sonuçları aşağıdaki gibidir. Verilenlere göre tablodaki boşlukları hesaplayınız. (10 puan)

Element	Simgesi	Atom ağırlığı (g/mol)	Birleşme değeri (eq/mol)	Eşdeğer ağırlık (g/eq = (mg/meq)	Analiz sonucu (meq/L)	Analiz sonucu (ppm = mg/L)
Kalsiyum	Ca	40.0	2	20.0	13.7	274.0
Magnezyum	Mg	24.4	2	12.2	5.4	65.9
Sodyum	Na	23.0	1	23.0	5.8	133.4
Potasyum	K	39.1	1	39.1	0.3	11.7
Karbonat	CO ₃	60.0	2	30.0	0.1	3.0
Bikarbonat	HCO ₃	61.0	1	61.0	16.9	1030.9
Klor	Cl	35.5	1	35.5	4.2	149.1
Sülfat	SO ₄	96.0	2	48.0	3.9	187.2
Nitrat	NO ₃	62.0	1	62.0	0.1	6.2

153

BİRİM ÇEVİRME FAKTÖRLERİ

ÖRNEK: Araziden alınan toprak örneğinin laboratuvarında toprak saturasyon eriyiğinde yapılan analiz sonucu anyon ve katyonlarının litrede miliekivalan (meq/l) olarak değerleri aşağıda verilmiştir. Ayrıca toprağın saturasyon yüzdesi 60 ve hacim ağırlığı 1.5 t/m³ olarak saptanmıştır.

Anyon/Katyon	Analiz sonucu (meq/L)
Ca	32.0
Mg	38.0
Na	145.0
K	0.5
CO ₃	-
HCO ₃	3.3
SO ₄	105.0
Cl	105.0

154

BİRİM ÇEVİRME FAKTÖRLERİ

İstenen 1: Toprak saturasyon eriyiğinde bulunan bu tuzların milyonda kısım (ppm) olarak değerlerini bulunuz.

$$\text{ppm} = (\text{meq/l}) \times (\text{Ekivalan ağırlığı})$$

Anyon/Kasyon	Analiz sonucu (meq/L)	Ekivalan ağırlığı (mg/meq)	ppm = (mg/L)
Ca	32.0	20.0	640
Mg	38.0	12.0	456
Na	145.0	23.0	3335
K	0.5	39.0	19.5
Toplam Katyon	215.5		
CO ₃	-	30.0	-
HCO ₃	3.3	61.0	201.3
SO ₄	105.0	48.0	5040.0
Cl	105.0	35.5	3727.5
Toplam Anyon	213.3	TOPLAM TUZ	13419.3

155

BİRİM ÇEVİRME FAKTÖRLERİ

İstenen 2: Toprakta tuzların milyonda kısım (ppm) değerini hesaplayınız

$$\text{Toprak tuz kons. (ppm)} = \text{Saturasyon eriyi tuz kons. (ppm)} \times \frac{\text{SP}}{100}$$

$$\text{Toprak tuz kons. (ppm)} = 13419.3 \times \frac{60}{100} = 8051.58 \text{ ppm}$$

İstenen 3: Toprakta yüzde tuz miktarını bulunuz

$$\text{Toprakta \% tuz} = \frac{\text{Toprak tuz kons. (ppm)}}{1000000} \times 100$$

$$\text{Toprakta \% tuz} = \frac{8051.58}{1000000} \times 100 = 0.81$$

156

BİRİM ÇEVİRME FAKTÖRLERİ

İstenen 4: Toprak saturasyon eriyiğinin elektriksel iletkenlik değerini bulunuz

(not: **mmhos**/cm = dS/m)

$$EC_e (\text{mmhos/cm}) = \frac{\text{Kasyon ve Anyon ortalaması (me/L)}}{10}$$

$$EC_e (\text{mmhos/cm}) = \frac{(215.5 + 213.3)/2}{10} = \frac{214.4}{10} = 21.44 \text{ mmhos/cm}$$

157

BİRİM ÇEVİRME FAKTÖRLERİ

İstenen 5: Bir dekar arazide toprağın 1 metre derinliğinde ton olarak bulundurduğu tuz miktarını hesaplayınız

Toplam tuz mikt. (t / da) = %tuz × 1da arazide 1m derinlikteki toprak ağı.

$$\text{Toplam tuz mikt. (t / da)} = (0.0081) \times (1000m^2 \times 1m \times 1.5t / m^3)$$

$$\text{Toplam tuz mikt. (t / da)} = 0.0081 \times 1500 = 12.15 \text{ t / da}$$

158