

SULAMA SUYU KALİTESİ & TUZLULUK

TUZLULUĞUN BİTKİLERE ETKİSİ

1

GİRİŞ

- Sulama tarımdan elde edilecek ekonomik gelirin artırılması amacıyla yapılır.
- Kurak veya yarı nemli bölgelerde başarılı sulu tarımın yapılabilmesi için
 - arazi özelliklerine
 - ve bitki ihtiyaçlarına uygun olarak suyun verilmesi gereklidir.
- Kötü kaliteli suyun olumsuz etkileri bile sulama suyunun uygun
 - zaman,
 - aralık
 - ve miktarda verilmesi suretiyle azaltılabilir

2

GİRİŞ

- Sulama suyunun arzu edilmeyen kalite özellikleri bitki gelişmesini olumsuz etkileyebilir
- Sodyumlu ve tuzlu koşulların stresine
 - **Halofitler** (tuzlu koşullara yüksek düzeyde toleranslı) gibi bitkiler dayanabilirken,
 - **Halofit olmayan** (tuzlu koşullara orta derecede toleranslı) veya **glikofit** (tuzlu koşullara düşük düzeyde toleranslı) bir çok bitki dayanamaz
- **Stres:** bitkinin büyüme, gelişme ve üreme gibi genetik potansiyelinin belirlediği normal koşulların dışında gelişen durumlardır
- Stres faktörleri;
 - biyotik
 - ve abiyotik (fiziksel ve kimyasal) olmak üzere ikiye ayrılır³

GİRİŞ

Stres Faktörleri

Abiyotik Faktörler		Biyotik Faktörler
Fiziksel	Kimyasal	
Kuraklık	Hava kirliliği	Patojenler
Sıcaklık	Bitki besin elementleri	Yabancı otlar
Radyasyon	Pestisitler	Böcekler
Işık	Toksinler	Mikroorganizmalar
Su baskını	Tuzlar	Hayvanlar
Mekanik etkiler (rüzgar, kar ve buz)	Toprak pH'sı	

GİRİŞ

- Tuzluluk ve sodyumluluk stresi
 - konsantrasyonlar, aktiviteler ve benzer birimlerle ifade edildiği için sodyumlu yada tuzlu koşullarla stresin olmadığı koşulları birbirinden kesin biçimde ayıran bir çizgi yoktur.
- Bunun yerine stresin olmayışı ya da çok şiddetli stres durumlarından söz edilir.
- Glikofitler arasında bile
 - ne tuza dayanım
 - ne de tuza hassasiyet arasında kesin bir ayırım yoktur.
- Bu nedenle tür içindeki genotipler bile büyük farklılıklar gösterir.

5

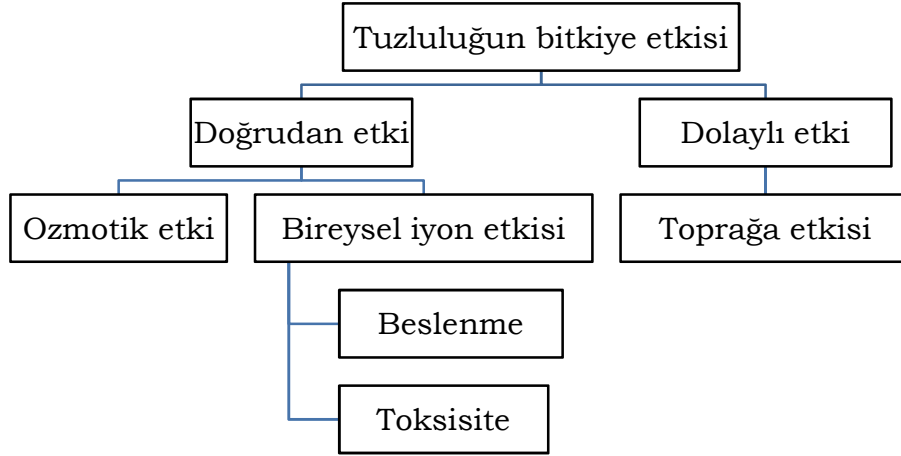
GİRİŞ

- Belli bir bitki için hassasiyet ya da tolerans,
 - bitkinin kötü etkilendiği devamlı stres noktası ya da değişim aralığı şeklinde ifade edilebilir.
- Bu sadece stresin yoğunluğuna değil aynı zamanda ortamın
 - kimyasal kompozisyonu,
 - sıcaklık,
 - ışık yoğunluğu,
 - bağıl nem
 - ve diğer birçok faktöre bağlıdır
- Hindistan cevizi ve hurma dışındaki bir çok kültür bitkisi
 - ya glikofittir ya da halofit-olmayandır

6

TUZLULUK-BİTKİ GELİŞİMİ İLİŞKİSİ

Tuzluluğun bitki gelişimine olan etkileri:



7

TUZLULUK-BİTKİ GELİŞİMİ İLİŞKİSİ

- Sulama suyunun bitki gelişmesine **dolaysız etkileri**
 - ya bitki öz suyunda yüksek ozmotik koşulların oluşturulması
 - veya suda fitotoksik (bitkilere zararlı) bileşiklerin bulunması nedeniyledir
- Bitkiler genellikle çimlenme ve fide devrelerinde
 - olgunlaşma devresine oranla daha fazla olmak üzere erimiş bileşiklerden yani tuzlardan zarar görürler.
- Bu etkiler;
 - a) Bitkide vegetatif büyümenin durması,
 - b) Meyve gelişmesinin azalması,
 - c) Pazar kalite değerinin bozulması
 veya bunların kombinasyonları biçiminde ortaya çıkar

8

TUZLULUK-BİTKİ GELİŞİMİ İLİŞKİSİ

- Sulama suyunun bitki gelişmesine olan ikinci etkisi **dolaylı etki** olup,
 - sulama suyu kalitesinin toprağa etki yapması dolayısıyla oluşan etkidir.
- Örneğin, sulama suyunda sodyumun bulunması :
 - bu elementin toprak kompleksleri tarafından adsorbe edilmesi, kil fraksiyonunun dispersiyonuna neden olur.
- Kil fraksiyonunun dispersiyonu
 - toprak permeabilitesinin azalmasına
 - ve toprak yüzeyinde kabuk tabakasının oluşmasına neden olur.

9

TUZLULUK-BİTKİ GELİŞİMİ İLİŞKİSİ

Ozmotik Etki

- Sulamanın birinci derecedeki amacı
 - bitkiye gerek duyduğu zamanda
 - ve gerek duyduğu miktarda suyu kök bölgesine ulaştırmaktır
- Yetersiz su alımı halinde
 - bitki veriminde
 - ve ürün kalitesinde azalmalar ortaya çıkar.
- Tekrarlanan sulamalar sonucunda
 - sulama suyunun kalitesine ve diğer yönetim uygulamalarına bağlı olarak kök bölgesinde sürekli olarak bir tuz birikimi meydana gelir
- Biriken bu tuzlar nedeniyle bitkilerin
 - kökleri vasıtasıyla suyu topraktan alımları etkilenir.

10

TUZLULUK-BİTKİ GELİŞİMİ İLİŞKİSİ

Ozmotik Etki

- Bitkilerin suyu topraktan alabilmeleri için,
 - suyun toprak tarafından tutulmasına neden olan toplam kuvvetten daha fazla bir güç üretmesi gerekir.
- Topraktan suyu çekip bünyesine alabilecek kadar bir gücü üretemediği takdirde
 - bitki nem eksikliği etkisinde kalır.
- Bu durum toprak çok kuruduğunda da meydana gelir
 - ve fiziksel kuraklık olarak isimlendirilir

11

TUZLULUK-BİTKİ GELİŞİMİ İLİŞKİSİ

Ozmotik Etki

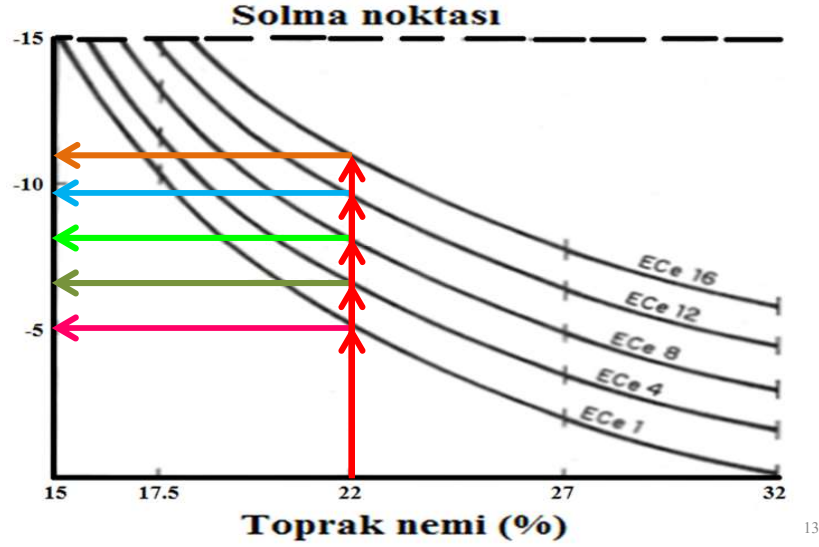
- Tuzluluk etkisinde bitkinin suyu alması için yenmesi gereken bir kuvvet daha vardır
 - bu kuvvet “*ozmotik potansiyel*” olarak adlandırılır.
- Örneğin iki aynı özelliğe sahip toprak içerisinde, aynı nem içeriğinde,
 - bitkiler daha az tuzlu olan topraktan daha fazla su çekebilir.
 - bunun nedeni daha tuzlu koşullarda tuzların suya uyguladığı çekim gücünün artmasıdır
- Eğer suyun içerdiği tuz miktarı nisbeten fazla ise,
 - bitkiler bu tür bir topraktan suyu bünyelerine çekip alabilmek için oransal olarak daha az tuz içeren çözelti ortamına göre daha fazla güç harcamak zorundadır

12

TUZLULUK-BİTKİ GELİŞİMİ İLİŞKİSİ

Ozmotik Etki

Killi tınlı bir toprakta farklı tuz içeriklerinde (EC_e) toprakta tutulan su miktarları



13

TUZLULUK-BİTKİ GELİŞİMİ İLİŞKİSİ

Ozmotik Etki

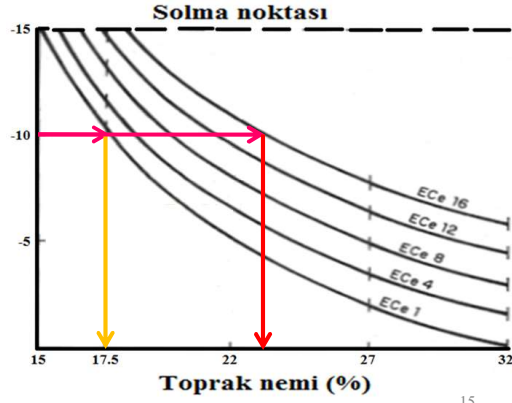
- Bitki tarafından suyun alınmasında
 - tuzlu bir toprakta oluşacak, ek potansiyel enerji gereksinimi (ozmotik potansiyel), tuzsuz bir topraktakine göre fazladan ihtiyaç duyulan bir enerji gereksinimidir
- Artan tuzluluk etkisinde bitkinin alabildiği su miktarında önemli bir azalma söz konusudur
- Tuzluluk tıpkı kuraklık etkisi gibi bir etki oluşturmakta
 - ve her ikisi de sonuçta su stresi ve verimde azalmaya neden olmakta
- Bitki vegetatif aksamının çökmesi, yaprak zararlanması ve lekeler gibi etkiler ancak tuzluluğun uzun süreli etkileri sonucunda belirgin bir hal alır

14

TUZLULUK-BİTKİ GELİŞİMİ İLİŞKİSİ

Ozmotik Etki

- Örneğin aynı toprak nem potansiyeli altında (-10 atm)
 - tuzluluk 1 dS/m iken
 - toprak nem içeriği %18 dolaylarında
 - tuzluluk 16 dS/m ye çıktığında ise
 - toprak nem içeriği %23 olmakta
- Yani daha tuzlu koşullarda toprakta daha fazla su kullanılmadan kalabilmekte



15

TUZLULUK-BİTKİ GELİŞİMİ İLİŞKİSİ

Ozmotik Etki

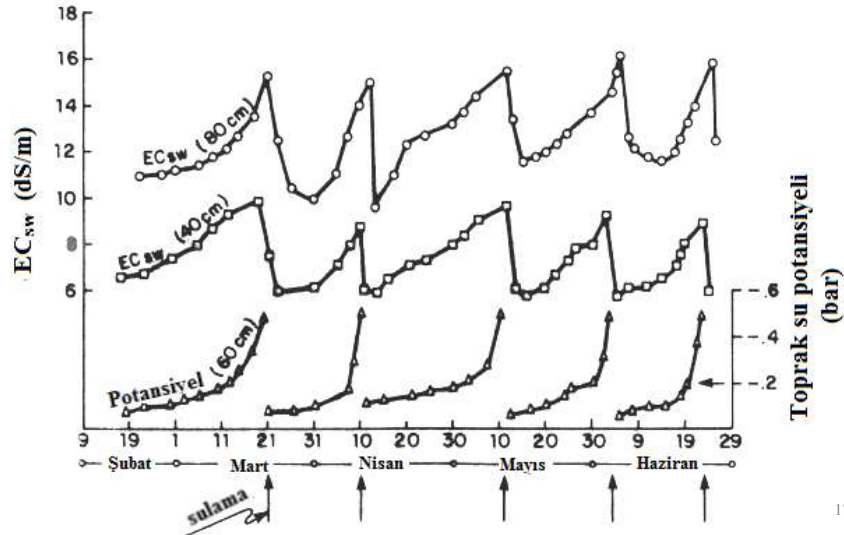
- Toprak kök bölgesi içerisinde sulamalar arasında kalan dönemde:
 - Bitki sürekli olarak değişen toprak nem potansiyeli etkisinde kalmakta
 - suyun tüketilmesi ile birlikte kullanılabilirliği de azalmakta, çünkü toprakta azalan nem koşulunda suyun tutulma gücü artmakta
 - Suyun bitkiler tarafından alınması ile tuzun büyük kısmı kök bölgesinde bırakılmakta ve biriktirilmekte
- Bir başka deyişle sulamalar arasındaki dönemde nem miktarı azalırken tuzluluk artmaktadır

16

TUZZLULUK-BİTKİ GELİŞİMİ İLİŞKİSİ

Ozmotik Etki

Sulamalar arası sürede toprak tuzluluğundaki değişim (EC_{sw})

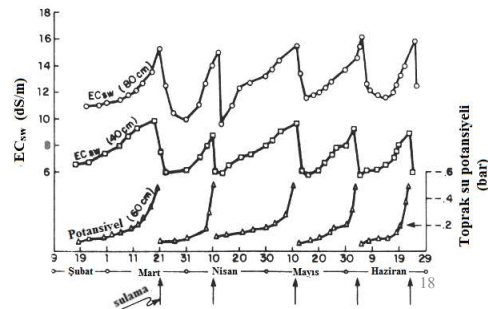


17

TUZZLULUK-BİTKİ GELİŞİMİ İLİŞKİSİ

Ozmotik Etki

- Sulamayı takip eden dönemde toprak tuzluluğu derinlik ile sabit kalmamakta
- Her sulamayı takiben,
 - her derinlik için toprak nem içerikleri yaklaşık en yüksek değerinde bulunurken,
 - eriyebilir tuzların konsantrasyonu yaklaşık en düşük düzeyindedir.
- Bitkilerin suyu tüketmeye başlaması ile her iki değer de değişmektedir.



18

TUZLULUK-BİTKİ GELİŞİMİ İLİŞKİSİ

Ozmotik Etki

- Bitkiler, absorptif güçlerini toprakta kök bölgesi içerisinde her yerde üretirler ancak,
 - suyu en az güçle tutulduğu bölgelerden almak için kullanır
- Bu bölge genelde üst toprak bölümüdür,
 - çünkü bu bölge daha fazla sulama suyu ve yağışlar ile beslenen kısımdır
- Üst toprak bölümünden daha fazla su infiltre olması sonucunda bu bölümde
 - daha fazla yıkanma meydana gelir
 - ve ozmotik veya tuzluluk etkileri derinlere göre daha düşüktür

19

TUZLULUK-BİTKİ GELİŞİMİ İLİŞKİSİ

Ozmotik Etki

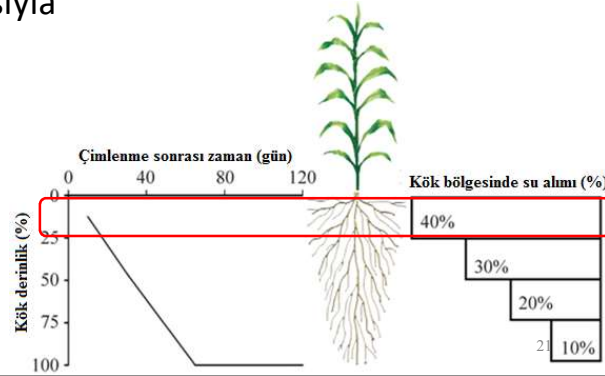
- Üst toprak bölümünde kökler daha fazla yayıldığından,
 - Bu kısım sulamalar arasındaki süreçte bitki su alımının yüksek düzeyde olması ile daha hızlı olarak kuruma etkisine girer
- Üst kısımdaki alınabilir su miktarının azalması ile
 - bitkiler su gereksinimlerini daha derinlerden karşılar
- Bu durumda hem üst toprak bölümünün hem de derinlerdeki kök bölgesi bölümlerinin içerdiği su
 - daha tuzlu hale gelir
 - ve ozmotik potansiyeli yükselir.

20

TUZLULUK-BİTKİ GELİŞİMİ İLİŞKİSİ

Ozmotik Etki

- Bitkinin suyu tüketmesi sürecinde
 - kök bölgesi içerisinde bitki su kullanım deseni oluşur.
- Sonuçta normal sulama uygulamaları altında kök bölgesi boyunca toprak yüzeyinden itibaren her bir çeyrekte sırasıyla
 - %40,
 - %30,
 - %20
 - ve %10'luk su kullanımının meydana geldiği kabul edilir



TUZLULUK-BİTKİ GELİŞİMİ İLİŞKİSİ

Bireysel (Özel) İyon Etkisi – Beslenme Etkileri

- Bitkiler optimum gelişmeleri için toprak eriyiğinde dengeli bir besin bulunmasını isterler.
- Sulamada tuzlu suların kullanılması halinde bu suların toprak eriyiğindeki besin dengesini etkileyip etkilemeyeceği
 - verilen sulama suyunun bileşimi,
 - konsantrasyonu
 - ve miktarına bağlıdır
- Çözelti ortamında bulunan bazı iyonlar,
 - diğer bazı iyonların bitki tarafından alınmasını etkiler.
- Pek çok tuzlu toprakta tuzluluğun genel özelliği
 - sodyum ve klor gibi iyonların yüksek konsantrasyonları
 - veya belirli iyonik türlerin aktivitesidir

TUZLULUK-BİTKİ GELİŞİMİ İLİŞKİSİ

Bireysel (Özel) İyon Etkisi – Beslenme Etkileri

- Bazı iyonların diğerlerine oranı yüksek olabilir
 - ve çok düşük konsantrasyonlardaki besleyici elementler açısından sıkıntıya neden olabilir.
- Örneğin:
 - sodyumun potasyumdan daha dominant olduğu tuzlu ortamlarda,
 - bitkinin en büyük besleyici ihtiyacı yeterli miktardaki K
 - Toprak eriyiğinde yüksek konsantrasyonlarda kalsiyum,
 - bitkilerin yeter miktarda potasyum absorbe etmelerini önler
 - diğer iyonların yüksek konsantrasyonlarda bulunması
 - yeter miktarda kalsiyumun alınmasına engel olur

23

TUZLULUK-BİTKİ GELİŞİMİ İLİŞKİSİ

Bireysel (Özel) İyon Etkisi – Beslenme Etkileri

- Tuzlu koşullar azot alımını engelleyebilir.
 - kısa dönemli denemelerde dahi (12 saate kadar) arpa tohumlarında, SO_4^{-2} ve yüksek miktarda Cl^- konsantrasyonları, NO_3^- absorpsiyonunu azalttığı
 - katyonların (Na ve K) ne olduklarının etkisi düşük
 - tuzluluk nedeniyle (0.2 M NaCl) NO_3^- 'deki azalma strese konulduğu ilk dakikadan itibaren ortaya çıkmış

24

TUZLULUK-BİTKİ GELİŞİMİ İLİŞKİSİ

Bireysel (Özel) İyon Etkisi – Beslenme Etkileri

- Sodyum iyonları kalsiyum alımında düzensizliğe neden olur.
- Diğer elementlerle birlikte besin elementleri açısından karmaşıklık,
 - kalsiyumun metabolizması ve taşınması üzerine tuzluluğun etkileri ile ilişkilendirilebilir
- Dış ortamdaki kalsiyum konsantrasyonu yüksekse tuzluluğun etkisini azaltabilir.
- Ortamdaki yüksek sodyum/kalsiyum oranı olumsuz etkiye sahiptir

25

TUZLULUK-BİTKİ GELİŞİMİ İLİŞKİSİ

Bireysel (Özel) İyon Etkisi – Beslenme Etkileri

- 50 mM NaCl ve 1mM'den daha az CaSO_4 konsantrasyonlardaki çözelti kültürlerinde,
 - NaCl'ün denemenin 7 günü boyunca tuzluluğa aşırı hassas fasulye bitkisinin gelişmesine zarar verdiğini gözlemlenmiş
 - 3 veya 10 mM konsantrasyonundaki Ca^{+2} 'un eklenmesi
 - bitkiyi NaCl'ün zararlı etkisinden tamamen korumuş
- Benzer sonuçlar fasulye bitkisinin olgunluk dönemi için de bulunmuştur

26

TUZLULUK-BİTKİ GELİŞİMİ İLİŞKİSİ

Bireysel (Özel) İyon Etkisi – Beslenme Etkileri

- Tuzlu koşullarda bitki performansı üzerine Ca^{+2} 'un etkisi özellikle yüksek Na^+ konsantrasyonlarında,
 - bitki hücre zarları üzerindeki bütünlük ve düzeltici rolü çok araştırılmıştır
- Farklı Na/Ca oranlarında tuzlulaştırılmış çözelti kültüründe yetiştirilen mısır bitkisinde
 - Yüksek oranlarda (molar bazda 34.6/1), bitki kalsiyum eksikliği çekmiştir
 - Bu oran 5.7/1 veya daha düşük olduğunda kalsiyum eksikliği görülmemiş
- Mısır bitkisinde, ortamdaki artan Na/Ca oranları
 - fotosentetik hız (CO_2 fiksasyonu)
 - ve su kullanım etkinliğini düşürmüştür

27

TUZLULUK-BİTKİ GELİŞİMİ İLİŞKİSİ

Bireysel (Özel) İyon Etkisi – Beslenme Etkileri

- Belirli bir bitkinin bazı varyeteleri besleme bozukluklarına dayanıklı olmasına karşılık bazı varyeteleri oldukça dayanıksızdır.
- Örneğin eriyebilir sülfatların yüksek konsantrasyonları
 - bazı marul varyetelerinde iç kahverengi lekeler (kalsiyum noksanlığı belirtisine) neden olduğu halde
 - bazı varyetelerde bu lekeler meydana gelmez
- Benzer şekilde kalsiyumun yüksek konsantrasyonları
 - bazı havuç varyetelerinde diğer varyetelerine göre daha fazla besleme bozukluklarına neden olur

28

TUZLULUK-BİTKİ GELİŞİMİ İLİŞKİSİ

Bireysel (Özel) İyon Etkisi – Beslenme Etkileri

- Çeşitli bitkilerin belirli besin maddelerine olan ihtiyaçları farklı olduğu gibi
 - bu besin maddelerini absorbe etme kabiliyetleri de oldukça farklıdır. Bu nedenle:
 - tuzluluğun bitki besleme yönünden etkileri sadece bazı bitkilerde ve belirli tip tuzluluk koşulunda görülür.
- Bu nedenle mineral besleyicilerin özel iyon etkileri
 - daha önceden kabul gören
 - ve tuzluluğun etkisinin az yada çok bireysel olmayıp toplamından ötürü ortaya çıkan etki şeklinde olduğu
 - ve bunun da çözeltide ölçülen elektriksel iletkenlik ile kolaylıkla ortaya konabildiği şeklindeki yargı değişmiştir.
- Günümüzde ortamın iyonik kompozisyonunun önemli olduğunu savunan fikirler çoğunluktadır.

29

TUZLULUK-BİTKİ GELİŞİMİ İLİŞKİSİ

Bireysel (Özel) İyon Etkisi – Toksik Etkiler

- Bazı özel iyonlar veya eseri elementler normal şartlar altında sulama sularında veya topraklarda çok az miktarda bulunurlar
 - bazıları bitki gelişmesi için çok az miktarlarda gerekli
 - bazıları gereksiz
 - bazıları doğal olarak su ve topraklarda bulunmaz
 - endüstri artıkları ile su kaynaklarına karışır ve buradan da topraklara geçerler

30

TUZLULUK-BİTKİ GELİŞİMİ İLİŞKİSİ

Bireysel (Özel) İyon Etkisi – Toksik Etkiler

- Herhangi bir toprağa toksik miktarda bir element ilave edilmesi halinde başlıca iki sonuç ortaya çıkar:
 - birinci halde toprakla birleşerek bu elementin konsantrasyonu azalır ve toksik olmaz
 - ikinci halde ise bu elementin birikimi zamanla artar
- Bir elementin toksik konsantrasyonu bulunduran sulama suyunun kullanılmasına devam edilmesi halinde zaman boyutunda denge durumuna ulaşılır.
 - Sonunda drenaj suyu ile topraktan dışarı atılan bu toksik element miktarı, sulama suyu ile verilen miktara eşit olur
 - Bundan sonra da toprakta bu element konsantrasyonu yönünden herhangi bir değişiklik meydana gelmez

31

TUZLULUK-BİTKİ GELİŞİMİ İLİŞKİSİ

Bireysel (Özel) İyon Etkisi – Toksik Etkiler

- Genellikle bu elementler topraklar tarafından kuvvetlice tutulur.
- Dolayısıyla bu elementlerin toksik seviyelerini bulunduran sulama suları,
 - toprakta denge durumuna ulaşmadan önce uzun seneler herhangi bir zarar görülmeksizin kullanılabilir
- Böyle sularla yapılan sulamalar sonucu toksisitenin doğması
 - uzun yıllar alabilir
- Toksisitenin oluşma zamanı suyun özelliklerinden başka diğer etkenlere de bağlıdır

32

TUZLULUK-BİTKİ GELİŞİMİ İLİŞKİSİ

Bireysel (Özel) İyon Etkisi – Toksik Etkiler

- Özel iyonların neden olduğu toksisite,
 - bitki besleme dengesinin bozulmasından daha önemlidir
- Birçok örnekte özel iyon etkisi için iki çeşit kanıttan biri gözlenebilir
 - a) Düşük veya orta konsantrasyonlardaki sodyum, klor, sülfat veya diğer iyonlar büyümeyi azaltabilir ya da özel hasarlara neden olabilir
 - b) Farklı kompozisyonlardaki çözeltiler çok farklı tepkiler ortaya çıkarabilir.
- Aynı türdeki bitkiler içinde bile
 - genotipler bu tepkileri farklılaştırabilir

33

TUZLULUK-BİTKİ GELİŞİMİ İLİŞKİSİ

Bireysel (Özel) İyon Etkisi – Toksik Etkiler

- Tuzlu topraklardaki bazı iyonların orta konsantrasyonlarında bile ortaya çıkan toksisiteler
 - en çok odunsu bitkilerde görülür
- Bernstein (1965) çeşitli meyve ağaçlarında
 - sodyum ve klor nedeniyle oluşan yaprak yaralanmalarını renkli fotoğraflarla göstermiştir
- Bu bitkiler orta derecedeki toprak tuzluluklarından dahi zarar görürler. Çünkü bunlar:
 - sodyumu ve kloru yapraklarından uzak tutabilme kabiliyetleri çok düşük
 - ve uzun ömürlüdür (özel iyonların birikmesi için yeterli zaman)

34

TUZLULUK-BİTKİ GELİŞİMİ İLİŞKİSİ

Bireysel (Özel) İyon Etkisi – Toksik Etkiler

- Tuzluluğun fosfat toksisitesi şeklindeki yaprak yanması etkilerini, soya fasulyesinde araştırılmış:
 - tuzluluk etkisi nedeniyle ortaya çıkan yaprak yanması,
 - fosfat konsantrasyonuna,
 - $\text{Ca}^{+2}/\text{Na}^{+}$ oranına
 - ve bitki çeşidine bağlı olarak değişiklik göstermiştir
- Tuza hassas buğday türlerinde
 - bitkinin yüksek Na^{+} içeren (>100 mM) besin çözeltilerinden olumsuz etkilendiği,
 - ancak Na^{+} içermeyen çözeltilerin yüksek konsantrasyonlarından dahi etkilenmediği belirlenmiş
- Tuza dayanıklı çeşitlerde ise bu çözeltilerin hiçbirisi etkili olmamıştır.

35

TUZLULUK-BİTKİ GELİŞİMİ İLİŞKİSİ

Sodyumun toprağa etkisi (bitki gelişimine dolaylı etki)

- Sodyum bitki gelişmesini iki biçimde etkiler:
 - beslenme problemleri
 - ve olumsuz toprak koşulları
- Sodyumlu topraklarda çözelti içerisinde
 - sodyum kalsiyumdan daha fazla bulunur.
- Bu nedenle bu tür topraklarda görülen beslenme problemleri
 - kalsiyumun dengesiz alımı sonucu oluşmaktadır.
- Sodyumlu topraklarda yetişen bitkiler, diğer sodyumlu olmayan topraklarda yetişenlere oranla,
 - bünyelerinde daha fazla sodyum ve daha az kalsiyum bulundurlar

36

TUZLULUK-BİTKİ GELİŞİMİ İLİŞKİSİ

Sodyumun toprağa etkisi (bitki gelişimine dolaylı etki)

- ESP değerinin 10 olması ile olumsuz toprak özellikleri baş gösterir
- Toprak yapısının bozulması ve teksel yapı nedeniyle su ve hava geçirgenliğinin kötüleşmesi
 - bitki gelişimini de olumsuz etkiler
- Bu tür sodyumlu topraklarda:
 - toprak kök bölgesi yada üst toprak bölümleri çoğunlukla ıslak kalır
 - kök gelişimi sınırlandırılır
 - sulama ve yağışlar ile ıslanma, ardından kuruma ile kabuk tabakası bağlama ve büyük çatlakların oluşması ile çimlenme azalır
 - Bitkilerde gelişme yavaşlar

37

TUZLULUK-BİTKİ GELİŞİMİ İLİŞKİSİ

Sodyumun toprağa etkisi (bitki gelişimine dolaylı etki)

- Hangi tür zararlanmanın hangi ESP değerlerinde oluşacağını söylemesi oldukça zordur
- Toprak yapısı ve onun stabilitesi üzerine pek çok faktör etkilidir
- Islah yönünden ele alındığında bu değer,
 - montmorillonit gibi şişen yapıda kil mineralleri içeren ince bünyeli topraklarda 5
 - kaba bünyeli topraklarda 25 değerleri arasında değişir

38

BİTKİLERİN TUZA DAYANIMLARI

- Bitkilerin tuza dayanmaları oldukça farklıdır.
- Tuza dayanım değişik şekillerde belirlenebilir:
 - a) Tuzlu topraklarda bir bitkinin yaşama kabiliyeti*
 - b) Tuzlu bir toprakta bir bitkinin mutlak verimi*
 - c) Bitkinin tuzlu ve tuzsuz topraktaki nispi verimlerinin karşılaştırılması (oransal verim)*

39

BİTKİLERİN TUZA DAYANIMLARI

a) Tuzlu topraklarda bir bitkinin yaşama kabiliyeti

- Bu kritere bağlı olarak meydana getirilen bitkilerin tuza dayanma ölçütleri sulu tarımda oldukça sınırlı bir uygulamaya sahiptir.
- Daha çok ekolojistler tarafından geniş çapta kullanılmaktadır.

b) Tuzlu bir toprakta bir bitkinin mutlak verimi

- Bitkilerin tuzlu topraktaki mutlak verimlerine göre meydana getirilen tuza dayanma dereceleri tarımsal yönden önemli olan ve kullanılan bir yöntemdir

40

BİTKİLERİN TUZA DAYANIMLARI

c) Bitkinin tuzlu ve tuzsuz topraktaki nispi verimlerinin karşılaştırılması (oransal verim)

- Bu kriter özellikle mutlak verimleri dolaysız olarak karşılaştıramayacak olan farklı bitkilerin karşılaştırılmasında çok kullanışlıdır.
- Tuzlu ve tuzsuz koşullarda bitkinin verdiği verimlerin karşılaştırılması esasına dayanır
- Birleşik Amerika Tuzluluk Laboratuvarı (1954) bu kriteri kullanmak suretiyle çeşitli bitkilerin tuza dayanma derecelerinin bir listesini geliştirmiştir
- Hazırlanan listede bitkilerin tuza dayanma değerleri, bitkinin aynı yetiştirme şartları altında tuzsuz bir toprakta yetiştirilmesi haline göre verimde % 50 azalmanın beklenebileceği toprak saturasyon ekstraktının (eriyiğinin) mmhos/cm olarak ifade edilen elektriksel iletkenlik (EC_e) değerlerine dayandırılmıştır.

41

BİTKİLERİN TUZA DAYANIMLARI

- Bitkilerin tuza dayanımları ile ilgili pek çok veri bulunmaktadır.
 - tüm dünyada bu konuda yapılmış
 - ve halen de yapılan pek çok çalışma mevcut
- Bu tuza dayanım sonuçları doğal olarak;
 - iklim koşullarını
 - ve bitki varyetelerindeki ve kültürel uygulamalardaki farklılığı yansıtmamaktadır
- İklim bitkilerin tuza dayanımları üzerine etkilidir
 - Soğuk iklimlerde yada dönemlerde tuza daha dayanıklı
 - Sıcak ve nemli dönemlerde ise tuza daha hassas

42

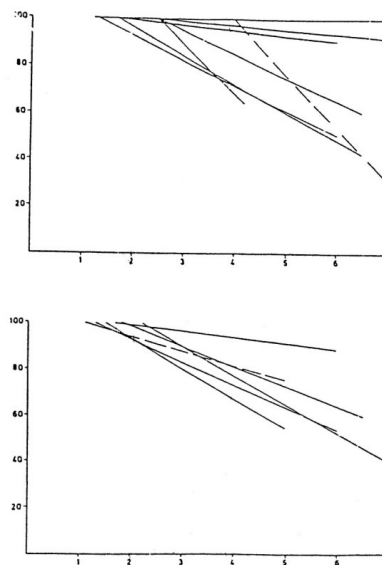
BİTKİLERİN TUZA DAYANIMLARI

- Verim ve tuzluluk arasındaki ilişki
 - %95 ile %25 arasında
 - yaklaşık doğrusal bir ilişki şeklinde karşımıza çıkmaktadır.
- Bu tür ilişkilere ait deneysel sonuçlara dayanarak hazırlanmış eğriler
 - toprak kök bölgesi ortalama tuzluluk değerleri (dS/m) ile oransal verim değerlerinin grafikleri şeklinde verilmekte
- Ortalama kök bölgesi tuzluluk değerleri
 - ilkbahar ve sonbaharda 0-80 cm kök bölgesinden alınan örneklerden hesaplanan tuzluluk değerlerinin ortalamalarını içermektedir.
- Pek çok bitki için verimdeki azalmalar
 - 1 dS/m den itibaren başlamış
 - ve $EC_e=4$ dS/m değerinde verim azalmalarının yaklaşık %20-25 düzeyine ulaştığı

43

BİTKİLERİN TUZA DAYANIMLARI

- Verim ve tuzluluk arasındaki ilişki



44

BİTKİLERİN TUZA DAYANIMLARI

- Bütün bitkiler tuzluluğa karşı aynı tepkiyi göstermez
- Bitkilerin tuza karşı toleransları (dayanımları);
 - bitki cinsine
 - ve genetik-morfolojik özelliklerine bağlı olarak farklılık gösterir.
- Tuzlu koşullarda dahi
 - bazı bitkiler ekonomik düzeyde ürün verebilirken,
 - diğerlerinin verimleri önemli düzeylerde azalır
- Tuzlu koşullarda ekonomik ürün verebilen bitkiler,
 - bu koşulda topraktan suyu alabilmek için gerekli ozmotik düzenlemeyi yapabilen bitkilerdir,
 - bunlar dayanıklı bitkiler olarak isimlendirilir.

45

BİTKİLERİN TUZA DAYANIMLARI

- Bitkilerin genel olarak tuza dayanımlarının bilinmesi çok önemlidir. Örneğin
 - tuzlaşmanın önlenemediği bazı alanlarda, o tuzluluk koşulunda ekonomik olarak verimli olamayan bir bitki çeşidinin, daha dayanıklı bir bitki ile değiştirilmesi ile, belirli tuzluluk koşullarında ekonomik tarım yapma olanağı ortaya çıkabilir
- Bitkiler arasında 8-10 kat daha dayanıklı çeşitlerin olduğu bilinmektedir. Bu özellik:
 - daha önce tuzluluğu nedeniyle kullanılamayan, orta tuzluluktaki bir su kaynağının, daha dayanıklı bitkilerin seçilmesi ile kullanılabilir hale gelmesini
 - belli tuzluluktaki toprakların da tarımsal üretimde kullanılabilmelerini sağlar

46

BİTKİLERİN TUZA DAYANIMLARI

- Günümüzde pek çok bitkinin tuza dayanımları bilinmekte ve bu değerler genel bir “bitkinin tuza dayanım rehberi” şeklinde verilebilmektedir
- Bu rehber çizelgelerde çoğu:
 - tarla bitkisi,
 - yem bitkisi,
 - sebzeler
 - ve meyve ağaçları
 için yarı-kurak alanlarda geliştirilen oransal tuza dayanım değerleri (deneysel değerler) yer almaktadır.

47

BİTKİLERİN TUZA DAYANIMLARI

Bitkilerin tuzluluğa dayanımları ve verimlilik potansiyelleri

TARLA BİTKİLERİ	VERİM POTANSİYELLERİ ²									
	%100		%90		%75		%50		%0	
	EC _e	EC _i	EC _e	EC _i	EC _e	EC _i	EC _e	EC _i	EC _e	EC _i
Arpa (<i>Hordeum vulgare</i>) ⁴	8.0	5.3	10	6.7	13	8.7	18	12	28	19
Pamuk (<i>Gossypium hirsutum</i>)	7.7	5.1	9.6	6.4	13	8.4	17	12	27	18
Şeker Pancarı (<i>Beta vulgaris</i>) ⁵	7.0	4.7	8.7	5.8	11	7.5	15	10	24	16
Sorgum (<i>Sorghum bicolor</i>)	6.8	4.5	7.4	5.0	8.4	5.6	9.9	6.7	13	8.7
Buğday, Ekmeklik (<i>Triticum aestivum</i>) ^{4,6}	6.0	4.0	7.4	4.9	9.5	6.3	13	8.7	20	13
Buğday, Makarnalık (<i>Triticum turgidum</i>)	5.7	3.8	7.6	5.0	10	6.9	15	10	24	16
Soya (<i>Glycine max</i>)	5.0	3.3	5.5	3.7	6.3	4.2	7.5	5.0	10	6.7
Börülce (<i>Vigna unguiculata</i>)	4.9	3.3	5.7	3.8	7.0	4.7	9.1	6.0	13	8.8
Yerfıstığı (<i>Arachis hypogaea</i>)	3.2	2.1	3.5	2.4	4.1	2.7	4.9	3.3	6.6	4.4
Çeltik (<i>Oriza sativa</i>)	3.0	2.0	3.8	2.6	5.1	3.4	7.2	4.8	11	7.6
Şeker kamışı (<i>Saccharum officinarum</i>)	1.7	1.1	3.4	2.3	5.9	4.0	10	6.8	19	12
Mısır (maize) (<i>Zea mays</i>)	1.7	1.1	2.5	1.7	3.8	2.5	5.9	3.9	10	6.7
Keten (<i>Linum usitatissimum</i>)	1.7	1.1	2.5	1.7	3.8	2.5	5.9	3.9	10	6.7
Bakla (<i>Vicia faba</i>)	1.5	1.1	2.6	1.8	4.2	2.0	6.8	4.5	12	8.0
Fasulye (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	1.0	0.7	1.5	1.0	2.3	1.5	3.6	2.4	6.3 ⁴⁸	4.2

BİTKİLERİN TUZA DAYANIMLARI										
Bitkilerin tuzluluğa dayanımları ve verimlilik potansiyelleri										
SEBZELER	VERİM POTANSİYELLERİ ²									
	%100		%90		%75		%50		%0	
	EC _e	EC _i	EC _e	EC _i	EC _e	EC _i	EC _e	EC _i	EC _e	EC _i
Sakızkabağı (<i>Cucurbita pepo melopepo</i>)	4.7	3.1	5.8	3.8	7.4	4.9	10	6.7	15	10
Pancar (kırmızı) (<i>Beta vulgaris</i>) ⁵	4.0	2.7	5.1	3.4	6.8	4.5	9.6	6.4	15	10
Balkabağı (Scallop) (<i>Cucurbita pepo melopepo</i>)	3.2	2.1	3.8	2.6	4.8	3.2	6.3	4.2	9.4	6.3
Brokoli (<i>Brassica oleracea botrytis</i>)	2.8	1.9	3.9	2.6	5.5	3.7	8.2	5.5	14	9.1
Domates (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	2.5	1.7	3.5	2.3	5.0	3.4	7.6	5.0	13	8.4
Hıyar (<i>Cucumis sativus</i>)	2.5	1.7	3.3	2.2	4.4	2.9	6.3	4.2	10	6.8
Ispanak (<i>Spinacia oleracea</i>)	2.0	1.3	3.3	2.2	5.3	3.5	8.6	5.7	15	10
Kereviz (<i>Apium graveolens</i>)	1.8	1.2	3.4	2.3	5.8	3.9	9.9	6.6	18	12
Lahana (<i>Brassica oleracea capitata</i>)	1.8	1.2	2.8	1.9	4.4	2.9	7.0	4.6	12	8.1
Patates (<i>Solanum tuberosum</i>)	1.7	1.1	2.5	1.7	3.8	2.5	5.9	3.9	10	6.7
Mısır, tatlı (<i>Zea mays</i>)	1.7	1.1	2.5	1.7	3.8	2.5	5.9	3.9	10	6.7
Tatlı patates (<i>Ipomoea batatas</i>)	1.5	1.0	2.4	1.6	3.8	2.5	6.0	4.0	11	7.1
Biber (<i>Capsicum annuum</i>)	1.5	1.0	2.2	1.5	3.3	2.2	5.1	3.4	8.6	5.8
Yeşil salata (<i>Lactuca sativa</i>)	1.3	0.9	2.1	1.4	3.2	2.1	5.1	3.4	9.0	6.0
Turp (<i>Raphanus sativus</i>)	1.2	0.8	2.0	1.3	3.1	2.1	5.0	3.4	8.9	5.9
Soğan (<i>Allium cepa</i>)	1.2	0.8	1.8	1.2	2.8	1.8	4.3	2.9	7.4	5.0
Havuç (<i>Daucus carota</i>)	1.0	0.7	1.7	1.1	2.8	1.9	4.6	3.0	8.1	5.4
Fasulye (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	1.0	0.7	1.5	1.0	2.3	1.5	3.6	2.4	6.3	4.2
Şalgam (<i>Brassica rapa</i>)	0.9	0.6	2.0	1.3	3.7	2.5	6.5	4.3	12	8.0

BİTKİLERİN TUZA DAYANIMLARI										
Bitkilerin tuzluluğa dayanımları ve verimlilik potansiyelleri										
YEM BİTKİLERİ	VERİM POTANSİYELLERİ ²									
	%100		%90		%75		%50		%0	
	EC _e	EC _i	EC _e	EC _i	EC _e	EC _i	EC _e	EC _i	EC _e	EC _i
Yüksek otlak ayrığı (<i>Agropyron elongatum</i>)	7.5	5.0	9.9	6.6	13	9.0	19	13	31	21
Otlak ayrığı (<i>Agropyron cristatum</i>)	7.5	5.0	9.0	6.0	11	7.4	15	9.8	22	15
Köpekdişi (<i>Cynodon dactylon</i>) ⁷	6.9	4.6	8.5	5.6	11	7.2	15	9.8	23	15
Arpa, yemlik (<i>Hordeum vulgare</i>) ⁴	6.0	4.0	7.4	4.9	9.5	6.4	13	8.7	20	13
Çokyıllık çim (<i>Lolium perenne</i>)	5.6	3.7	6.9	4.6	8.9	5.9	12	8.1	19	13
Dar yapraklı Gazal boynuzu ⁸ (<i>Lotus corniculatus tenuifolium</i>)	5.0	3.3	6.0	4.0	7.5	5.0	10	6.7	15	10
Yumrulu Kanyaş (<i>Phalaris tuberosa</i>)	4.6	3.1	5.9	3.9	7.9	5.3	11	7.4	18	12
Kamışsı Yumak (<i>Festuca elatior</i>)	3.9	2.6	5.5	3.6	7.8	5.2	12	7.8	20	13
Sibirya Ayrığı (<i>Agropyron sibiricum</i>)	3.5	2.3	6.0	4.0	9.8	6.5	16	11	28	19
Dar yapraklı Fiğ (<i>Vicia angustifolia</i>)	3.0	2.0	3.9	2.6	5.3	3.5	7.6	5.0	12	8.1
Sudan otu (<i>Sorghum sudanense</i>)	2.8	1.9	5.1	3.4	8.6	5.7	14	9.6	26	17
Rizomlu Otlakarpası (<i>Elymus triticoides</i>)	2.7	1.8	4.4	2.9	6.9	4.6	11	7.4	19	13
Yem Börülcesi (<i>Vigna unguiculata</i>)	2.5	1.7	3.4	2.3	4.8	3.2	7.1	4.8	12	7.8

BİTKİLERİN TUZA DAYANIMLARI <i>Bitkilerin tuzluluğa dayanımları ve verimlilik potansiyelleri</i>										
YEM BİTKİLERİ (DEVAMI)	VERİM POTANSİYELLERİ ²									
	%100		%90		%75		%50		%0	
	EC _e	EC _i	EC _e	EC _i	EC _e	EC _i	EC _e	EC _i	EC _e	EC _i
İri Gazalboynuzu (<i>Lotus uliginosus</i>)	2.3	1.5	2.8	1.9	3.6	2.4	4.9	3.3	7.6	5.0
Yüksek Sesbanya (<i>Sesbania exaltata</i>)	2.3	1.5	3.7	2.5	5.9	3.9	9.4	6.3	17	11
Sphaerophysa (<i>Sphaerophysa salsula</i>)	2.2	1.5	3.6	2.4	5.8	3.8	9.3	6.2	16	11
Yonca (<i>Medicago sativa</i>)	2.0	1.3	3.4	2.2	5.4	3.6	8.8	5.9	16	10
Salkrmyulaf (<i>Eragrostis sp.</i>) ⁹	2.0	1.3	3.2	2.1	5.0	3.3	8.0	5.3	14	9.3
Mısır, yemlik (<i>Zea mays</i>)	1.8	1.2	3.2	2.1	5.2	3.5	8.6	5.7	15	10
İskenderiye üçgülü (<i>Trifolium alexandrinum</i>)	1.5	1.0	3.2	2.2	5.9	3.9	10	6.8	19	13
Domuz Ayrığı (<i>Dactylis glomerata</i>)	1.5	1.0	3.1	2.1	5.5	3.7	9.6	6.4	18	12
Çayır Tilki kuyruğu (<i>Alopecurus pratensis</i>)	1.5	1.0	2.5	1.7	4.1	2.7	6.7	4.5	12	7.9
Çayır Uçgülü (<i>Trifolium pratense</i>)	1.5	1.0	2.3	1.6	3.6	2.4	5.7	3.8	9.8	6.6
Melez Uçgül (<i>Trifolium hybridum</i>)	1.5	1.0	2.3	1.6	3.6	2.4	5.7	3.8	9.8	6.6
Aküçgül (<i>Trifolium repens</i>)	1.5	1.0	2.3	1.6	3.6	2.4	5.7	3.8	9.8	6.6
Çilek Üçgülü (<i>Trifolium fragiferum</i>)	1.5	1.0	2.3	1.6	3.6	2.4	5.7	3.8	9.8	6.6

BİTKİLERİN TUZA DAYANIMLARI <i>Bitkilerin tuzluluğa dayanımları ve verimlilik potansiyelleri</i>										
MEYVELER ¹⁰	VERİM POTANSİYELLERİ ²									
	%100		%90		%75		%50		%0	
	EC _e	EC _i	EC _e	EC _i	EC _e	EC _i	EC _e	EC _i	EC _e	EC _i
Hurma (<i>Phoenix dactylifera</i>)	4.0	2.7	6.8	4.5	11	7.3	18	12	32	21
Grapefruit (<i>Citrus paradisi</i>) ¹¹	1.8	1.2	2.4	1.6	3.4	2.2	4.9	3.3	8.0	5.4
Portakal (<i>Citrus sinensis</i>)	1.7	1.1	2.3	1.6	3.3	2.2	4.8	3.2	8.0	5.3
Şeftali (<i>Prunus persica</i>)	1.7	1.1	2.2	1.5	2.9	1.9	4.1	2.7	6.5	4.3
Kayısı (<i>Prunus armeniaca</i>) ¹¹	1.6	1.1	2.0	1.3	2.6	1.8	3.7	2.5	5.8	3.8
Üzüm (<i>Vitis sp.</i>) ¹¹	1.5	1.0	2.5	1.7	4.1	2.7	6.7	4.5	12	7.9
Badem (<i>Prunus dulcis</i>) ¹¹	1.5	1.0	2.0	1.4	2.8	1.9	4.1	2.8	6.8	4.5
Erik (<i>Prunus domestica</i>) ¹¹	1.5	1.0	2.1	1.4	2.9	1.9	4.3	2.9	7.1	4.7
Böğürtlen (<i>Rubus sp.</i>)	1.5	1.0	2.0	1.3	2.6	1.8	3.8	2.5	6.0	4.0
Çilek (<i>Fragaria sp.</i>)	1.0	0.7	1.3	0.9	1.8	1.2	2.5	1.7	4.0	2.7

BİTKİLERİN TUZA DAYANIMLARI

- Çizelgelerde genel olarak
 - sulama sularının 0.7 dS/m den düşük tuzlulukları için oransal verim değerleri %100 dolaylarındadır.
 - Genel bir ifade ile tuzluluğu 0.7 dS/m den düşük olan sulama suları sorunsuz olarak kullanılabilir.
- Buna ek olarak tuzluluğu:
 - hemen hemen 3 dS/m 'ye kadar olan sulama sularının kullanımları, toprak tuzluluğunun bitkinin dayanım sınırları içerisinde tutulabilmesi için gerekli yıkama gereksinimi koşullarının sağlanması halinde, yüksek oransal verim potansiyellerini karşılayabilmektedir.

53

BİTKİLERİN TUZA DAYANIMLARI

- Daha yüksek tuzluluklarda ve hassas bitkiler için
 - yüksek yıkama gereksinimi nedeniyle ekonomik kullanım söz konusu olmayabilir.
- Genel olarak
 - %25-30 yıkama gereksinimi düzeyleri üst sınır değeri olarak kabul edilir
 - Bunun üzerindeki yıkama gereksinimi oranlarını karşılayabilmek, fazla miktarda sulama suyu gereksinimi doğuracağından, pratikte uygulanma zorluğu oluşur
 - Yıkama uygulanması sırasında özellikle killi topraklarda, suyun uzun süre toprak yüzeyinde göllenmesi sorunu olacağından, bu gibi koşullarda bitkinin değiştirilmesi pratik çözüm sağlayabilir
 - Tuzluluğu 3 dS/m nin üzerinde olan sulama sularının kullanımları ancak, büyük orandaki yıkama gereksinimi hacimlerinin kolayca infiltre olabileceği kumlu topraklarda mümkün olabilmekte

54

BİTKİLERİN TUZA DAYANIMLARI

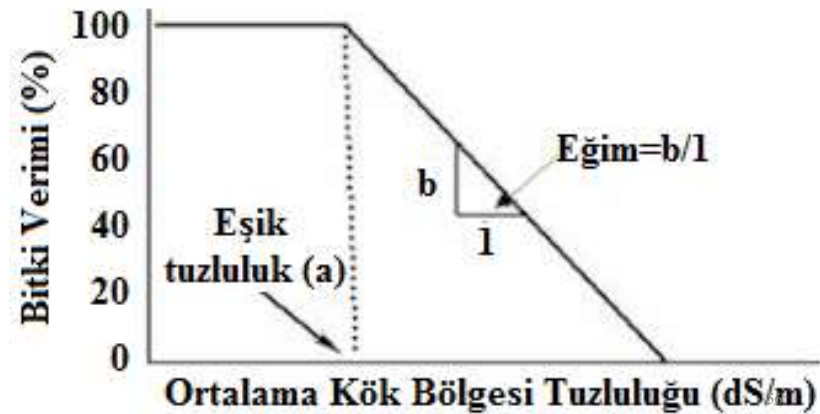
- Bitkilerin tuza dayanmaları incelenirken
 - toprak eriyiğinin elektriksel iletkenlik (EC_e) değerleri bir ölçü olarak kullanılır
- Bu değerler tamamen toprağın tarla kapasitesi rutubet kapsamındaki verimlerle ilgilidir.
 - Toprağın, sulamalar arasında fazlaca kurumasına izin verildiği hallerde verim azalmaları çok daha belirgin olur.
- Çünkü toplam toprak rutubet gerilimi
 - hem matris tansiyonun hem de eriyik tansiyonun bir fonksiyonu olup, toprağın kuruması halinde toprak rutubet gerilim değeri üssel olarak fazlaşır
- İyi uygulanan bir sulama programı bu zararı minimuma indirir.

55

BİTKİLERİN TUZA DAYANIMLARI

Genel olarak bir bitkinin tuza dayanım grafiği:

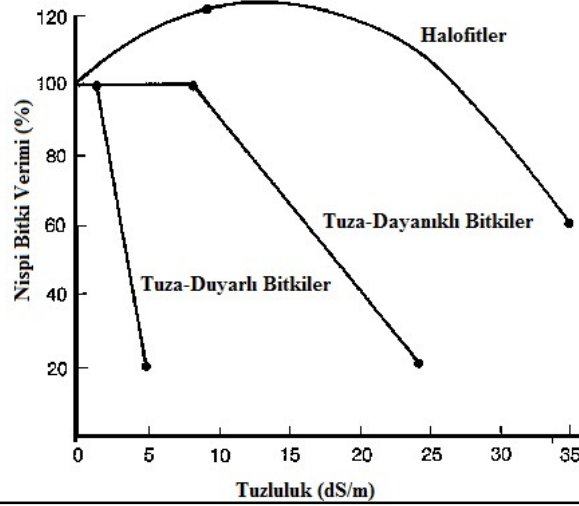
- Toprak eriyiği elektriksel iletkenlik değerinin farklı bitkilere etkileri oldukça değişik olsa da
- Bir bitkinin tuza dayanım grafiği:



BİTKİLERİN TUZA DAYANIMLARI

Çeşitli bitkilerin tuza dayanım grafiği:

- Artan tuz konsantrasyonuna bazı bitkiler doğrusal olmayan reaksiyon gösterirler



57

BİTKİLERİN TUZA DAYANIMLARI

- Tuzluluğun (sulama suyu tuzluluğu yada toprak tuzluluğu) artması ile birlikte
 - bir noktaya kadar verim potansiyelinde azalma oluşmazken (treshhold eşik değeri),
 - bu noktadan sonra, tuzluluğun artmaya devam etmesi ile verim potansiyeli de doğrusal olarak azalmaya başlar

- Bu ilişki:

$$Y = 100 - b \times (EC_e - a)$$

- Burada;

Y = Oransal verim değeri (%),

EC_e = Toprak saturasyon ekstraktı tuzluluk değeri (dS/m),

a = Tuzluluk eşik değeri,

b = Birim tuzluluk artışına bağlı verim azalması

58

TUZA DAYANIM VERİLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

- Çizelgelerde verilen dayanım ile ilgili
 - rakamsal değerler Maas ve Hoffman (1977) ile Maas (1984) den alınmıştır
- Bu verilere göre tuzluluğun artması ile birlikte,
 - verimin azalmaya ilk başladığı bir eşik değerinden sonra, verim değerleri doğrusal olarak azalma göstermektedir.
- Genelde karşılaşılan tuzluluk sınırları içerisinde bu doğrusal azalma miktarı,
 - tarla koşulları ile iyi bir uyum göstermektedir.
- Doğrusal azalmadan sapmalar,
 - verim potansiyelinin %50'nin altına düştüğü durumlarda görülebilir ki, bu düzeydeki verim değerleri artık ekonomik olarak kabul edilemez.

59

TUZA DAYANIM VERİLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

- Bu çizelgelerden oransal verim değeri eşitliğinde yer alan (a) ve (b) parametreleri hesaplanabilir.
- Bu değerler deneysel olarak bulunmuş değerlerle uyum içerisinde olacaktır.
 - (a) değeri, Çizelgede verilen %100 verim potansiyeli için EC_e değeri olarak alınır.

YEM BİTKİLERİ	VERİM POTANSİYELLERİ ²									
	%100		%90		%75		%50		%0	
	EC_e	EC_i	EC_e	EC_i	EC_e	EC_i	EC_e	EC_i	EC_e	EC_i
Yüksek otlak ayırığı (<i>Agropyron elongatum</i>)	7.5	5.0	9.9	6.6	13.0	9.0	19.0	13.0	31.0	21.0
Otlak ayırığı (<i>Agropyron cristatum</i>)	7.5	5.0	9.0	6.0	11.0	7.4	15.0	9.8	22.0	15.0
Köpekdişi (<i>Cynodon dactylon</i>) ⁷	6.9	4.6	8.5	5.6	11.0	7.2	15.0	9.8	23.0	15.0
Arpa, yemlik (<i>Hordeum vulgare</i>) ⁴	6.0	4.0	7.4	4.9	9.5	6.4	13.0	8.7	20.0	13.0

60

TUZA DAYANIM VERİLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

- (b) değeri ise yine çizelgeden ilgili değerler kullanılarak, hesaplanabilir:

$$b = \frac{100}{EC_e(\%0) - a}$$

- Eşitlikte;
 - $EC_e(\%0)$ = Çizelgede %0 verim potansiyeli için tuzluluk
 - (a) tuzluluk eşik değerini ifade etmektedir.
- Çizelge de verilen ve %100 verim potansiyeli dışındaki EC_e değerleri ise oransal verim değeri eşitliğinin $[Y = 100 - b \times (EC_e - a)]$ yeniden düzenlenmesiyle bulunabilir:

$$EC_e = \frac{100 + ab - Y}{b}$$

61

TUZA DAYANIM VERİLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Örnek: Çizelgedeki değerlere göre pamuk bitkisinin %90, %80 ve %60 verim potansiyelinin hangi tuzluluk değerlerinde meydana geleceğinin hesaplanması

- Pamuk bitkisi için Çizelgeden

TARLA BİTKİLERİ	VERİM POTANSİYELLERİ ²									
	%100		%90		%75		%50		%0	
	ECe	ECi	ECe	ECi	ECe	ECi	ECe	ECi	ECe	ECi
Arpa (<i>Hordeum vulgare</i>) ⁴	8.0	5.3	10.0	6.7	13.0	8.7	18.0	12.0	28.0	19.0
Pamuk (<i>Gossypium hirsutum</i>)	7.7	5.1	9.6	6.4	13.0	8.4	17.0	12.0	27.0	18.0
Şeker Pancarı (<i>Beta vulgaris</i>) ⁵	7.0	4.7	8.7	5.8	11.0	7.5	15.0	10.0	24.0	16.0

a = %100 verim potansiyeli için eşik değeri = 7.7 dS/m

$EC_e(\%0)$ = %0 verim potansiyeli tuzluluk değeri = 27.0 dS/m

- (b) hesap edilirse:

$$b = \frac{100}{EC_e(\%0) - a} = \frac{100}{27.0 - 7.7} = 5.2$$

62

TUZA DAYANIM VERİLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Örnek (devamı):

- Pamuk bitkisi için oransal verim eşitliği:

$$Y = 100 - b \times (EC_e - a) \Rightarrow Y = 100 - 5.2 \times (EC_e - 7.7)$$

- %90, %80 ve %60 verim potansiyellerinde EC_e değerleri:

$$EC_e(\%90) = \frac{100 + 7.7 \times 5.2 - 90}{5.2} = 9.6 \text{ dS / m}$$

$$EC_e(\%80) = \frac{100 + 7.7 \times 5.2 - 80}{5.2} = 11.6 \text{ dS / m}$$

$$EC_e(\%60) = \frac{100 + 7.7 \times 5.2 - 60}{5.2} = 15.4 \text{ dS / m}$$

63

TUZA DAYANIM VERİLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

- Çizelgede kritik EC_e değerleri
 - %100, 90, 75, 50 ve 0 verim potansiyelleri için verilmiştir.
 - ancak, istenen herhangi bir verim potansiyeli için değerler örnekteki gibi hesaplanabilir
- Çizelgedeki toprak tuzluluğuna (EC_e) eşdeğer sulama suyu tuzluluğu değerleri verilirken
 - konsantrasyon faktörü 1.5 olarak alınmıştır.
 - Bu değer %15-20 yıkama gereksinimi koşulları için geçerli olan ortalama bir değerdir (EC_e=1.5 EC_w).

TARLA BİTKİLERİ	VERİM POTANSİYELLERİ ²									
	%100		%90		%75		%50		%0	
	EC _e	EC _i	EC _e	EC _i	EC _e	EC _i	EC _e	EC _i	EC _e	EC _i
Arpa (<i>Hordeum vulgare</i>) ⁴	8.0	5.3	10.0	6.7	13.0	8.7	18.0	12.0	28.0	19.0
Pamuk (<i>Gossypium hirsutum</i>)	7.7	5.1	9.6	6.4	13.0	8.4	17.0	12.0	27.0	18.0
Şeker Pancarı (<i>Beta vulgaris</i>) ⁵	7.0	4.7	8.7	5.8	11.0	7.5	15.0	10.0	24.0	16.0

TUZA DAYANIM VERİLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

- Sulama suyu tuzluluğu için çizelgede verilen değerler,
 - %15-20 lik yıkama fraksiyonu koşullarında tuzların sulama ile gelip kök bölgesinde yığılması ile oluşan toprak tuzluluk değerlerini içermektedir.
- Alanda sulama suyu dışında bir tuzluluk kaynağının daha olması (yüksek taban suyu gibi) durumunda
 - sulama suyu tuzluluğu ile (EC_w) toprak tuzluluğu (EC_e) arasındaki konsantrasyon ilişkisi geçerli olmayacaktır.

65

TUZA DAYANIM VERİLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

- Oransal verim değerine ilişkin eşitliğin geliştirilmesinde verim değerleri,

$$Y = 100 - b \times (EC_e - a)$$
 - verim potansiyelinin %50-100 arası için olan değerlerdir.
- Çünkü bu doğrusal eşitlik bu aralıktaki verim değerlerini iyi tahmin edebilmektedir.
- Aynı zamanda bitki veriminin sıfır olarak kabul edildiği
 - ve topraktan suyu ekstrakte edemediği koşuldaki toprak tuzluluk değerinin (EC_e) tahmini için de kullanılabilir.
 - Bu şekilde tahmin edilmiş olan 0 verim değerleri için toprak tuzlulukları Çizelgenin son sütununda verilmiştir

66

TUZA DAYANIM VERİLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

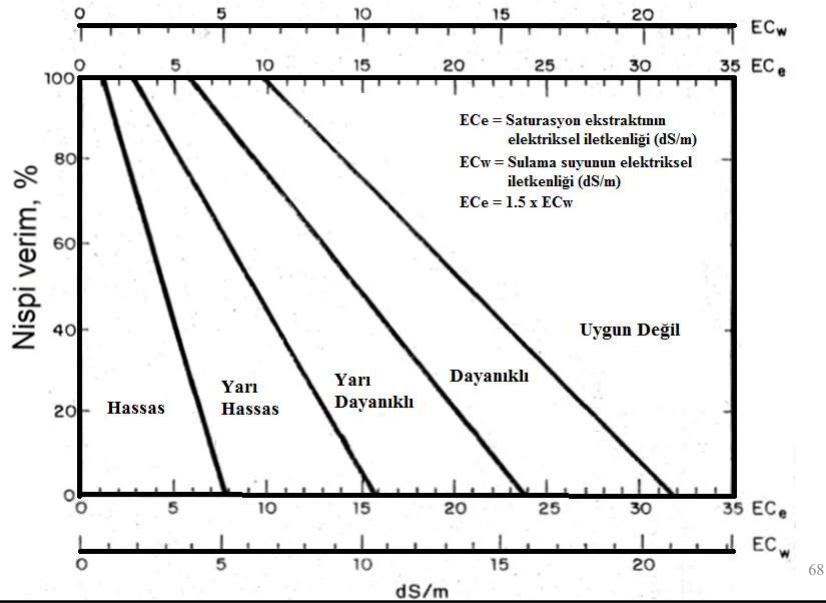
- Genel olarak kültür bitkileri için oransal tuza dayanım grupları:

Tuza dayanım grupları	Toprak Tuzluluğu (ECe) dS/m
Hassas	< 1.3
Yarı Hassas	1.3 - 3.0
Yarı Dayanıklı	3.0 – 6.0
Dayanıklı	6.0 – 10.0
Uygun Değil	> 10.0

67

TUZA DAYANIM VERİLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

- Eğer tolerans değerleri grafik formda işaretlenirse



68

BİTKİLERİN TUZA DAYANIMINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

- Belirli bir suyun kullanımında bitki verim potansiyeli
 - %100 den sıfıra kadar değişebilir,
- Çizelgede değişik verim potansiyelleri için verilen elektriksel iletkenlik değerleri
 - verim potansiyeli üzerine sadece su kalitesinin etkili olması durumunda geçerli olan değerler
- Ancak su kalitesinin dışında üretimi etkileyen başka faktörler de vardır
- Diğer koşulların da verimi azalttığı ancak;
 - tuzluluğun kısıtlayıcı ana faktör olduğu koşullarda, çizelgede verilen nisbi verimdeki azalma miktarları kullanılabilir

69

BİTKİLERİN TUZA DAYANIMINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

- Çizelgedeki toprak tuzluluk toleransı değerleri
 - bitkilerin geç fide oluşumu döneminden olgunlaşmaya kadar geçen süre için geçerlidir
- Çimlenme ve erken gelişme dönemlerindeki tuzluluk etkileri ise daha farklı olup
 - Bu değerler belirli bazı bitkiler için bilinmektedir.
- Genel olarak yüzey toprağının tuzluluk düzeyi 4 dS/m den fazla olduğunda:
 - çimlenme yavaşlar ve fide oluşumu gecikir
- Topraktaki kabuk bağlama ve çatlama olayları
 - bitkinin gelişme aşamasında sorunlar oluşabilir
- Yağışlar/ön sulamalarla toprak tuzluluğunun azaltılması ve kabuk bağlamanın önlenmesi sağlanmalı

70

BİTKİLERİN TUZA DAYANIMINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER*Çimlenme döneminde bazı bitkilerin tuzluluğa dayanımları*

BİTKİ	Çimlenmede %50 çıkış kaybı oluşturan değer (dS/m)
Arpa (<i>Hordeum vulgare</i>)	16-24
Pamuk (<i>Gossypium hirsutum</i>)	15.5
Şekerpancarı (<i>Beta vulgaris</i>)	6-12.5
Sorgum (<i>Sorghum bicolor</i>)	13
Safflower (<i>Carthamus tinctorius</i>)	12.3
Buğday (<i>Triticum aestivum</i>)	14-16
Kırmızı pancar (<i>Beta vulgaris</i>)	13.8
Yonca (<i>Medicago sativa</i>)	8.2-13.4
Domates (<i>Lycopersicon lycopersicum</i>)	7.6
Pirinç (<i>Oryza sativa</i>)	18
Kabak (<i>Brassica oleracea capitata</i>)	13
Hıyar (<i>Cucumis melo</i>)	10.4
Mısır (<i>Zea mays</i>)	21-24
Lahana (<i>Lactuca sativa</i>)	11.4
Soğan (<i>Allium cepa</i>)	5.6-7.5
Fasulye (<i>Phaseolis vulgaris</i>)	8

71

BİTKİLERİN TUZA DAYANIMINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

- Bazı ağaç bitkileri için (narenciye, badem gibi) kullanılan anaç bitkiler ve bağ anaçları,
 - tuzluluğa dayanımı etkileyebilir
 - özellikle Na⁺ ve Cl⁻ gibi toksik iyonların etkilerine karşı farklı tepki verirler
- Bir elementin absorbe edilen miktarı azaldığında,
 - biriktirilen miktar da azalacaktır.
- Bu özellikler anaç bitki seçiminde
 - ve üretilecek çeşitlerin belirlenmesinde önemli rol oynar

72

BİTKİLERİN TUZA DAYANIMINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

- Türler arasında çeşit farklılıkları yıllık bitkiler arasında da söz konusudur.
- Bu farklılıklar türler içerisindeki çeşitler arasında
 - tuza dayanıklılık açısından da olabilecektir.
- Bazı türler çizelgede verilen nisbi verim azalma miktar değerlerinden
 - az yada çok farklılık gösterebilir
- Burada dikkat edilmesi gereken husus,
 - sulama suyunun tuzluluğunun tuza dayanım sınırlarına yaklaşp yaklaşmadığı konusudur.
- Son 20 yıl içerisinde özellikle tuza dayanımı yüksek çeşitlerin ıslahı konusundaki çalışmalar
 - hız kazanmış ve önemli ilerlemeler kaydedilmiştir.

73

BİTKİLERİN TUZA DAYANIMINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

- İklim koşulları da bitkilerin tuzluluğa ve kurağa dayanımlarını etkileyen bir faktördür. Genel olarak;
 - soğuk iklimlerde yada soğuk geçen dönemlerde bitkilerin, daha ılık ve kurak geçen iklim yada dönemlere oranla, tuza daha yüksek bir dayanım gösterebildikleri
- Soğuk dönemlerde yada iklimlerde bitkilerin su ihtiyaçları daha düşük olacağından,
 - tuzluluk nedeniyle topraktaki suyun alımının düşük olması, bitkileri daha az etkileyecektir
 - ve bu gibi koşullarda yağışlarla yada sulamalarla biriken tuzların topraktan yıkanması daha kolay gerçekleşecektir

74

BİTKİLERİN TUZA DAYANIMINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

- Sıcak ve kurak koşullarda yüksek ET gereksiniminin oluşmasıyla bitki su kullanımı,
 - hem toprak suyunun hızlı bir biçimde azalması
 - hem de artan tuzluluk nedeniyle suyun alımının zorlaşması ile azalacaktır.
- Bu gibi koşullarda bitkiler daha erken su stresi belirtileri göstereceklerdir.
- İklim koşullarının bitkiyi etkilemesi genelde
 - tuzluluğa duyarlı (hassas) bitkilerde, tuzluluğa dayanıklı olanlara göre daha fazla olacaktır

75

BİTKİLERİN TUZA DAYANIMINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

- Gübreleme tuza dayanım üzerine düşük bir etkiye sahiptir.
- Bitki beslenmesinin kritik faktör olduğu koşullarda
 - gübrelemelerle bitki verimi arttırılabilir
- Ancak gübrelemenin kritik faktör olmadığı durumlarda
 - ek gübreleme tuza dayanımı iyileştirmeyecektir.
- Gübrelerin çoğu eriyebilir tuzlardan oluştuğu için,
 - Gereği gibi yapılmayan gübreleme uygulamaları toprak tuzluluğuna katkıda bulunabilir

76