

SULAMA SUYU KALİTESİ & TUZLULUK

TUZLULUK PROBLEMLERİNİN GİDERİLMESİ

1

GİRİŞ

- Tuzluluk kontrolünün asıl amacı, yeterli görülebilir düzeyde verimi korumaktır.
- Tuzlulukla ilgili olarak sulamada iki önemli kural
 - (1) Kök bölgesinde biriken tuzların buradan, verimi azaltıcı etkide bulunmadan, yıkama ile uzaklaştırılması,
 - (2) Her zaman toprakta nemin kolaylıkla alınabilir düzeyde bulundurulması.
- Bunun yanında iyi bir tuzluluk kontrolünde **drenaj**ın mutlak gerekliliği unutulmamalıdır
- Eğer drenaj yeterli ise, **yıkama** için gereken su
 - bitkinin tuza olan duyarlılığına
 - ve sulama suyunun tuzluluğuna bağlı olacaktır.
- Tuzluluk yüksek olduğunda,
 - yıkama için gereken su derinliği (hacmi) yüksek olacaktır²

GİRİŞ

- Yüksek yıkama hacmi durumunda ekonomik pazar koşullarının izin verdiği ölçüde,
 - daha **dayanıklı bitki seçimi** gündeme getirilebilir
- Ancak su kalitesi ile ilgili tuzluluk problemlerinin çözümünde,
 - bitkinin değiştirilmesi oldukça şiddetli bir değişim olup,
 - ancak diğer daha az şiddetteki önlemlerin işe yaramadığı koşullarda göz önüne alınır.
- Yıkama, düşük tuzluluktaki sulama sularının kullanıldığı koşullarda dahi
 - tuz birikimini önleyici bir uygulamadır
- Ancak yıkama yalnızca, drenajın yeterli olduğu
 - ve taban suyunun yükselerek tuzlulaşma kaynağı olarak etki yapmayacağı koşullarda uygulanabilir.

3

GİRİŞ

- Drenaj, yıkama ve daha dayanıklı bitki seçimi gibi uygulamalar,
 - uzun-dönem tuzlulaşmanın önlenmesi için göz önüne alınacak olan uygulamalardır,
- Bunun yanında
 - benzer verim azaltıcı etki oluşturacak kısa-dönem yada geçici tuzlulaşmaların önlenmesi için diğer **bazı kültürel önlemler**in de alınması gerekmektedir.
- Bazı kültürel önlemlerden olan
 - örneğin daha **sık sulama, arazi tesviyesi, gübreleme zamanının ayarlanması ve ekim yöntemleri** gibi uygulamalar tuzluluğun kontrolü çalışmalarına yardımcı niteliktedir

4

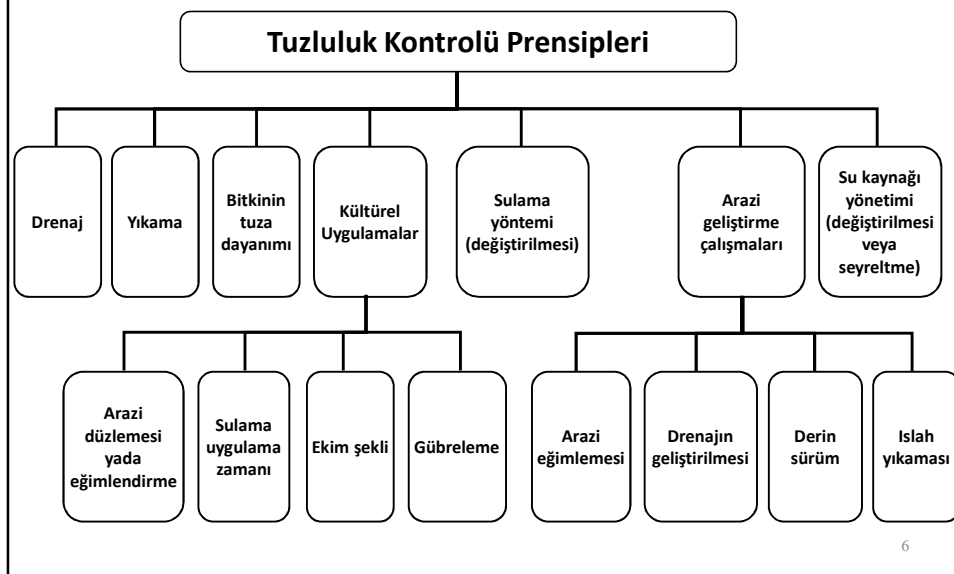
GİRİŞ

- Su kalitesinden kaynaklanmayan yüksek tuzluluk koşulunda ise
 - kısa dönemde bitkinin değiştirilmesi ile birlikte **drenaj ve arazi ıslahı çalışmaları**nın da göz önüne alınması gerekir.
- Toprak ıslahından sonra, kalıcı bitki deseni su kalitesine bağlı olarak oluşturulur.
- Bazı özel durumlarda,
 - belli bir dönem için alternatif bir su kaynağı var ise, tuzlu suyun oluşturacağı etkiyi önlemek için bu su kullanılabilir yada tuzlu su ile karıştırılabilir (**su kaynağı yönetimi**)
- Bütün bunlar
 - Tuzluluğun kontrolünde çok değişik yönetim (kontrol) önlemlerinin olduğunu göstermektedir
- Bu önlemler pratikte birlikte uygulanmalıdır

5

GİRİŞ

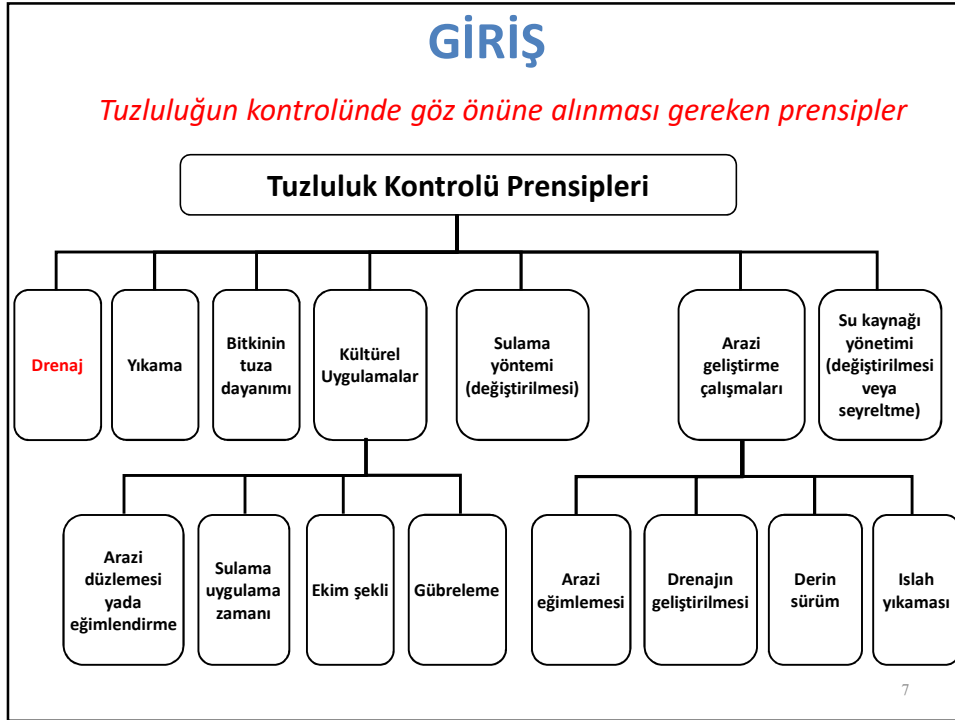
Tuzluluğun kontrolünde göz önüne alınması gereken prensipler



6

GİRİŞ

Tuzluluğun kontrolünde göz önüne alınması gereken prensipler



TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

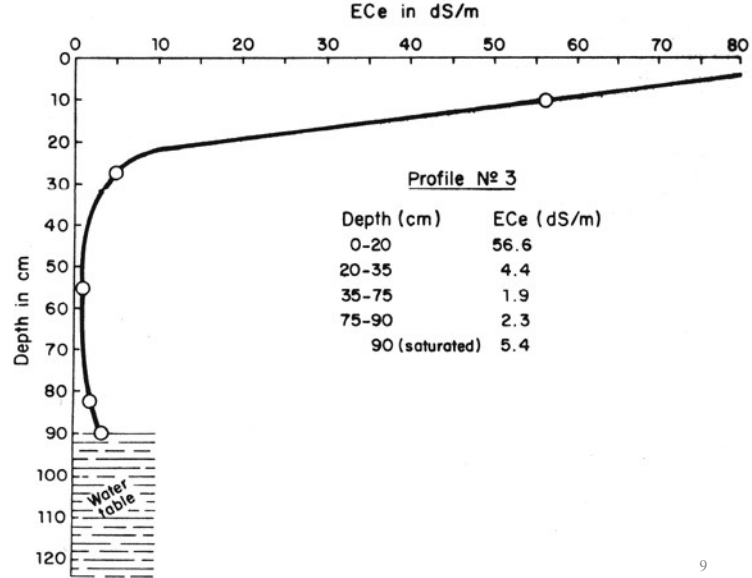
1) DRENAJ:

- Sulanan alanlarda gözlenen tuzluluk problemleri genellikle 1-2 m derinlikte yer alan kontrol edilemeyen taban suyu nedeniyle olmaktadır
- Bu topraklarda,
 - su kapilarite ile aktif kök bölgesi içerisine kadar yükselir
- Taban suyu tuzlu ise,
 - kök bölgesi içinde su bitki tarafından ve buharlaşma ile eksildiğinden sürekli bir tuzlulaştırıcı kaynak niteliği taşır.
- Toprakların bir süre nadasa bırakıldığı özellikle sıcak iklime sahip bölgelerde bu şekildeki tuzlulaşma daha süratli olabilir.

8

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

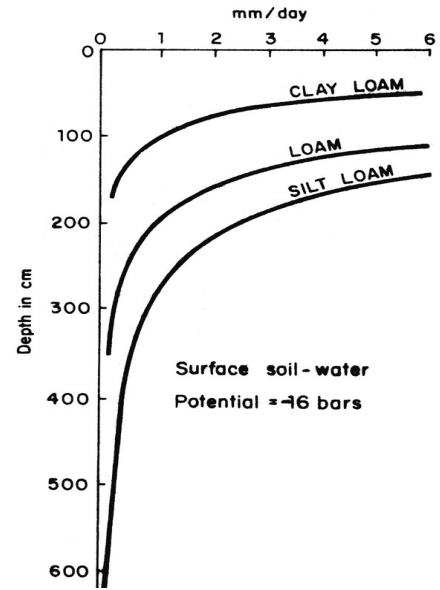
1) DRENAJ: Yüksek taban suyu koşulunda tuzluluk profili



TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

1) DRENAJ:

- Kontrolsüz tuzlu taban suyundan olan tuzlulaşmanın derecesi:
 - sulama yönetimine,
 - yer altı suyu derinliği ve tuzluluğuna,
 - toprak tipine,
 - iklim koşullarına bağlıdır.
- Yandaki şekil:
 - taban suyundan önemli derecede tuz taşınması olabileceğini göstermektedir.



Kapilar yükselme ile taban suyu düzeyi ilişkisi

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

1) DRENAJ:

- Kurak ve yarı-kurak alanlarda, eğer taban suyu güvenli bir derinlikte tutulamaz ise (genellikle 2m)
 - kötü drenajın neden olduğu tuzlulaşma yeterince kontrol altına alınamaz.
- Bu kontrol:
 - açık drenaj yada “yearaltı” drenaj teknikleri ile
 - yada bazı noktalarda açılacak drenaj kuyuları ile tuzlu suyun alandan uzaklaştırılıp güvenli tuz-depolarına taşınması ile sağlanabilir.
- Drenaj yeterli olduğunda,
 - sulama suyu kalitesi ve sulama yönetimi ile ilişkili tuzlulaşma yalnızca, sulama suyu ile iletilen tuzlar toprak kök bölgesinde verimi etkileyici düzeyde biriktiğinde önemli olacaktır.

11

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

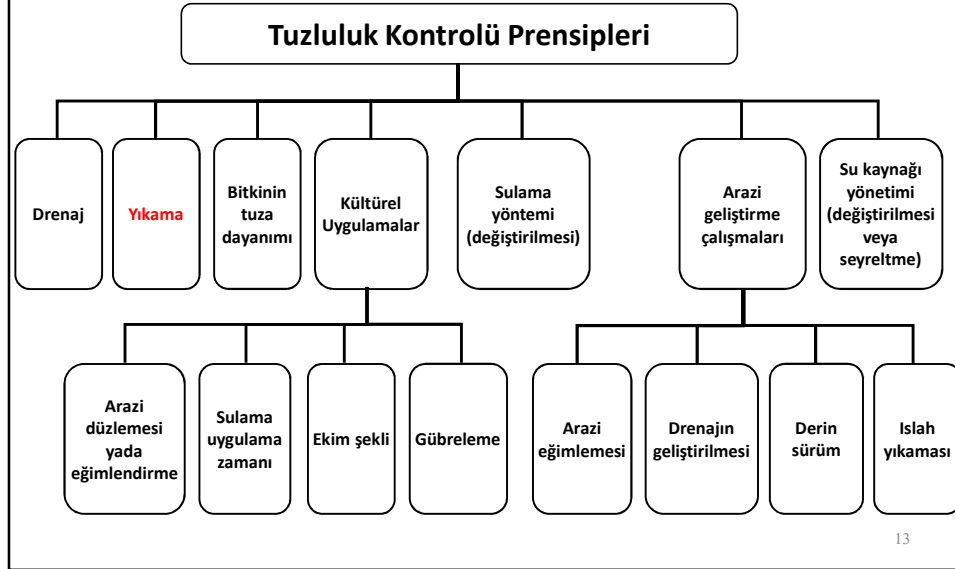
1) DRENAJ:

- Etkin bir tuzluluk kontrolü,
 - taban suyunun belli bir derinlikte kontrolü ve stabilizasyonu
 - ve gerektiğinde yıkama suyunun uygulanması aşamasında yeterli bir drenaj sistemini mutlaka içermelidir.
- İstenen düzeyde bir yıkamayı sağlayacak olan
 - sulama uygulamasından oluşacak net akış miktarı tuzluluğu kontrol edecektir.
- Sulanan alanlarda belirtilen tuz birikiminin tamamının
 - uygulanan sulama suyu ile iletilen tuzlardan meydana geldiği varsayılır

12

GİRİŞ

Tuzluluğun kontrolünde göz önüne alınması gereken prensipler



TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

2) YIKAMA:

- Topraktaki eriyebilir tuzlar aşırı düzeyde biriktiğinde yada aşırı düzeyde birikeceği anlaşıldığında,
 - bitkinin su gereksiniminden daha fazla olarak uygulanacak yıkama ile kök bölgesinden uzaklaştırılabilir.
- Yıkama, sulama suları ile taşınan tuzların yıkanmasında anahtar uygulama olmaktadır.
- Zaman boyutunda, yıkama ile kök bölgesinden uzaklaştırılan tuzların miktarı, sulama suyu ile iletilen yada biriktirilen tuz miktarından daha fazla olmalıdır.
- Burada cevaplanması gereken soru,
 - ne kadar yıkama suyu verilmeli
 - ve ne zaman uygulanmalı?

14

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

2) YIKAMA: *Yıkama Gereksinimi (LR)*

- Genellikle “*yıkama hacmi, LF*” ile “*yıkama gereksinimi, LR*” terimleri birlikte kullanılmaktadır.
 - her iki terim, tuzluluğun kontrolünde kök bölgesi altına sızan sulama suyu miktarını ifade etmektedir.
- Ancak, yıkama gereksinimi kavramının içerisinde
 - bitkinin ekonomik verimlilik düzeyi de dahil edilmektedir.
- **Yıkama gereksinimi:**
 - toprakta yetiştirilen bitkinin ekonomik verimlilik potansiyelinin azalmasına neden olmayacak tuzluluk düzeyinin oluşturulmasında, kök bölgesi altına sızan su hacminin uygulanan toplam su hacmine oranı

15

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

2) YIKAMA: *Yıkama Gereksinimi (LR)*

- Tuzluluk göz önüne alındığında ise, yıkama gereksinimini belirleyebilmek için,
 - sulama suyu tuzluluğu (EC_w)
 - ve bitkinin tuza dayanım değerleri (EC_e) bilinmelidir.
- Sulama suyu tuzluluğu
 - laboratuvar analizleri ile elde edilebilirken,
- EC_e değeri
 - bitkilerin tuza dayanımlarını ifade eden tablolardan alınabilir
 - Bu tablolarda %90 verim potansiyel değerleri (kabul edilebilir) için verilen EC_e değerleri bu amaçla kullanılabilir

16

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

2) YIKAMA: Yıkama Gereksinimi (LR)

- Yıkama gereksinimini de içeren toplam sulama suyu miktarını bulmak için kullanılacak eşitlik;

$$AW = \frac{ET}{1 - LR}$$

Eşitlikte;

AW = Uygulanan sulama suyu derinliği (mm/yıl),

ET = Yıllık toplam bitki su gereksinimi (mm/yıl),

LR = Fraksiyon olarak yıkama gereksinimi değeri (= LF)

19

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

2) YIKAMA: Yıkama Gereksinimi (LR)

Örnek: Yıkama gereksinimi hesaplanması

- Mısır (tatlı) bitkisi karık sulama ile sulanıyor. Bitki homojen olarak ekilmiş ve kullanılan nehir suyunun tuzluluğu (EC_w) 1.2 dS/m. Bitki yıllık toplam su gereksinimi (ET) 800 mm. Sulama randımanı %65. Yıkama gereksinimi için verilmesi gereken su miktarı ne kadardır?

- Verilenler:

- $EC_w = 1.2$ dS/m,
- $EC_e = 2.5$ dS/m (tablodan mısır için %90 verim potansiyelinde)
- $EC_e = 1.7$ dS/m (tablodan mısır için %100 verim potansiyelinde)
- Bitki su ihtiyacını karşılamak için alana verilmesi gereken toplam sulama suyu miktarı $800/0.65 = 1230$ mm

SEBZELER	VERİM POTAN.			
	%100		%90	
	EC_e	EC_i	EC_e	EC_i
Mısır, tatlı (Zea mays)	1.7	1.1	2.5	1.7

20

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

2) YIKAMA: Yıkama Gereksinimi (LR)

Örnek: Yıkama gereksinimi hesaplanması

- Açıklama: Yıkama gereksinimi, istenen verim potansiyeli değeri kullanılarak hesaplanabilir

$$LR = \frac{EC_w}{5(EC_e) - EC_w} = \frac{1.2}{5(2.5) - 1.2} = 0.10 (\%90 \text{ verim pot.})$$

$$LR = \frac{EC_w}{5(EC_e) - EC_w} = \frac{1.2}{5(1.7) - 1.2} = 0.16 (\%100 \text{ verim pot.})$$

- Hem bitki su tüketimini hem de yıkama gereksinimini karşılamak üzere verilmesi gereken toplam sulama suyu miktarı:

$$LR = \%10 \Rightarrow AW = \frac{ET}{1 - LR} = \frac{800}{1 - 0.10} = 890 \text{ mm/mevsim}$$

$$LR = \%16 \Rightarrow AW = \frac{ET}{1 - LR} = \frac{800}{1 - 0.16} = 952 \text{ mm/mevsim}$$

21

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

2) YIKAMA: Yıkama Gereksinimi (LR)

Örnek: Yıkama gereksinimi hesaplanması

- Burada sulamanın başarılması için gereken miktar yani bitki su ihtiyacı ile sulama kayıpları birlikte 1230 mm dir.
- Bu miktar, bitki su ihtiyacı ile birlikte yıkama gereksinimi toplamı olan 952 veya 890 mm den daha fazla olduğundan, burada sorulacak soru, bu fazla suyun derine sızma kayıplarından mı oluştuğu ve bu fazlalığın yıkama gereksinimini içerip içermediğidir.
- Genelde derine sızma kayıpları, normal sulamalar altında 0.15 lik bir yıkama gereksinimi düzeyini her zaman içerirler ki bu yıkama gereksinimi miktarı genel uygulamalar içerisinde sıkça rastlanan ve yeterli olabilen bir düzeydir.
- Bu örnekte, gereksinilen yıkama ihtiyacı oranı olan 0.10 yada 0.16, sulama etkinliği içerisinde yer alan miktarla karşılanabildiğinden, tuzluluğun kontrolü için ayrıca yıkama amaçlı su uygulanmasına gerek kalmamaktadır.

22

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

2) YIKAMA: *Yıkama Zamanı*

- Verim azalmasına neden olacak kadar tuzun birikmesi belli bir zaman alacaktır.
 - Pek çok iyi kalitede sulama suyu için, yıkama olmadan, verim üzerine etkili olacak kadar tuz birikimi olabilmesi için genellikle 2 ya da daha fazla yıl geçmesi gerekir
- Ayrıca, tuzun zararlı düzeylere ulaşabildiği gelişme döneminin sonlarında,
 - tuzluluk etkisi daha az olacaktır.
- Bu nedenle gelişmenin başlangıcında tuzluluk yeterince düşükse,
 - gelişme dönemi içerisindeki su kullanım etkinliği, tuzluluktan ötürü herhangi bir azalma oluşturmadan, %100 olarak alınabilir.

23

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

2) YIKAMA: *Yıkama Zamanı*

- Gelecek yetiştirme dönemine kadar,
 - yağışlar, nadas dönemi ve ekim öncesi sulamalar sonucunda kök bölgesindeki tuzlar alt katlara doğru yıkanır
 - ve tuzluluk nedeniyle bitkinin su kullanımında yeni dönemde bir problem ortaya çıkmaz
- Sıcak yaz dönemi içerisinde,
 - hem bitki su gereksinimini
 - hem de yıkama gereksinimini birlikte karşılamak zor olabilir
- Unutulmamalıdır ki,
 - tuz birikiminin verim azalmasına neden olması beklenmediği sürece yıkama işlemi gereksizdir.

24

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

2) YIKAMA: *Yıkama Zamanı*

- Yıkama zamanı da,
 - bitkinin tuza dayanımı göz önüne alındığında eğer dayanım sınırları açısından bir sorun olacağına inanılmadığı sürece, önemli olmayacaktır.
- Ancak bu yıkamanın önemsiz olduğunu göstermez
- Yıkama gereksinimi,
 - fazla tuz birikimini önlemede yeterli olmalıdır.
- Yıkama uygulamaları
 - her sulamada, alternatif sulamalarda yada daha seyrek olmak üzere yıllık veya daha uzun aralıkta,

verim yeteri kadar azalmadan tuzluluğu eşik değerinin altında tutmak için yapılabilir.

25

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

2) YIKAMA: *Yıkama Zamanı*

- Genellikle, sulamadaki düşük randıman sonucu
 - ihtiyaç duyulan yıkama gereksinimi hacmi kendiliğinden oluşabilir ve ek bir yıkama uygulaması gereksiz hale gelir
- İyi kaliteli suyun kullanıldığı ve yıkama gereksiniminin düşük olduğu (<0.10) koşullarda,
 - sulama etkinliğinin azlığı nedeniyle kök bölgesi altına sızan su hacmi, hemen hemen her zaman yeterli yıkamayı oluşturur.
- Su kalitesinin kötü olduğu koşullarda
 - genellikle büyük hacimleri kapsayan yıkama gereksinimleri ortaya çıktığından, problemin drenaj sorunu ile birlikte ele alınması gerekir

26

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

2) YIKAMA: *Yıkama Zamanı*

- Yağışlar, yıkama gereksinimi hacminin hesaplanmasında mutlaka göz önüne alınmalı
 - yağışlarla toprağa giren su miktarı hem bitki ET sinin bir bölümünü,
 - hem de yıkama gereksiniminin bir bölümünü karşılar
- Etkili yağış miktarı
 - eksik olan ET yi karşılamakta rol oynar
 - eğer ET değerinden fazla ise bu kez drenaj suyu oluşturur ve kök bölgesinden tuzları yıkayarak yıkama gereksiniminin bir bölümünü yada tamamını karşılar

27

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

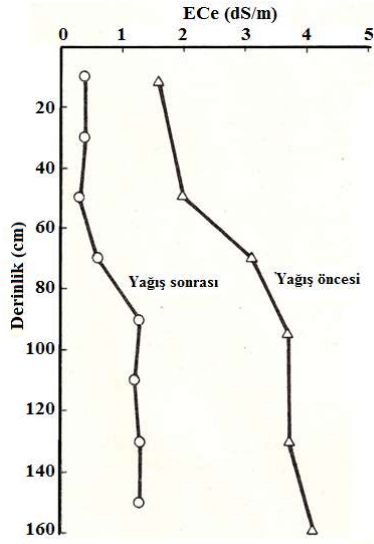
2) YIKAMA: *Yıkama Zamanı*

- Yağışın, yıkama gereksiniminin tamamını yada bir kısmını karşılamasının avantajı,
 - uniform etkisi ve düşük tuzluluğudur (<0.05 dS/m).
- Eğer yağışın intensitesi,
 - toprağın infiltrasyon hızından daha düşük olursa etkisi daha fazla olur.
- Yıkamaya katkı sağlayan toplam yağış miktarı,
 - yıkama gereksinimi (LR) hesabında kullanılan ortalama sulama suyu tuzluluğunun azalmasına
 - ve böylece oransal olarak yıkama gereksinimi hacminin de azalmasına neden olur

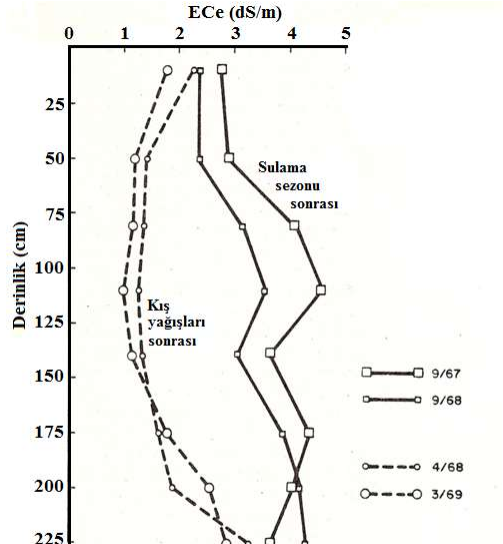
28

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

2) YIKAMA: Yıkama Zamanı



150 mm yağış öncesi ve sonrasında kumlu-tınlı bir toprak profilinde tuzluluk değişimi



Bir limon bahçesinde kış yağışları sonrasında ve sulama sezonu sonunda toprak profil tuzlulukları

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

2) YIKAMA: Yıkama Zamanı

- Yağışın düşük olduğu yıllarda yada alanlarda,
 - Yağış, toprağın su tutma kapasitesini tamamlamada yetersizdir,
 - ve bu koşulda profilde biriken tuzların yıkanmasında bir etkisi olmaz ancak tuzların toprağın üst katlarından alt katlarına doğru hareket etmesine neden olur.
- Bu durum üst toprak katmanlarının düşük tuzluluğu sahip olmasına sebep olarak
 - Özellikle tohumların çimlenme oranı arttırır.

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

2) YIKAMA: *Yıkama Zamanı*

- Yağışların soğuk aylarda meydana geldiği iklimlerde,
 - kurak geçen yıllarda dahi kış yıkamasının oluşması mümkün olabilir
- Yoğun sonbahar yada erken kış sulamaları, topraktaki nem açığını gidererek doyuracağından,
 - düşük tuzluluktaki kış yağışlarının yıkama gereksinimin bir bölümünü yada tamamını yapabilmesine olanak sağlar
- Kış yağışlarının bunu başaramadığı durumlarda ise,
 - erken dönem (ilkbahar) sulamalarında oluşacak derine sızma kayıpları tarafından toprak nem açığı giderilerek yıkama oluşturulur

31

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

2) YIKAMA: *Yıkama Zamanı*

- Yıkama gereksinimi eşitliği yardımıyla,
 - yalnızca gerçekte oluşabilecek toplam yıkama tahmin edilebilir
- Toprak ve bitkinin izlenmesi yıkamanın hesaplanmasında yararlı gereçlerdir.
- Bir sulama sezonundan diğerine önemli değişimler meydana gelebilir;
 - Bu nedenle izleme toprak tuzluluğu değişimindeki uzun dönem eğilimlerin ortaya konulması açısından önemlidir
- Pek çok çalışma, tarla denemesi ve gözlemleri
 - yıkamanın verimliliğinin artırılmasında ve
 - gereksinilen suyun miktarının azaltılmasına yardımcı olur

32

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

2) YIKAMA: *Yıkama Zamanı*

- **Yıkama etkinliğinin arttırılması için öneri ve uygulamalar:**
 - Sıcak periyot yerine yıkama soğuk periyotta uygulanmalı,
 - bu aynı zamanda buharlaşmayı da azaltır
 - Mümkün olduğunca tuza dayanıklı ürünleri seçilmeli,
 - gereksinilen LR miktarı ve toplam su gereksinimi azalır
 - Toprak işlemenin eğime dik olacak şekilde yapılması
 - Yüzey akışı azalacağından suyun toprağa infiltrasyonu artar
 - Yağmurlama sulama yöntemi kullanıldığında, yağmurlama hızının toprak infiltrasyon oranından daha düşük olması sağlanmalı
 - yüzey akışının oluşmasını engellenir
 - Yağışlar başlamadan sulama yapılması,
 - yıkama için beklenen normal yağış toplamının yeterli olmadığı iklimlerde önerilir

33

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

2) YIKAMA: *Yıkama Zamanı*

- **Yıkama etkinliğinin arttırılması için öneri ve uygulamalar:**
 - Periyodik gölleme ve kuruma uygulaması yapılmalı
 - sürekli göllemeye oranla, daha uzun zaman gereksinimine rağmen daha az su kullanımı ve daha etkili yıkamaya sağlar
 - Yüksek taban suyunun ikincil tuzlulaşma oluşturabileceği alanlarda daha uygun bir yöntemdir.
 - Mümkün olduğunca yıkamalar, bitki su gereksiniminin daha az olduğu dönemlerde yada bitki gelişme döneminin sonunda yapılmalı
 - Özellikle sıcak yaz aylarında ikincil tuzlulaşmanın kapilarite nedeniyle etkin olabileceği durumlarda nadas uygulamasından kaçınılmalı
 - İnfiltrasyon oranı düşük ise, aşırı su uygulanmamalı
 - ön sulama yada sezon sonu yıkama uygulamaları tercih edilmeli⁴

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

2) YIKAMA: *İzleme*

- İyi bir sulama yönetimi,
 - yeterli sulama suyu ve yıkama gereksinimini toplamının atık su oluşturmada uygulanmasını içerir
- Sulama suyu gereksinimi ve sulama suyu toplamı tahmin edilebilir ve
 - uygulanacak toplam sulama suyu derinliği hesaplanabilir
- Bununla beraber pek çok koşulda,
 - uygulanacak su derinliğinin (uygulama süresi ve alan) tahmini doğru olmayabilmekte dolayısıyla tuzluluğun kontrolünde yıkamanın yararlılığı güvenilir olmamakta
- Geçmiş uygulamalar ve halihazır koşullar için güvenilir tahminler toprak örnekleri alınarak tuzluluk analizleri ile yapılabilir

35

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

2) YIKAMA: *İzleme*

- *İzleme için önerilen uygulamalar*
 - Toprak örnekleri alarak yada kazarak bitki kök derinliği tahmin edilir
 - Kök bölgesinin her bir çeyrek derinliği için:
 - toprak örnekleri alınıp saturasyon ekstraktında EC_e ölçümü yapılır
 - Kök derinliği (ordinatta) ve toprak tuzluları (apsiste) olacak şekilde bir grafik çizilir
 - Çizilen eğri tipik yıkama oranları ($LF= 0.1, 0.15, 0.20, 0.30, 0.40$) için hazırlanmış benzer grafikteki eğrilerle karşılaştırılır
 - tuzluluk profili şekli üzerine dayalı örnek yeri için bir yıkama oranı tahmin edilir

36

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

2) YIKAMA: İzleme

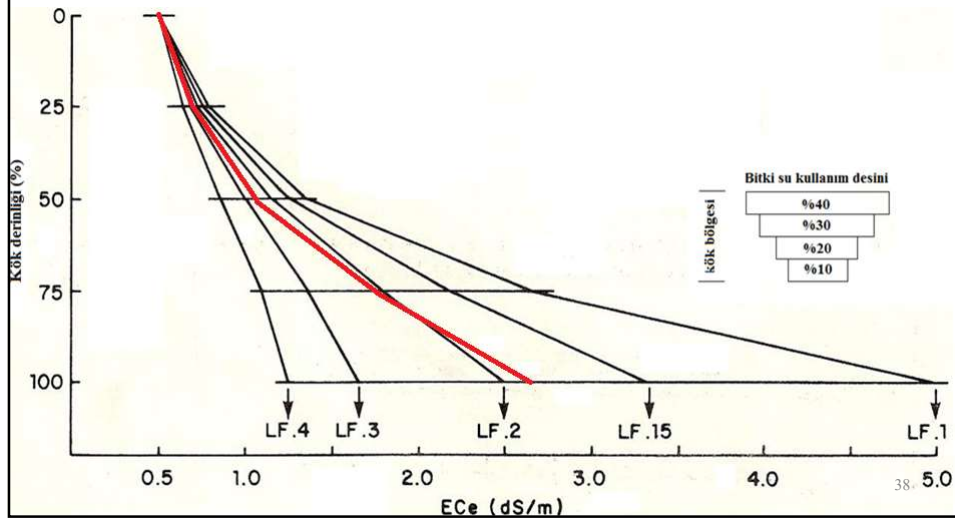
İzleme için önerilen uygulamalar

- Kök bölgesi profiline ait dört toprak EC_e değerinden yararlanarak, ortalama kök bölgesi tuzluluğunu hesaplanır
- Ortalama EC_e değeri yetiştirilmesi düşünülen bitkiye ait dayanıklılık değeri ile karşılaştırılır
- Halihazırdaki LF değeri ile ortalama EC_e değeri kullanılarak, yıkama fraksiyonu değerini azaltmak yada artırmak için gereken sulama uygulaması ayarlanır
 - böylece seçilen bitki için dayanım değerlerine uygun olarak toprak tuzluluk değerinin azaltılması için gerekli yıkama fraksiyonu belirlenmiş olur
 - Toprak tuzluluk değeri bitkiye göre oluşturulamıyorsa, toprak tuzluluk değerine uygun bitki seçimi yapılmalıdır

37

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

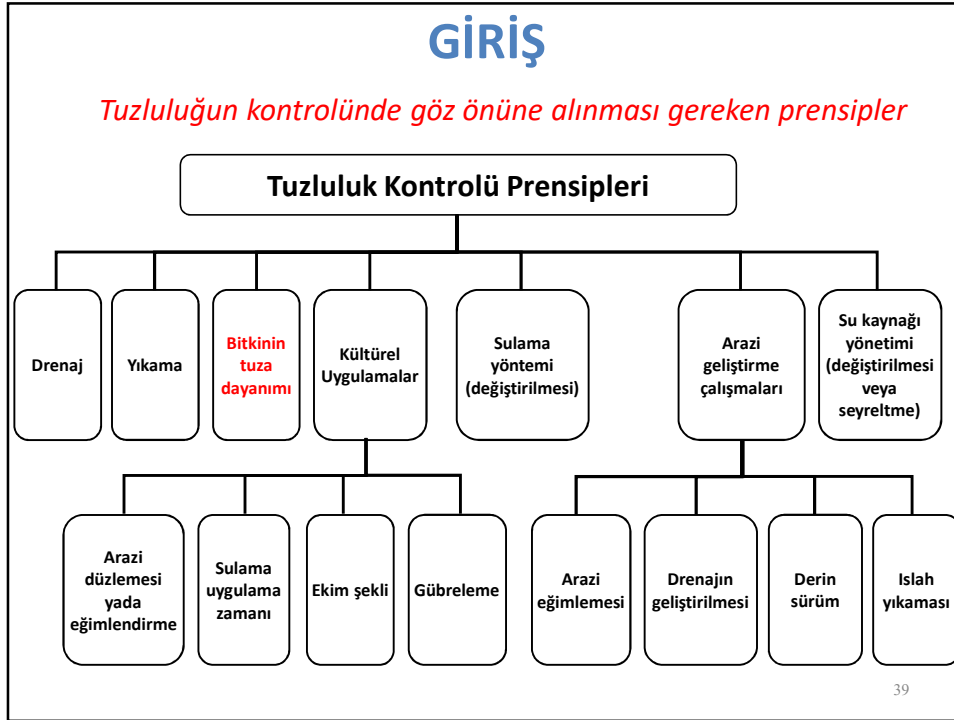
Elektriksel iletkenliği 1.0 dS/m olan su kaynağının farklı yıkama fraksiyonlarında uzun dönem kullanımı sonucu kök bölgesinde oluşması beklenen tuzluluk profili



38

GİRİŞ

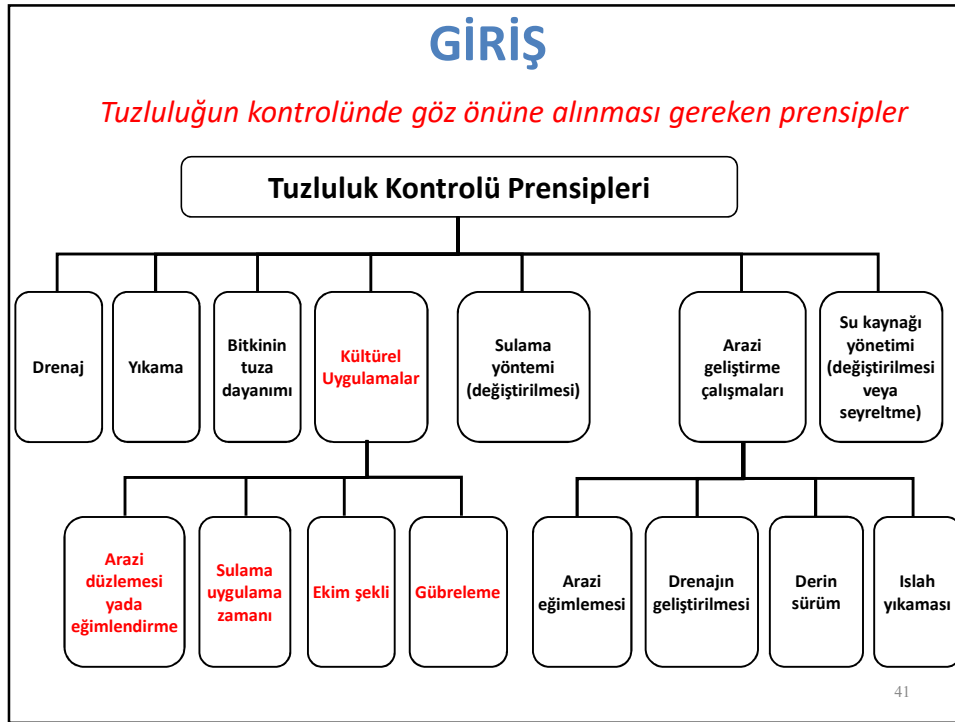
Tuzluluğun kontrolünde göz önüne alınması gereken prensipler



TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

3) BİTKİLERİN TUZA DAYANIMI

- Bitkiler tuzluluğa karşı benzer tepkiler göstermez
 - bazıları yüksek tuzluluklarda da yeterince ürün verebilir
- Bitkilerin tuzluluğa uyum sağlayabilme yeteneklerinin bilinmesi gereklidir
- Toprak tuzluluğunun yetiştirilen bitkinin ekonomik bir verim oluşturması için kontrol edilemediği alanlarda,
 - yüksek tuzluluk düzeylerinde yeterli ve ekonomik ürün oluşturabilen bitkilerin seçimi açısından bu bilgiler gerekli olmaktadır.



TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

4) KÜLTÜREL UYGULAMALAR

- Tuzluluk yönetiminde en uygun kontrol prensipleri
 - yeterli drenaj,
 - bitkinin tuza dayanımına bağlı olarak yıkama gereksinimi uygulanması
 - yada bu mümkün değil ise tuza dayanımı daha yüksek bitkilerin seçimidir
- Ancak, bunların yanında
 - özellikle çimlenme, erken bitki gelişimi ve sonuçta da verim üzerine etkili olacak diğer bazı daha az etkin yönetim prensipleri de tuzluluğun kontrol edilmesi amacıyla uygulanabilir

42

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

4) KÜLTÜREL UYGULAMALAR

- Çoğu durumda düşük verim,
 - çimlenme yada erken gelişme dönemindeki uygun olmayan yetiştiricilik koşullarının etkisiyle olabilmektedir.
- Bu gibi kısa dönemlerde alınacak kültürel önlemler,
 - özellikle sulama suyu tuzluluğunun arttığı koşullarda çok önemli bir nitelik kazanacaktır.
- Bu önlemler;
 - daha iyi bir su dağılımını sağlayacak **arazi tesviyesi**,
 - su stresini ve kabuk bağlamayı engelleyebilecek bir **sulama zamanı planlaması**,
 - tuzlulaşma riski olan yerlerde **tohum ekiminden kaçınma**,
 - ve **gübre materyalinin, gübreleme zamanının ve miktarının seçimi**nde dikkatli davranmak

43

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

4) KÜLTÜREL UYGULAMALAR: **Arazi tesviyesi ve eğim**

- Eğer arazi tesviyesi üniform bir su dağılımı açısından uygun değilse yada tesviye yapılmamışsa
 - bu gibi alanlarda tuzluluğun kontrolü daha zordur.
- Bu gibi eğimi düzensiz alanlarda, sulamadan sonra;
 - bazı yerlerde (tepelikler) su tutumu daha az,
 - su eksikliği ve tuzlulaşma etkisiyle çimlenme ve bitki gelişimi olumsuz etkilenir
 - taban arazilerde ise su baskını etkisi ortaya çıkar,
 - aşırı su ve göllenme nedeniyle çimlenme ve bitki gelişimi olumsuz etkiler
- Bu nedenle salma yada yüzey sulama yöntemlerinin uygulandığı alanlarda,
 - yağmurlama yada damla sulamanın uygulandığı alanlara oranla arazi tesviyesi gereksinimi daha fazladır

44

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

4) KÜLTÜREL UYGULAMALAR: *Arazi tesviyesi ve eğim*

- **Arazi düzeltilmesi:**
 - basit olarak arazinin tepeliklerinin ve çukurluklarının düzeltilmesi işlemidir
 - Arazi tesviyesinin yerini alamaz ve onun sağladığı düzgün arazi şeklini ve eğimlendirmesini içermez.
- **Arazinin düzeltilmesi işlemi**
 - her yıl uygulanabileceği gibi,
 - birkaç yılda bir bitki çeşidinin değiştirilmesi durumunda uygulanabilir.
- **Arazi tesviyesi ise:**
 - bir kez uygulanan ve gerektiğinde büyük arazi parçalarının bir yerden alınarak başka bir yere taşındığı bir uygulamadır

45

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

4) KÜLTÜREL UYGULAMALAR: *Sulama zamanı*

- Tuzlu suların kullanıldığı koşullarda;
 - sulama zamanı planlaması, su stresini azaltarak daha başarılı bir verimi olası kılar.
- Sulama zamanlamasının ana amacı
 - tuzluluğun azaltılması ve sulamalar arasındaki dönemde su stresinin düşürülmesidir.
- **Sulama zamanı planlamasından kasıt,**
 - sulama sıklığının ayarlanması,
 - kış dönemi başlangıcında sulama yapılması,
 - ön sulama pratikleri,
 - yada çimlenmeye yardımcı olmak amacıyla diğer bazı sulama uygulamalarıdır

46

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

4) KÜLTÜREL UYGULAMALAR: *Sulama zamanı*

- Sulamalar arasındaki dönemde su stresinin azaltılması
 - çoğunlukla sulama sıklığının artırılması ile toprak suyunun aşırı bir biçimde tüketilmesinin önüne geçilir.
- Bu da bitki için her an yüksek su alım potansiyelinin sağlanması demektir.
- Ancak sulamanın sıklaştırılması
 - her zaman beklenen yararı sağlayamayabilir

47

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

4) KÜLTÜREL UYGULAMALAR: *Sulama zamanı*

- Örneğin yüzey sulama yöntemlerinin uygulandığı alanlarda (salma ve karık sulama) sık sulamalar
 - uygulanan su derinliğini fazlaca arttırır
 - su kullanım randımanı azalır
 - ve drenaj problemi ortaya çıkar.
- Yüzey sulama yöntemleri
 - uygulanan su miktarlarının düzenlenmesi açısından yağmurlama yada damla sulamaya oranla daha az uygundur.
- Damla ve yağmurlama sulama gibi uygun yöntemlerle sulama sıklığının artırılması, su kullanımını artırmaz

48

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

4) KÜLTÜREL UYGULAMALAR: *Sulama zamanı*

- Yüksek tuzlu sulama suyundan gelen tuzlar toprakta üst birkaç cm lik kısımda, özellikle
 - sıcak ve kurak iklimlerde ve taban suyunun yüksek olduğu alanlarda, bitkisiz dönemdeki yüksek evaporasyon sonucunda birikmeye başlar
- Bu tuzluluğun düzeyi
 - hem sulama suyunun tuzluluğu
 - hem de varsa taban suyu tuzluluğundan etkilenir.
- Bu gibi koşullarda
 - çimlenme, fide gelişimi ve verim olumsuz etkilenir.
- Yüzeyde biriken tuzları azaltmak için
 - ekim öncesi yıkama amaçlı sulama uygulaması yapılır

49

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

4) KÜLTÜREL UYGULAMALAR: *Sulama zamanı*

- Eğer kış yağışları yüzeyde biriken tuzları yıkamaya yeterli olmaz ise,
 - yapılacak sulama ile yüzey toprağı doyurulduğunda sınırlı miktardaki kış yağışları ile yüzey toprağında biriken tuzların yıkanması mümkün olur.
- Geç sonbahar yada erken kış sulamaları, Akdeniz Bölgesi gibi kış yağışlarının yıkamaya yeterli olmadığı iklimler için çok yararlı bir uygulamadır.
- Kış yağışları ile birlikte ekim öncesi sulamalar,
 - su kalitesinin ideal olmadığı durumlarda yetiştiriciye büyüme mevsimi içerisinde sulamalarda büyük bir esneklik sağlar

50

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

4) KÜLTÜREL UYGULAMALAR: *Sulama zamanı*

- Tuzlu suların ($EC_w > 1$ dS/m) kullanıldığı koşullarda,
 - özellikle karık sulamada yükseltilmiş yataklara yapılan ekimlerde çimlenme, tohum yataklarında biriken tuzlar nedeniyle zayıflar.
- Marul, domates ve diğer duyarlı yıllık bitkilerin yetiştiricileri arasında yaygın bir uygulama,
 - daha iyi çimlenme elde etmek,
 - Toprak yüzeyi sıcaklığını düşürmek
 - ve erken fide gelişimini iyileştirmek amacıyla tuzluluğu düşürmek için yağmurlayıcıların kullanılmasıdır.
- Nispeten 1-3 saatlik kısa süreli ve birkaç haftalık sulamalar bir veya daha fazla kez uygulanır.

51

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

4) KÜLTÜREL UYGULAMALAR: *Sulama zamanı*

- Suda klor yada sodyum konsantrasyonları nispeten yüksek olduğunda,
 - gövde üzerinden yapılacak yağmurlama sulama uygulamaları problemlere neden olabilecektir
- Bu sorunlar,
 - bu minerallerin yapraklardan absorbe edilerek zararlı düzeylerde birikmesi şeklinde ortaya çıkar.
 - özellikle yavaş dönen yağmurlama başlıkları ile düşük intensitede yapılan sulamalarda daha çok ortaya çıkar.
- Sudaki Na yada Cl iyon konsantrasyonu 3 me/l nin üzerine çıktığında sorunlar başlar.
- Yüksek nemin olduğu zamanlarda örneğin
 - Gece sulamalarıyla bu olumsuz etkilerin önüne geçilebilir

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

4) KÜLTÜREL UYGULAMALAR: *Ekim şekli*

- Özellikle karık sulamanın uygulandığı alanlarda sulama suyu yada toprak tuzluluğunun yüksek olması durumunda
 - çimlenme yavaşlar yada imkansız hale gelebilir
- Yetiştiriciler genelde çimlenmedeki olası azalmaları düşünerek gereğinden daha fazla tohum ekme yoluna giderler. Bu durum
 - gereğinden daha fazla ve aynı zamanda üniform olmayan bir bitki popülasyonu oluşturur
 - daha sonra seyreltme yapılması gerektiğinden masraflar artar

53

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

4) KÜLTÜREL UYGULAMALAR: *Ekim şekli*

- Bu gibi durumlarda en uygun yol, tohumun çimleneceği ortamın tuzluluktan arındırılmasıdır
- Sulama suyu ve toprak tuzluluğu sorunlarından kaynaklanan çimlenme sorunlarının azaltılmasında
 - ekim yöntemleri,
 - tohum yatağı biçimleri,
 - ve sulama uygulamalarında dikkatli davranmak gerekir

54

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

4) KÜLTÜREL UYGULAMALAR: *Ekim şekli*

- Karık sulama yönteminde topraktaki su akışı karık içlerinden karık sırtlarına doğru olur. Bu durumda:
 - toprakta bulunan tuzlar da su ile birlikte karık sırtlarına doğru hareket edip buralarda birikir
 - tohumun ekildiği yer, tuzun en fazla biriktiği bölge olacaktır.
- Çift ekim sırasının uygulandığı yükseltilmiş karık sisteminde ise
 - tohum ekim yerleri karık sırtının iki tarafına doğru kayacağından, tuzun yoğun olarak biriktiği orta kısımdan uzaklaşmış olacaktır

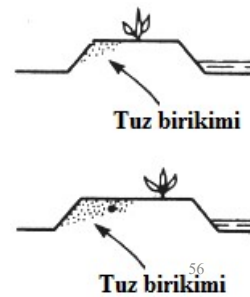


55

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

4) KÜLTÜREL UYGULAMALAR: *Ekim şekli*

- Daha başka ekim alternatifleri de vardır.
 - Örneğin alternatif karık sulama uygulaması
- Bu yöntemde tüm karıklara su verilmez:
 - Birer karık atlanarak sulama yapılır
 - Dolayısıyla tuzlar suyun uygulanmadığı karık sırtlarında birikecektir
- Bu nedenle:
 - tek sıralı ekimde karık sırtı ortasındaki bitki zarar görmez
 - çift sıralı ekimde ise sulanmayan karık tarafındaki bitki tuzdan etkilenir
 - alternatif sulama çift sıralı ekimde önerilmez

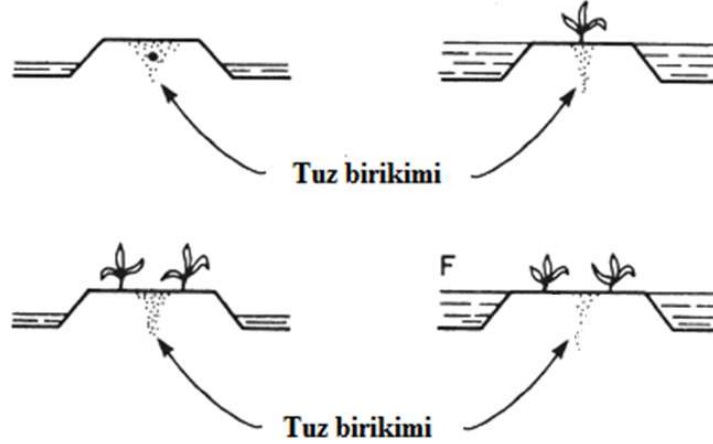


56

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

4) KÜLTÜREL UYGULAMALAR: *Ekim şekli*

- Tek yada çift sıralı ekimde, tuzluluğun sorun olduğu alanlarda uygulanan su miktarının artırılması ile tuz birikimi toprakta daha ince bir profilde sağlanabilir

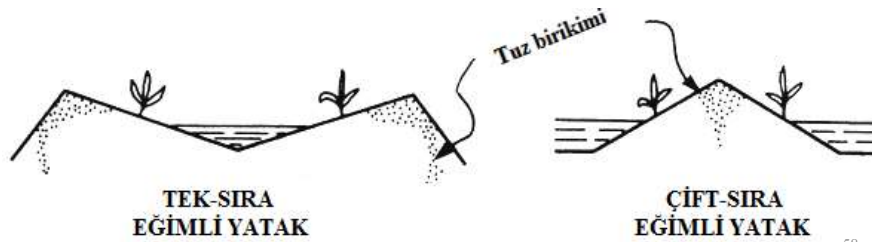


57

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

4) KÜLTÜREL UYGULAMALAR: *Ekim şekli*

- Daha iyi bir uygulama olarak
 - eğimli yüzeyli karık biçimi uygulanabilir.
- Burada bitki ekimi yada dikimi
 - eğimli yüzey üzerinde ve su hattının hemen yanına yapılır.
 - sulamaya, ıslak çeper tohum yatağını geçinceye kadar devam edilir.

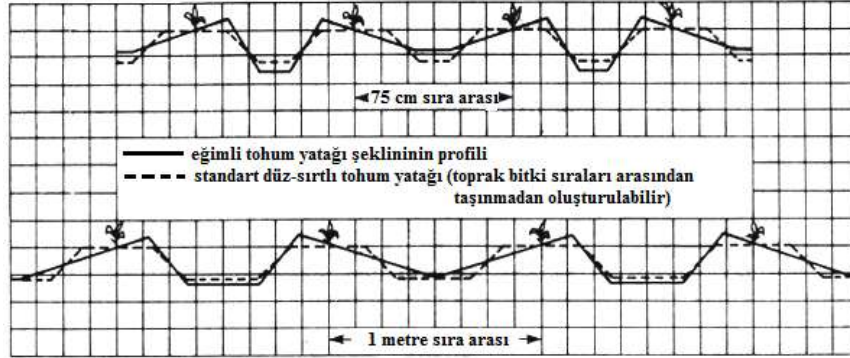


58

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

4) KÜLTÜREL UYGULAMALAR: *Ekim şekli*

- Sulu tarımın kolaylıkla uygulanabildiği ve daha sonra klasik düz yataklı karık sistemine dönüşün kolay olduğu doğru bir eğimli karık biçiminde:



- Eğimli karıktan klasik düz sırtlı karığa dönüş genellikle çimlenme ve erken gelişme döneminden sonra yapılır

59

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

4) KÜLTÜREL UYGULAMALAR: *Ekim şekli*

- Tek sıralı eğimlendirilmiş yatakların yaygın olarak kullanılan bir diğer uyarlaması:



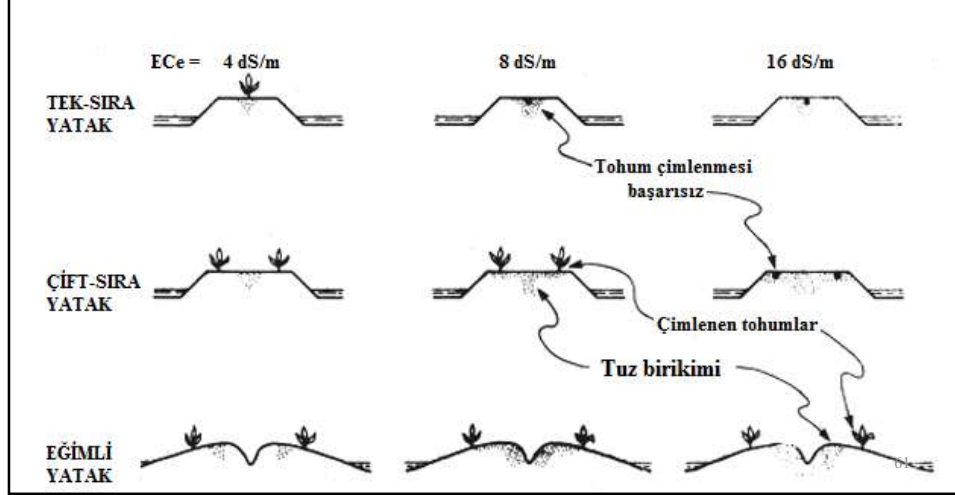
- Tohumlar karıktaki su hattının hemen üzerine ekilir
- hem tuzluluk ve hem de sıcaklık kontrolü için kullanılır
- Kışın veya erken ilkbaharda ekilen bitkiler için birkaç derece daha yüksek toprak sıcaklığı önemlidir
 - eğimlendirilmiş yatak kuzey yarım kürede güneye doğru
 - Daha soğuk toprak sıcaklığının istendiği durumlarda kuzeye doğru yönlendirilmeli

60

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

4) KÜLTÜREL UYGULAMALAR: *Ekim şekli*

- *Farklı toprak tuzluluklarının ve tohum yatakları şekil düzenlemesinin çimlenmeye etkisi*



TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

4) KÜLTÜREL UYGULAMALAR: *Ekim şekli*

- Gerçek tepki,
 - başlangıç toprak tuzluluğuna,
 - sulama yöntemine,
 - sulama suyu tuzluluğuna,
 - ve bitkinin çimlenmedeki dayanıklılığına bağlıdır
- Pek çok bitkide tuzluluk çimlenmeyi azalttır
- Karıklarda suyun uzun süre tutulması ıslak ortam oluşturduğundan:
 - kabuk bağlama önlenabilir
 - tuzluluk azaltılabilir
 - ve çimlenme artırılabilir

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

4) KÜLTÜREL UYGULAMALAR: *Gübreleme*

- Gübreler, çeşitli artıklar ve ıslah maddeleri içerisinde yüksek konsantrasyonda farklı pek çok eriyebilir tuz barındırır
 - çimlenen fidenin çok yakınına atılırsa, tuzluluk yada toksisite sorunlarının çıkmasına yada bu sorunların artmasına neden olur
- Örneğin 50 kg/ha azot gübrelemesi (240 kg/ha amonyum sülfat),
 - gübrenin alana uniform dağıtılması halinde herhangi bir olumsuzluğa neden olmamasına rağmen,
 - eğer tohumun çok yakınına verilirse, yüksek tuzluluk etkisi, çimlenmenin ve çıkışın azalmasına fidenin kötü gelişmesine neden olabilir

63

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

4) KÜLTÜREL UYGULAMALAR: *Gübreleme*

- Gübrelemenin zamanı kadar toprağa bırakıldığı nokta da önem kazanmaktadır.
 - Fideler tuzluluğa hassastır
 - ve az miktarda gübreye gereksinim duyarlar
- Bu nedenle
 - ekimde yada ekim öncesi
 - az miktarda gübre uygulanmalı,
 - daha az tuz içeren gübre kompozisyonları seçilmeli
 - kalan miktar çıkıştan daha sonraki (ana gelişmeden daha önce) bir dönemde uygulanmalıdır.
- Gübre ne kadar az tuz indeksi içerirse, tuzluluktan dolayı meydana gelebilecek zararlanma riski o kadar azalacaktır.

64

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

4) KÜLTÜREL UYGULAMALAR: *Gübreleme*

Toprak Çözeltilisi Üzerine Gübre Maddelerinin Nispi Etkisi:

Gübre cinsi	Tuz İndeksi	Bitki besin maddesinin her birimi için kısmi tuz indeksi	Gübre cinsi	Tuz İndeksi	Bitki besin maddesinin her birimi için kısmi tuz indeksi
Amonyak (susuz)	47.1	0.572	Monoamonyum Fosfat	34.2	2.453
Amonyum Nitrat	104.7	2.990	Monokalsiyum Fosfat	15.4	0.274
Amonyum Fosfat (11-48)	26.9	2.442	Potas-Magnezya Sülfat	43.2	1.971
Amonyum Sülfat	69.0	3.253	Potasyum Klorür, 50%	109.4	2.189
Azot çözeltisi 37%	77.8	2.104	Potasyum Klorür, 60%	116.3	1.936
Azot çözeltisi 40%	70.4	1.724	Potasyum Klorür, 63%	114.3	1.812
Diamonyum Sülfat	29.9	1.614	Potasyum Nitrat	73.6	5.336
Doğal gübre tuzları, 20%	112.7	5.636	Potasyum Sülfat	46.1	0.853
Doğal gübre tuzları, 30%	91.9	3.067	Sodyum Klorür	153.8	2.899
Dolomit	0.8	0.042	Sodyum Nitrat	100.0	6.060
Kainit, 13.5%	105.9	8.475	Süperfosfat, 16%	7.8	0.487
Kainit, 17.5%	109.4	6.253	Süperfosfat, 20%	7.8	0.390
Kalsiyum Karbonat	4.7	0.083	Süperfosfat, 45%	10.1	0.224
Kalsiyum Nitrat	52.5	4.409	Süperfosfat, 48%	10.1	0.210
Kalsiyum Siyanamid	31.0	1.476	Üre	75.4	1.618
Kalsiyum Sülfat	8.1	0.247			

* Tuz indeksi eşit ağırlıklarda uygulandıklarında çeşitli gübre maddeleri içindir.
Tuzluluk indeksi 100 olan sodyum nitrat indeksler için baz alınmıştır.

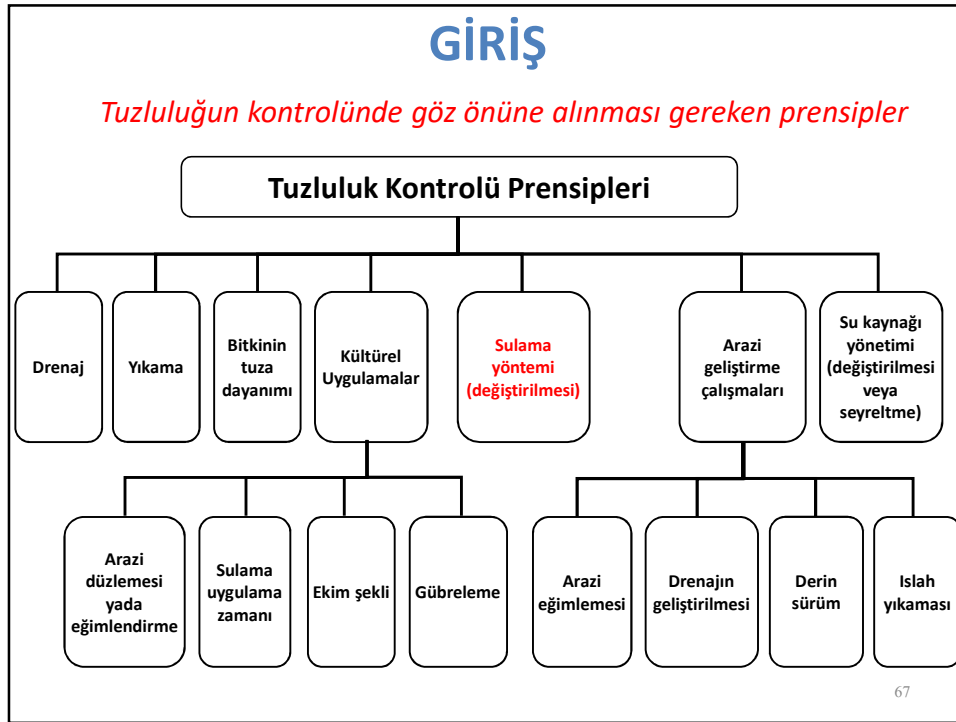
65

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

4) KÜLTÜREL UYGULAMALAR: *Gübreleme*

- Bitkilerin tuza dayanımlarının genel olarak
 - optimum verim için gereksinilen miktardan fazla verilecek gübreden etkilenmediği düşünülür.
- Ancak, hem tuzluluk hem de yetersiz gübreleme birlikte verim düşüklüğü üzerine etkili olduğunda,
 - bu faktörlerden birisinin yada her ikisinin birden düzenlenmesi ile verim artırılabilir.
- Buna karşın gübreleme yeterli ancak tuzluluk yüzünden verim düşüklüğü söz konusu olduğunda,
 - gübreleme miktarının artırılması ile verimin düzenlenmesi mümkün olmamaktadır

66



TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

5) SULAMA YÖNTEMİ (DEĞİŞTİRİLMESİ)

- Sulama yöntemleri
 - hem su uygulama etkinliğini
 - hem de tuzların birikme şeklini doğrudan etkilemektedir.
- Salma ve yağmurlama sulama yöntemleri
 - tüm alan üzerine su uygulayabilme amacıyla planlanırlar.
 - tuzların çoğu daha aşağı kök bölgesinde birikir
 - birikimin derecesi yıkama oranına bağlı olmaktadır.

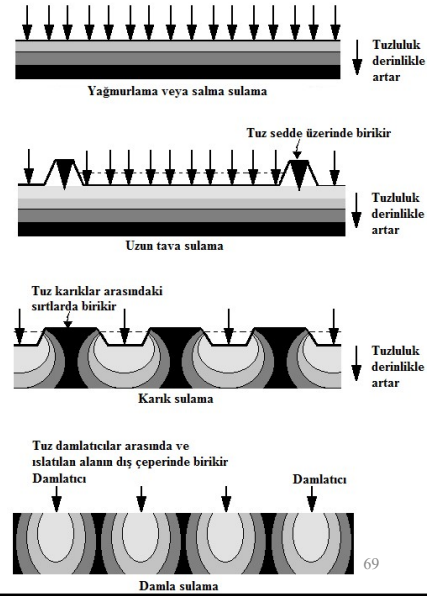
68

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

5) SULAMA YÖNTEMİ (DEĞİŞTİRİLMESİ)

- Farklı sulama yöntemleri için tuzlulaşma desenleri:

- Tüm tarla boyunca üniform derinlikte su uygulayan yüzey sulama veya yağmurlama sulamadan kaynaklanan tuz birikim desenleri ile
 - Tarla yüzeyinin bir kısmına su uygulayan damla veya karık sulama için tuz birikim desenleri farklılık göstermektedir



TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

5) SULAMA YÖNTEMİ (DEĞİŞTİRİLMESİ)

- Karık sulama yönteminde, tuzlar salma sulamaya benzer şekilde toprak derinliğiyle birlikte artmakta
 - fakat su tarafından kaplanmayan alanlarda da tuz birikimi meydana gelmektedir
- Tuzlar suyla birlikte suyun hızla buharlaştığı en yüksek noktaya kadar taşınırlar
 - ve aynı zamanda yerçekimiyle sular drene olurken daha derinlere yıkanır.
- Damla sulama yönteminde tuzlar ıslanmış toprak kenarlarında birikirler.
 - Bu, kürenin en dış kenarında tuzluluğun en yüksek olduğu bir ıslak küresel şekil ortaya çıkarır

70

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

5) SULAMA YÖNTEMİ (DEĞİŞTİRİLMESİ)

- Yıkama yapılırken suyun yeterince infiltre olmadığı yerlerde bölgesel tuz birikim cepleri meydana gelir
- Bunlar alanlar genellikle:
 - yüksek kısımlar,
 - daha yoğun toprağa sahip kısımlar
 - sulama esnasında yeterince su almayan bölümler
- Tipik şekilde bunlar:
 - çıplak benekler
 - veya gelişimin azaldığı
 - veya bodurlaştığı alanlar şeklinde görünür
- İyi planlanmış bir yağmurlama sistemi en düzgün uygulamayı genelde sağlamaktadır, fakat bu durum:
 - sıklıkla diğer bütün sulama sistemlerinde bir problemdir⁷¹

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

5) SULAMA YÖNTEMİ (DEĞİŞTİRİLMESİ)

- Her sulama yöntemi belirli avantajlara ve dezavantajlara sahiptir
- Sulama sistemi değiştirmek vasıtasıyla tuzluluk kontrolünü iyileştirmeye teşebbüs etmeden önce
 - tüm faktörler dikkate alınmalıdır
- İnfiltrasyon hızındaki farklılıklara,
 - arazi eğimi,
 - sıkışma derecesi,
 - tekstürel değişiklikler
 - ve toprak kimyası neden olur

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

5) SULAMA YÖNTEMİ (DEĞİŞTİRİLMESİ)

- **Yüzey salma yöntemlerinde (salma, tava ve karık),**
 - toprağa infiltre olan su derinliği tarlada yerden yere değişir
 - Bu durum mevcut infiltrasyon hızı ve zamana bağlıdır
 - infiltrasyon esnasında tanınan zaman da değişir;
 - Suyun tarlaya bırakıldığı en yakın kısımlar, daha aşağıdaki kısımlardan daha uzun infiltrasyon zamanına sahiptir.
 - tarladaki yüksek noktalar daha az su almaktadırlar
 - çünkü yüksekte olma daha az suyla daha kısa süre suyla kaplanmak demektir.

73

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

5) SULAMA YÖNTEMİ (DEĞİŞTİRİLMESİ)

- **Yüzey sulama yöntemleri her sulamada**
 - 80-100 mm'den daha az su uygulaması yapılamaz
 - su stresini azaltabilmek için daha sık şekilde sulama su kaybına, suda boğulmaya ve drenaj problemlerine neden olabilir.
- **Su stresini hafifletebilmek amacıyla yüzey sulamalardan ziyade**
 - yağmurlama veya damla sulamayla sulama sıklığının artırılması daha kolay olabilir.
- **Fakat yağmurlama ve damla sulama yöntemlerinin de kendine özgü dezavantajları vardır**
 - tüm su, toprak, iklim şartlarına ve bitkilere adapte edilemez

74

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

5) SULAMA YÖNTEMİ (DEĞİŞTİRİLMESİ)

- İyi planlanan ve yönetilen bir yağmurlama sistemi
 - üniform bir dağılım ve yüzey akışı engelleyecek biçimde düşük uygulama hızlarında suyu uygulayabilir
 - yeterli bir sulama ve üniform bir yıkama yapabilir
- Uygulanan su derinliği, uygulama sürelerinde:
 - başlık ve lateral aralıklarıyla başlık meme ayarlamalarıyla kontrol edilir.
- Su dağılım desenini bozabilen rüzgar dikkate alınmalıdır.

75

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

5) SULAMA YÖNTEMİ (DEĞİŞTİRİLMESİ)

- Bitkilerin özellikle tuzluluğa, yüksek sıcaklıklara ve toprağın kabuklanmasına duyarlı olduğu zamanlarda yağmurlayıcılar,
 - sıcaklık kontrolünde
 - çimlenme ve erken fide gelişiminde yardımcı olmak amacıyla kullanılırlar.
- Yağmurlayıcıların dönme turları arasında su buharlaşırken, yapraklar üzerinde tuzlar (sodyum veya klor) aşırı şekilde konsantre oluyorsa,
 - duyarlı bitkiler üzerinde yağmurlayıcılar yaprak yanmasına neden olabilirler.
- Konsantre olan bu tuzlar,
 - absorbe edilmesi halinde toksisiteye neden olabilir

76

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

5) SULAMA YÖNTEMİ (DEĞİŞTİRİLMESİ)

- Sıcak kurak alanlarda yağmurlayıcı kullanımı ile ilgili endişelerden birisi
 - yağmurlama esnasında oluşan buharlaşma kaybı
 - ve toprağa infiltre olan suyun tuzluluğundaki muhtemel artış
 - fakat bu endişeyi doğrulayabilecek kadar önemli derecede buharlaşma olduğuna dair açık deliller bulunmamakta
- Konsantrasyon faktörü
 - %5'ten daha az ise etki çok az
 - %20 ve daha fazla ise tarla kenarlarında tuza duyarlı bitkiler için olumsuz etkiye neden olması beklenir

77

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

5) SULAMA YÖNTEMİ (DEĞİŞTİRİLMESİ)

- **Damla sulama sistemleri**
 - çok düşük uygulama oranlarında (2.8 l/h/damlatıcı) günlük veya günlük esasa yakın su uygulamaktadır.
- Bitkiler tarafından kullanılan ve neredeyse günlük olarak tazelenen su
 - toprağı tarla kapasitesi veya biraz üstünde nemli tutar.
- Sulamalar hafif tutulmalı
 - fakat mükemmel kısa dönemli tuzluluk kontrolü için neredeyse sürekli aşağı doğru su ve tuz hareketi olmalı
- Sulama etkinliği %100'e yakın olabilmekte:
 - yani yüzey akış ve derine sızmalar nedeniyle kayıplar oluşmaksızın bitki evapotranspirasyon ihtiyacının temel olarak karşılanabilmektedir

78

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

5) SULAMA YÖNTEMİ (DEĞİŞTİRİLMESİ)

- Damla sulamada da tuzlar birikmektedir.
 - tuzlar, damlatıcılar arasındaki toprak yüzeyinde ve ıslatılan alanının dış kenarlarında birikir
- Zamanla damlatıcılar arasındaki ıslak kenarlardaki ve toprak yüzeyindeki tuz birikimi görülür hale gelmektedir
 - söz konusu tuzlar yağmurla bitki kök bölgesine taşınırsa,
 - yıllık bitkilerde ise ön yıkama yapılmaksızın bu tuzlu alanlara yeni dikimler yapılırsa bir tehlike oluşabilir

79

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

5) SULAMA YÖNTEMİ (DEĞİŞTİRİLMESİ)

- Birikmiş tuzları yıkayabilmek için her dönemde yağış yeterli ise hiçbir problem beklenmez
- En tehlikeli dönem, yüzey tuzlarının aşağı doğru hareket etmeye başladığı fakat
 - kök bölgesinin altına tuzları taşımak için henüz yeterli yağış düşmediği ilk yağıştan hemen sonrasındır
- Bu gibi durumlarda
 - 50-100 mm yağış düşene kadar sulamalara devam edilmesi tavsiye edilmektedir.
- Eğer yağış yetersizse,
 - Damla sulama sistemiyle birlikte destekleyici yıkamaya ihtiyaç duyulur

80

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

5) SULAMA YÖNTEMİ (DEĞİŞTİRİLMESİ)

- Damla sulama mevsiminden sonra ve yeni dönem ekimden önce
 - yağmurlayıcılarla veya yüzey sulamalarla yıkama, birikmiş tuzların yıkanmasında etkili olmaktadır.
- Damla sulama yöntemiyle, nispeten tuzlu su kullanıldığında sürekli bir üretim için
 - ikinci bir sulama sistemine
 - ve fazla miktarlarda ek suya ihtiyaç duyulur

81

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

5) SULAMA YÖNTEMİ (DEĞİŞTİRİLMESİ)

- Damla sulamada iyi kaliteli sular kullanıldığında
 - verim karşılaştırılabilir şartlar altında diğer sulama yöntemleriyle eşit veya hafifçe daha iyi olmaktadır.
- Daha yüksek tuzlu sularla ($EC_w > 1.0$ dS/m);
 - sürekli yüksek nem bitkiler tarafından tüketilen suyun günlük olarak taze suyla yenilenmesi ve korunması nedeniyle verim çoğunlukla daha iyidir
- Sık yağmurlama sulama benzer sonuçlar verebilir
 - fakat, yaprakların sodyum ve klor absorpsiyonu yaprak zararlanmalarına ve verimde düşüslere neden olur
- Kullanılan sulama yönteminde tuzluluk birikimi bitki toleransını geçiyorsa,
 - damla sulamayla daha iyi bir verim alınabilir

82

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

5) SULAMA YÖNTEMİ (DEĞİŞTİRİLMESİ)

- **Yüzeyaltı Sulaması:** Kök bölgesinde su tablasını hızlı bir şekilde yükselterek,
 - birkaç saat-bir veya iki gün sonra havalandırma problemini önlemek için drene edilmesidir
- Su tablasının yükselmesi ve düşmesi için harcanan zaman 2-5 gündür.
- Suyun yukarı doğru hareketi nedeniyle
 - su tablasından veya topraktan kaynaklandığına bakılmaksızın tuzlar toprak yüzeyinde veya yakınlarında konsantre olma eğilimindedir
- Tuz birikimi yeterli yağış veya ekim öncesi yıkamayla kontrol edilir
 - Yıkama yapılmaksızın yüzey altı sulaması düşük kaliteli yeraltı suları ile yapılamaz

83

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

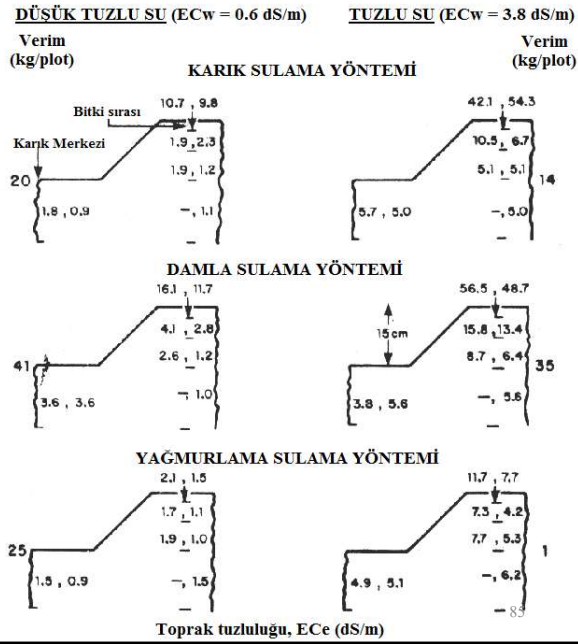
5) SULAMA YÖNTEMİ (DEĞİŞTİRİLMESİ)

- Dolmalık biberin çeşitli sulama yöntemleriyle sulanmasında :
 - Her bir sulama yönteminde aynı miktar su kullanmasına rağmen önemli verim farklılıkları görülmüş
 - Damla sulamada iyi kaliteli suyla yağmurlama ve karık sulama yöntemlerine göre yaklaşık %50 daha fazla verim
 - Tuzlu sulama suyu kullanımında damla sulama yönteminin avantajı daha net ortaya çıkmış
 - Verimdeki farklılığının nedenlerinden birkaçı:
 - Damla sulamada damlatıcıların bitkilere daha yakın yerleştirilmesi ve daha sık sulama yapılması
 - Üstten yağmurlayıcılarla ıslanan yapraklar vasıtasıyla sodyum ve klor absorpsiyonuyla bitkinin zarar görmesinin aksine bu iyi tuzluluk kontrolü sağlamıştır.

84

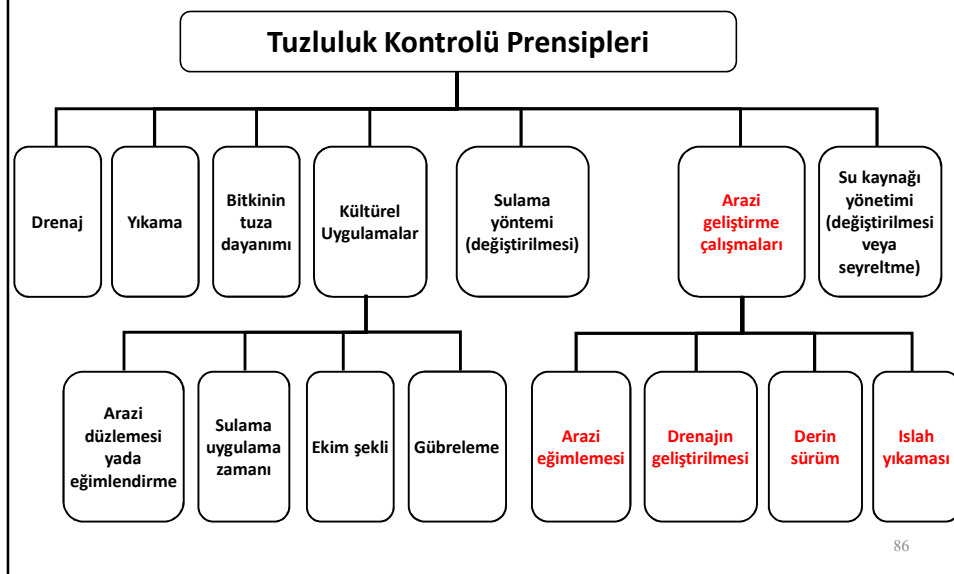
TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

- Dolmalık biberin çeşitli sulama yöntemleriyle sulanmasında ortaya çıkan tuz dağılım desenleri (sulama öncesi, sulama sonrası)



GİRİŞ

Tuzluluğun kontrolünde göz önüne alınması gereken prensipler



TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

6) ARAZİ GELİŞTİRME ÇALIŞMALARI

- Drenaj
- Yıkama
- Bitkinin tuza dayanımı
- Kültürel uygulamalar
- Sulama yönetimi
- her yıl yada belli aralıklarla tekrarlanması gereken önlemlerdir.
- Bitki gelişme dönemi dışında uygulanabilecek önlemlerden bazıları ise;
 - arazinin eğimlendirilmesi,
 - yeterli drenajın kurulması,
 - derin sürüm ve
 - fazla tuzların yıkanması işlemleridir.

87

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

6) ARAZİ GELİŞTİRME ÇALIŞMALARI: Arazi eğimlemesi

- Eğer sulanan alan topoğrafik olarak suyun uniform dağılımına ve infiltrasyonuna izin vermiyorsa,
 - tuzluluğun kontrolü zorlaşır
- Arazinin eğiminin düzenlenmesi ile alanın doğal eğimi,
 - düzgün bir hale getirilir.
- Bu işlem sırasında oluşan keseklenmeler (toprak kompaksiyonları),
 - eğimin düzeltilmesi işleminden sonra uygun toprak işleme aletleri ile giderilir.

88

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

6) ARAZİ GELİŞTİRME ÇALIŞMALARI: **Toprakaltı drenajın iyileştirilmesi**

- Toprakaltı drenaj problemleri ve yüzlek taban suyu sorunları tuzluluk kontrolünü zorlaştırmaktadır.
- Yüzlek taban suyu sorunu, toprak yüzeyinin altında az geçirimli bir katmanın olması halinde oluşur.
- Drenaj problemleri ise genelde
 - aşırı sulamadan olabileceği gibi,
 - üst alandan oluşan sızmalardan yada kanallardan oluşan sızmalardan da olabilir.
- Yüzlek taban suyu sonucu oluşan tuzluluk sorunlarının giderilmesindeki ilk yapılacak şey,
 - taban suyu seviyesini düşürmek ve kararlı hale getirmek⁸⁹

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

6) ARAZİ GELİŞTİRME ÇALIŞMALARI: **Derin Sürüm**

- Tabakalı topraklarda sulamanın verimli bir şekilde yapılabilmesi zordur.
- Kil, kum yada sert tabakalı toprak katmanları
 - sulama suyunun ve aynı zamanda tuzluluğun kontrolü için uygulanacak olan yıkama hacminin toprağın derinlerine doğru süzülmesine engel olur
- Bu yüzden bu tabakaların kırılması
 - yada daha geçirgen bir yapıya kavuşturulmaları gerekir.
- Bu amaçla
 - derin sürüm yapılması uzun süreli bir çözüm sağlar.

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

6) ARAZİ GELİŞTİRME ÇALIŞMALARI: Islah Yıkaması

- Eğer tuzluluk, planlanan bitkiler için çok yüksek bir düzeyde ise,
 - ekim öncesi büyük bir yıkama (ıslah) uygulaması gerekir
- Üst toprak katmanının tuzluluğu (0.3 m)
 - ekimden önce istenen dayanım sınırlarına değerinin altına düşürülmelidir
- Üst toprak tuzluluk düzeyi $< 10-12$ dS/m ise,
 - ekim öncesi 10-20 cm'lik bir ön sulama uygulaması,
 - genellikle arpa, pamuk gibi dayanıklı bitkilerde yeterlidir
- Ancak tuzluluk düzeyi bundan fazla ise,
 - dayanıklı bitkiler için bile 10-20 cm lik ön sulama uygulaması yeterli olmaz ve ıslah yıkaması gerekir

91

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

6) ARAZİ GELİŞTİRME ÇALIŞMALARI: Islah Yıkaması

- Islah amaçlı uygulanacak yıkama suyu miktarı,
 - başlangıç toprak tuzluluğuna
 - ve uygulanan yıkama yöntemine bağlı
- Tuzluluk ne kadar yüksek ise,
 - gereksinilen yıkama suyu hacmi de o kadar fazladır
- Yıkamanın aralıklı olarak uygulanması halinde, göllendirme yöntemine göre
 - hem daha az su kullanılır
 - hem de daha verimli ve etkili bir yıkama yapılabilir
 - ancak yıkama için gereksinilen zaman daha uzundur

92

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

6) ARAZİ GELİŞTİRME ÇALIŞMALARI: Islah Yıkaması

- Toprak nem içeriğine bağlı olarak yıkama için verilen suyun düşük hızda sızmasının sağlanması,
 - yıkamanın tarla kapasitesi nemliliği dolaylarında olmasını sağlayacağından, daha etkili olarak tuzların alt katlara taşınabilmesine imkan verecektir.
- Göllendirmede ise büyük hacimde suyun topraktan hızlı bir biçimde süzülmesi sırasında
 - suyun bir bölümü geniş boşluklardan bypas şeklinde drene olur
 - daha az yıkama olacağından, tuzların bir bölümü topraktan yıkanmayacaktır.
- Bu amaçla yağmurlama ile uygulanan yıkama suyu
 - daha düşük intensitede toprağa verileceğinden verimli bir yıkamaya olanak verir

93

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

6) ARAZİ GELİŞTİRME ÇALIŞMALARI: Islah Yıkaması

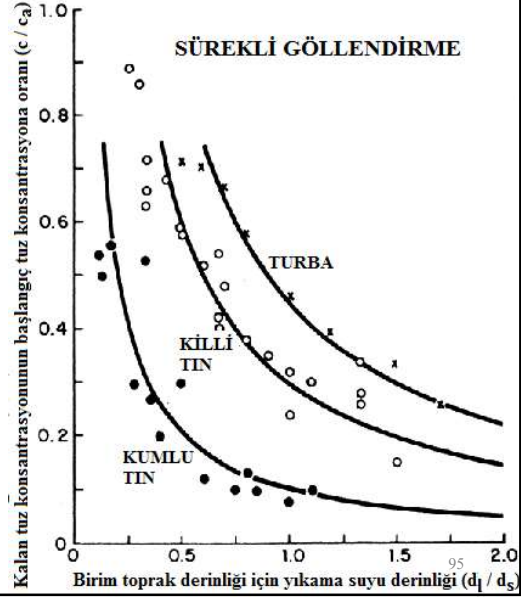
- Islah yıkamasında uygulanacak su miktarı hakkında bir şey söylemek mümkün değildir.
- Ancak genel olarak;
 - Göllendirmede, ıslah edilmek istenen toprak derinliği kadar uygulanacak su hacmi ile eriyebilir tuzların %70-80'i topraktan yıkanabilir
 - 100 cm'lik yıkama suyu ile toprağın 100 cm derinliğindeki kısmında eriyebilir tuzların %70-80'i yıkanabilir
 - Fasilalı yıkamada ise aynı miktar su ile aynı derinlikten eriyebilir tuzların %80-90'ını yıkamak mümkündür
- Fasilalı yıkamada toprak tipinin yıkamaya etkisi göllendirmeye oranla daha azdır

94

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

6) ARAZİ GELİŞTİRME ÇALIŞMALARI: Islah Yıkaması

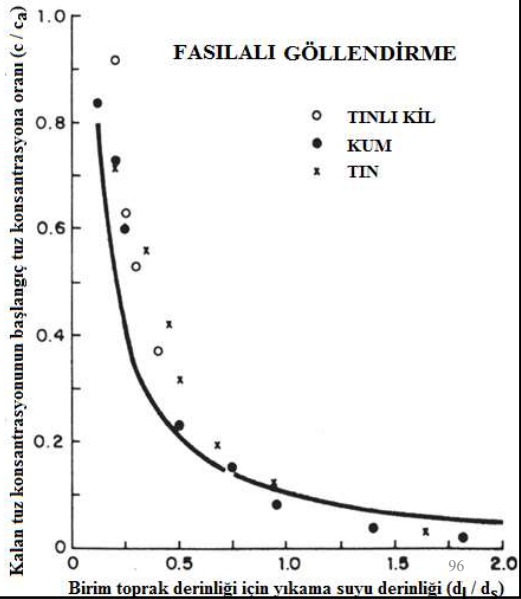
Sürekli göllendirme altında tuzlu toprakların ıslahında birim derinlikteki toprak için derinlik olarak gerekli yıkama suyu miktarları



TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

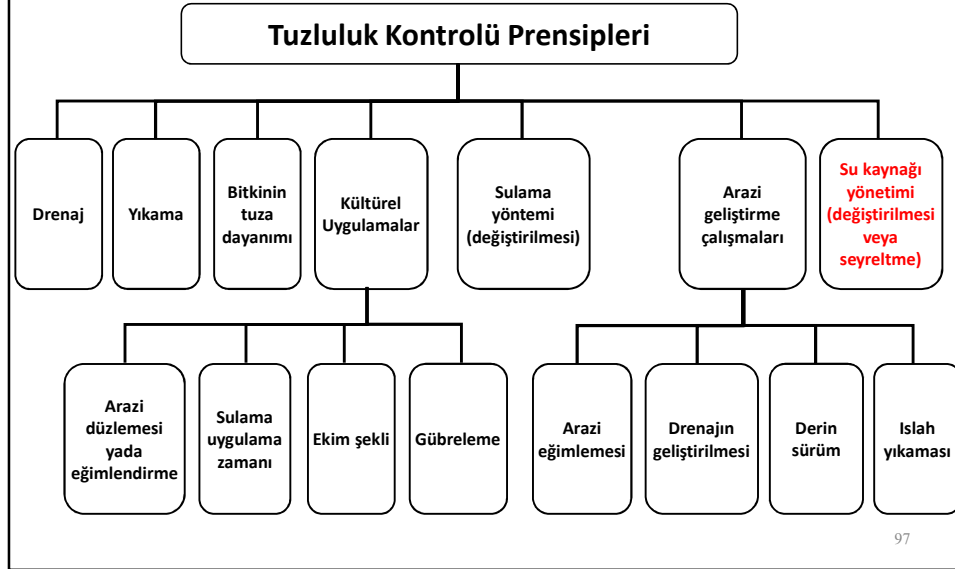
6) ARAZİ GELİŞTİRME ÇALIŞMALARI: Islah Yıkaması

Fasılalı göllendirme altında tuzlu toprakların ıslahında birim derinlikteki toprak için derinlik olarak gerekli yıkama suyu miktarları



GİRİŞ

Tuzluluğun kontrolünde göz önüne alınması gereken prensipler



TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

7) SU KAYNAĞI YÖNETİMİ (DEĞİŞTİRİLMESİ veya SEYRELTEME)

- Tuzluluk koşulunda
 - su kaynağının değiştirilmesi basit ve kesin bir çözümdür
- Bu çözüm sadece
 - daha iyi kalitede bir su kaynağının varlığında mümkündür
- Örneğin:
 - yer altı suları daha tuzlu olduklarından, alternatif bir su kaynağı olanaklı hale geldiğinde, yer altı suyu kaynağının kullanımından vazgeçilir.
- Eğer alternatif su kaynağı kısıtlı ise
 - Kaynak değişimi mümkün olmayabilir
 - Bu koşulda tuzlu su kaynağı, alternatif kaynakla değişik oranlarda karıştırarak eldeki su hacmini arttırma yoluna gidilir

98

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

7) SU KAYNAĞI YÖNETİMİ (DEĞİŞTİRİLMESİ veya SEYRELTME)

- Kaynakların karıştırılması (birleştirilmesi)
 - toplam tuz yükünü azaltmaz
 - ancak, daha fazla su ile daha büyük bir alanın sulanmasını olanaklı hale getirir.
- Karışım suyunun tuzluluğunun hesaplanması:

$$C_{ks} = (C_1 \times V_1) + (C_2 \times V_2)$$

– Eşitlikte;

C_{ks} = Karışım suyu konsantrasyonu,

C_1 ve C_2 = Birinci ve ikinci kaynağın konsantrasyonu,

V_1 ve V_2 = Birinci ve ikinci kaynağın hacimleri (%)

– Konsantrasyonlar EC_w ya da me/l olarak belirtilebilir

99

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

7) SU KAYNAĞI YÖNETİMİ (DEĞİŞTİRİLMESİ veya SEYRELTME)

- Tuzluluğun kontrolünde su kaynaklarının karıştırılarak uygulanması
 - çok pratik ve yaygın bir yol değildir.
- Genelde yetiştiriciler
 - kullanım için iki kaynaktan birisini tercih ederler
- Özellikle kış yağışlarının alandaki yıkama hacmi gereksiniminin çoğunluğunu yada tamamını karşılamaya yeterli olduğu alanlarda bir kaynağın
 - tek başına kullanılması daha yararlı ve pratik olmaktadır.

100

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

7) SU KAYNAĞI YÖNETİMİ (DEĞİŞTİRİLMESİ veya SEYRELTME)

- Alana yüklenecek toplam tuz miktarı değişmeyeceğinden,
 - iyi kaliteli suyun erken gelişme dönemlerinde kullanılması
 - buna karşın düşük kaliteli sulama suyunun ise bitkinin tuza daha az hassas olduğu, daha ileriki gelişme dönemlerinde kullanılması en iyi yol olacaktır

101

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

7) SU KAYNAĞI YÖNETİMİ (DEĞİŞTİRİLMESİ veya SEYRELTME)

Örnek: Mısır için Karışım Suyu

- *Bir yetiştirici mısır tarımında $EC_w = 0.23$ dS/m tuzlulukta iyi kalitede sulama suyu kullanmaktadır. İyi bir tuzluluk kontrolü için $LF = 0.15$ oranında yıkama hacmi gereksinimi vardır. Çiftçi üretim alanlarını genişletmek istemekte; ancak daha fazla iyi su kaynağı bulunmamaktadır. Kuyu suyunun tuzluluğu ise $EC_w = 3.6$ dS/m dir. Bu durumda mısırdaki bu iki su kaynağının güvenli bir biçimde karıştırılarak uygulanması mümkün olabilir mi?*
- Verilen:

– Kanal suyu	EC_w	$= 0.23$ dS/m
– Kuyu suyu	EC_w	$= 3.6$ dS/m
– Mısırın su ihtiyacı	ET	$= 800$ mm/yıl
– Yıkama fraksiyonu	LF	$= 0.15$

102

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

7) SU KAYNAĞI YÖNETİMİ (DEĞİŞTİRİLMESİ veya SEYRELTME)

Örnek: Mısır için Karışım Suyu

- Verim potansiyeli %90 için EC_e ve EC_i değerleri:

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
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

- Verim potansiyeli %90 için gereken yıkama hacmi:

$$LR_{(kanal)} = \frac{EC_w}{5(EC_e) - EC_w} = \frac{0.23}{5(2.5) - 0.23} = 0.02$$

$$LR_{(kuyu)} = \frac{EC_w}{5(EC_e) - EC_w} = \frac{3.6}{5(2.5) - 3.6} = 0.40$$

103

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

7) SU KAYNAĞI YÖNETİMİ (DEĞİŞTİRİLMESİ veya SEYRELTME)

Örnek: Mısır için Karışım Suyu

- Kanal suyu koşulunda LR değeri (0.02) pratikte uygulanan 0.15 değerinden düşüktür. LR = 0.15 değerinin pratikte daha düşük olarak korunması zordur
- Buna karşın kuyu suyu koşulunda gereken yıkama hacmi değeri 0.40 gibi yüksek bir değerdir.
- Gereksinilen sulama suyu hacimleri:

$$A_{w(kanal)} = \frac{ET}{1 - LF} = \frac{800}{1 - 0.15} = 941 \text{ mm / yıl}$$

$$A_{w(kuyu)} = \frac{ET}{1 - LF} = \frac{800}{1 - 0.40} = 1333 \text{ mm / yıl}$$

104

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

7) SU KAYNAĞI YÖNETİMİ (DEĞİŞTİRİLMESİ veya SEYRELTME)

Örnek: Mısır için Karışım Suyu

- Mısır için 0.15 yıkama hacmi altında ve %90 verim potansiyelinde sağlanması gereken sulama suyu tuzluluğu değeri (EC_w) 1.7'dir. Buna göre karışım suyunun tuzluluğu 1.7 yi geçmemelidir.

$$(EC_{w(kanal)} \times a) + (EC_{w(kuyu)} \times b) = 1 \times EC_{w(karışım suyu)}$$

- Burada a ve b değerleri sırasıyla kanal ve kuyu sularının karışım oranlarıdır. Buna göre; ($a = 1 - b$)

$$0.23 \times (1 - b) + 3.6 \times (b) = 1.7 \Rightarrow 3.37 \times b = 1.47 \Rightarrow b = 0.44$$

$$a = 1 - b = 1 - 0.44 \Rightarrow a = 0.56$$

105

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

7) SU KAYNAĞI YÖNETİMİ (DEĞİŞTİRİLMESİ veya SEYRELTME)

Örnek: Mısır için Karışım Suyu

- Buna göre, $LR=0.15$ için yıkama dahil uygulanması gereken su miktarı $A_w = 941$ mm/ha/yıl
- Kanal ve kuyu suyu sırasıyla %56 ve %44 karışım oranları kullanılmalıdır
- Uygulanan sulama suyu hacmi aynı kalmak koşulu ile, toplam su hacmi ile üretim alanları da %44 kadar genişletmek ve toplam verim potansiyelini de %90 dolaylarında korumak mümkün olabilecektir.

106

TUZLULUK KONTROL PRENSİPLERİ

7) SU KAYNAĞI YÖNETİMİ (DEĞİŞTİRİLMESİ veya SEYRELTME)

Örnek: Mısır için Karışım Suyu

- Diğer karışım oranları için sulama suyu tuzluluk değerleri

Karışım Oranı (Kanal/Kuyu)	Kanal suyu (%)	Kuyu suyu (%)	EC _w (dS/m)
-	0	100	3.6
1:4	20	80	2.9
1:3	25	75	2.8
1:2	33	66	2.5
1:1	50	50	1.9
2:1	66	33	1.4
3:1	75	25	1.1
4:1	80	20	0.9
9:1	90	10	0.6
19:1	95	5	0.4
-	100	0	0.23

107