

Ankara.

Tuzluluk

Hüseyin Akgül

Ziraat Yüksek Mühendisi

Eğiridir Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü

Özet

Dünyada her yıl 10 milyon ha arazi tuzluluk nedeni ile kullanılamaz duruma gelmektedir. Özellikle kurak ve yarıkurak iklim bölgelerinde ortaya çıkan tuzluluğa neden olan başlıca elementler Klor, Sülfat, Sodyum, Kalsiyum ve Magnezyum'dur. **Bitkilerde toksik etki ve su açığı yaratma gibi olumsuz etkilere neden olan tuzluluk; fazla sulama ve yağışlardan sonra suyun derinlere sızarken topraktaki bazı mineralleri de beraberinde taşıması ve daha sonra kapillaritenin etkisi ile yukarıya doğru hareket edip bünyesindeki mineralleri toprak yüzeyine bırakması ile oluşmaktadır.**

Tuzlu topraklar drenaj sistemlerinin kurulması, uygun su idaresi ve yıkama gibi yöntemlerle ıslah edilebilirlerse de bu son derece zor ve masraflıdır. **Tuzlu topraklar bir yandan ıslah edilmeye çalışılırken diğer yandan da tuza dayanımı yüksek bitkiler yetiştirilerek değerlendirilmelidirler.**

1. Giriş

Tuzluluk dünya topraklarının önemli sorunlarından biridir. Dünyada her yıl 10 milyon ha arazinin tuzluluk etkisiyle elden çıkması, sorunun boyutunu daha iyi göz önüne sermektedir (6). Özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yetersiz yağış ve yüksek buharlaşma tuzluluğun başta gelen sebeplerindendir. Nadir de olsa okyanus kenarlarındaki delta ovalarında okyanus etkisi nedeniyle tuzluluk görülebilmektedir. Öte yandan yanlış sulama uygulamaları da özellikle drenaj koşullarının kötü olduğu yerlerde tuzluluğa sebep olabilmektedir(4). Dünyada tarım arazilerinin sınırlı olduğu ve besin ihtiyacının katlanarak arttığı dikkate alınırsa en azından mevcut arazilerin daha verimli kullanılması gerektiği ortaya çıkar. Bu yüzden tuzlu toprakların ıslahı ve ekonomik bir şekilde değerlendirilmesi son derece önemlidir (8).

Tuzluluk ; özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yıkanarak yeraltı suyuna karışan çözünabilir tuzların yüksek taban suyuyla birlikte kapillarite yoluyla toprak yüzeyine çıkması ve buharlaşma sonucu suyun uçmasıyla toprak yüzeyinde birikmesi olayıdır (4,6). Bu birikme toprak yüzeyinde olabileceği gibi yüksek sıcaklık etkisiyle yüzeyden daha aşağılarda

da olabilmektedir. Tuzlu topraklar sodik topraklara göre ıslahı daha kolay ve bitki yetiştirmeye daha müsaittirler (4).

2. Tuzlulaşmaya Neden Olan Anyon Ve Katyonlar

2.1. Anyonlar

Tuzlu topraklarda en fazla rastlanan anyonlar, Cl^- ve SO_4^{2-} anyonlarıdır. Nadiren de olsa HCO_3^- , CO_3^{2-} ve NO_3^- anyonları bulunabilir (4,7).

2.2. Katyonlar

Tuzlu topraklarda en fazla bulunan katyonlar Na^+ , Ca^{2+} ve Mg^{2+} katyonlarıdır. Genellikle az miktarda da K^+ katyonu bulunabilir (4,7).

3. Tuzlulukta Etkili Olan Unsurlar

3.1. Okyanuslar

Okyanuslar daha ziyade sahil kesimlerde ve okyanus kenarlarındaki delta ovalarındaki tuzluluğun kaynağıdır. Okyanusların tuzlu suyu, gel-git olayları, deniz serpintileri ve tuzlu suyun arazilere nüfuzu yoluyla bu topraklara ulaşır ve buharlaşma sonunda toprak yüzeyinde tuz birikmesi olur (7).

3.2. Ana Materyal

Dünya üzerindeki tuzluluğun en önemli kaynağı ana materyaldir. Zira yüzey ve tabansuyu akışı sırasında ana materyaldeki çözünebilir tuzların yeraltı ve yerüstü sularına karışması tuzluluğun temel kaynağıdır. Ana materyalde tuz iki şekilde bulunabilir;

- 1- Deniz orijinli kayalar: daha önce deniz tabanı olan ancak jeolojik olaylar sonucu suyu çekilen bölgelerde yıllarca tuzlu deniz suyuna maruz kalan kayalar tuzluluk kaynağıdır.
- 2- Mineral ayrışmalar: Ana kayada mevcut bulunan tuzlar, sular ve diğer bazı kimyasal ve fiziksel etkilerle ayrışır ve tuzluluğa sebep olurlar (7).

3.3. Topografya

Tuzluluğun oluşmasında önemli bir faktör de topografyadır. Kapalı havzalar genellikle tuzlulaşma eğilimindedir. Özellikle taban suyu akışını engelleyen geçirimsiz tabakalar yüksek taban suyunun ve dolayısıyla tuzluluğun başta gelen sebeplerindendir (4,7).

3.4. İklim

Tuzluluk daha ziyade kurak ve yarı kurak bölgelerde sorun olmaktadır. Zira yağışlı bölgelerde fazla yağışla yeraltı suyuna iletilen tuzlar akarsularla denizlere ulaştırılır. Ancak kurak ve yarı kurak bölgelerde tuzların yıkanması ve taban suyuna karışması yetersiz yağış nedeniyle yereldir ve çoğu zaman yeraltı suları açık denizlere ulaşamaz. Bunun sonucunda da

lokal kapalı havzalar meydana gelir. Ayrıca yüksek buharlaşma kurak ve yarı kurak bölgelerdeki tuzluluğun en önemli sebeplerindendir (4).

4. Tuzluluğun Sebebi Olduğu Sorunlar

Tuzlu toprakların pH' ısı, permeabilitesi ve infiltrasyonu normal topraklara yakındır. Yani böyle topraklarda sodik topraklardaki gibi kil dispersiyonu ve organik madde çözünümü pek görülmez. Bu sebeple tuzlu toprakların ıslahı ve idaresi sodik topraklardan daha kolaydır (4,7). Tuzlu topraklarda görülen başlıca sorunlar şunlardır.

4.1. Toprak Yüzeyinde Tuz Birikmesi

Tuz birikmesinin mekanizması aşağıda anlatılacaktır. Tuzlu topraklarda yüzeyde ve yüzey altında tuz birikmesi meydana gelir. Beyaz görünümünden dolayı bazı araştırmacılar böyle topraklara beyaz alkali topraklar demişlerdir (4).

4.2. Bitki Gelişimine Etkisi

Bitki yetiştirme ortamındaki fazla tuz bitkinin gelişmesinin önemli ölçüde sınırlar. Tuzlar bitki büyümesine 2 türlü etki ederler.

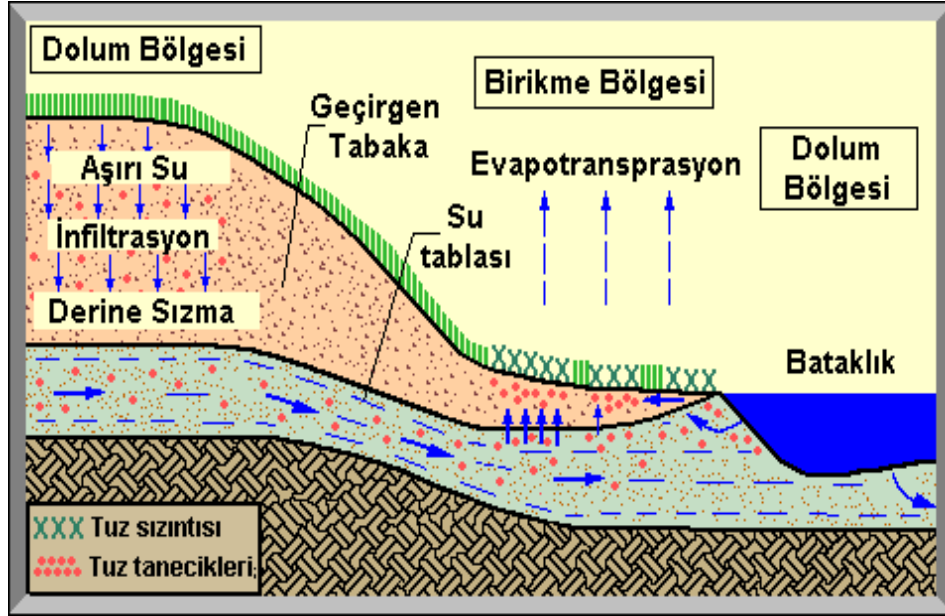
1. Zehir etkisi: Sodyum ve Bor gibi elementler bitkilerde zehir etkisi yaparlar.
2. Bitkide su açığı yaratma: Çözünebilir tuzlar besi ortamının su potansiyelini düşürür. Böylece bitkinin su alımı sınırlandırılmış olur. Bu etki osmotik ayarlama mekanizmasıyla dengelenebildiğinden birinci etki kadar önemli değildir (2).

5. Tuzluluğun Meydana Geliş Mekanizması

Yukarıda da anlatıldığı gibi tuzluluk kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde tipiktir. Oluşumunda iklimin yanında topografyanın da etkisi büyüktür. Yağışlar ve aşırı sulama sebebiyle derinlere sızan sular gerek sızma esnasında ve gerekse yeraltı suyu akışı sırasında toprak ve kayalarda bulunan eriyebilir tuzları eritirler. Yeraltı suları doygun akış sistemine göre yerçekiminin etkisiyle tabana doğru hareket eder. Ta ki geçirimsiz bir tabakaya rastlayınca akış durur ve birikme başlar. Bu birikme bazen toprak yüzeyine kadar ulaşabilir. Tuzluluk meydana gelebilmesi için kritik tabansuyu derinliği toprak yapısına göre değişmekle beraber yaklaşık 2 m civarındadır (5). 2 m' den daha yüksek tabansuyu su tablası seviyesinden itibaren doymamış akış sistemine göre hareket eder ve adezyon kuvvetinin etkisiyle yukarı ve yana doğru su molekülleri çok nemli kısımdan az nemli kısma doğru kapillaritenin etkisiyle ilerler. Bu hareket sırasında da toprakta mevcut bulunan eriyebilir tuzlar eritilerek suyla beraber yüzeye doğru hareket ederler. Su zerrecikleri yüzeye ulaşınca bünyelerindeki tuzları

toprak yüzeyine bırakarak buharlaşırlar. Bu buharlaşma işlemi kurak bölgelerde toprak yüzeyinden daha aşağılardan başlar. Yani daha derinlerde tuzlaşma başlar (1).

Topoğrafyaya bağlı olarak değişik tuzluluk çeşitleri görülse de tuzluluğun oluşma mekanizması genellikle böyledir (4,6,7,8). Tuzluluğun oluşma mekanizması Şekil 1' de görülmektedir.



Şekil 1. Tuzluluğun meydana geliş mekanizması.

6. Tuzlu Toprakların Teşhisi

Tuzlu toprakların teşhisi oldukça zordur. Zira her zaman toprak yüzeyinde beyaz bir tabaka görülmeyebilir. Elde edilen ürün önemli ölçüde düşmesine rağmen bunun sebebi anlaşılamayabilir. Tuzlu toprakları teşhis etmenin en kolay ve kesin yolu elektriki iletkenliğinin, pH'sının ve değişebilir sodyum yüzdesinin belirlenmesidir. Tuzlu ve sodik toprakların elektriki iletkenlikleri değişebilir sodyum yüzdeleri ve pH' ları Tablo 1' de verilmiştir (2,6,7,8).

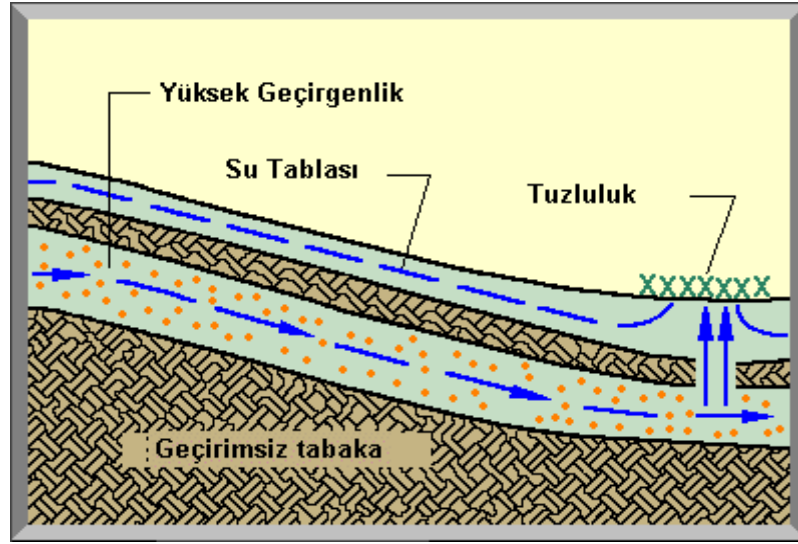
Tablo 1. Tuzlu ve sodik toprakların elektriki iletkenlikleri değişebilir sodyum yüzdeleri ve pH' ları (7)

Toprak	pH	EC (mmhos/cm)	Değişebilir Na yüzdesi
Normal	< 8,5	< 4	< 15
Tuzlu	< 8,5	> 4	< 15
Sodik	> 8.5	< 4	> 15
Tuzlu-Sodik	< 8,5	> 4	> 15

7. Topoğrafya ve Uygulamalar Yönünden Tuzluluğun Sınıflandırılması

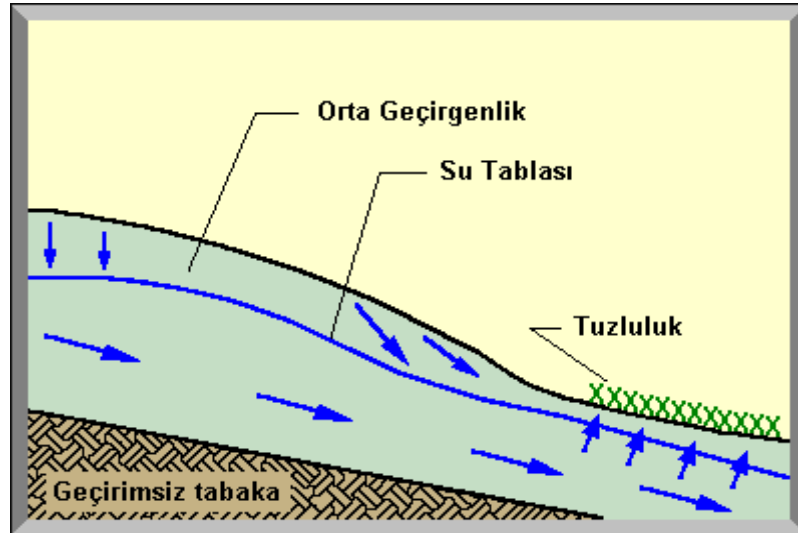
7.1. Kurak Bölge Tuzluluk Tipleri

1. Artezyen tuzluluğu: iki geçirimsiz tabaka arasındaki basınçlı ve tuzlu yeraltı suyunun herhangi bir çatlaktan veya açılan bir kuyudan yüzeye çıkması sonucu oluşan tuzluluktur. Şekil 2' de artezyen tuzluluğunun oluşumu görülmektedir (8).



Şekil 2. Artezyen tuzluluğunun oluşumu.

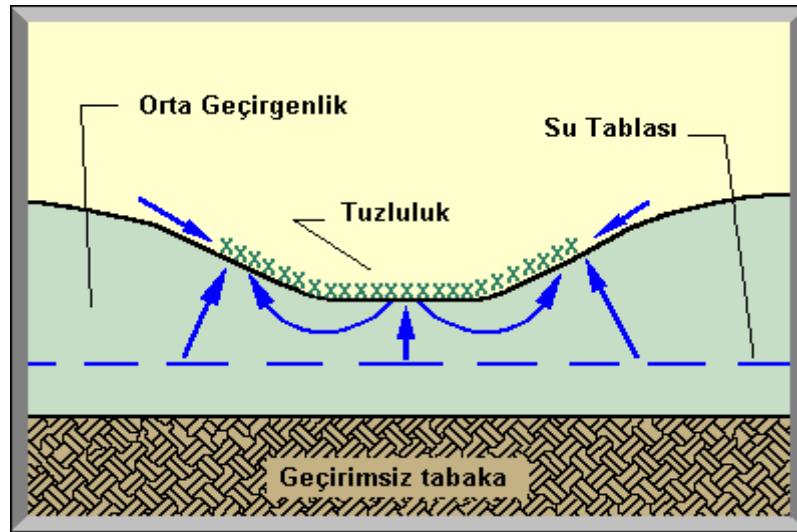
2. Temas/ Meyil değişim tuzluluğu: Tabansuyunun eğimli arazilerin eteklerindeki düz kısımlardan yüzeye çıkması sonucu oluşan tuzluluktur. Şekil 3'te oluşumu görülmektedir (1).



Şekil 3. Temas/meyil değişim tuzluluğu.

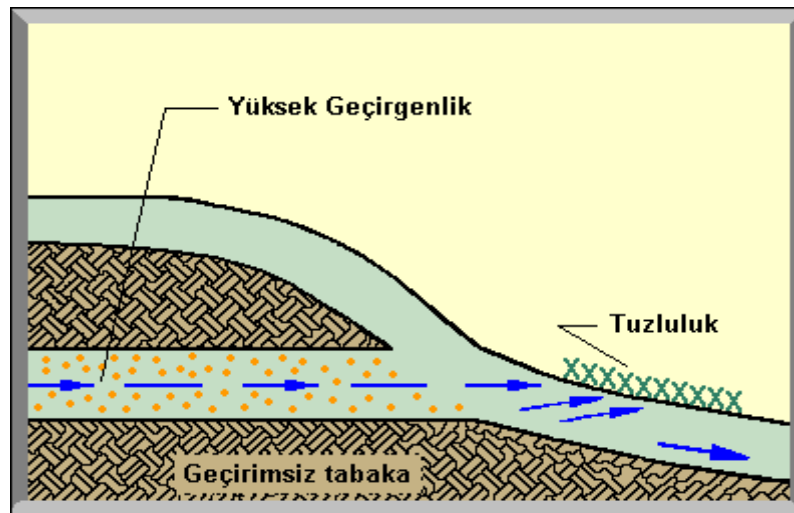
3. Sel yarıntı tuzluluğu: Üstteki tuzu yıkanmış tabakanın sel tarafından aşındırılması sonucu alttaki tuz biriken tabakanın yüzeye çıkması sebebiyle oluşan tuzluluktur. (1).

4. Çöküntü tabanı tuzluluğu: Çöküntü tabanlarında yüksek taban suyunun kapillarite ile yüzeye çıkması sonucu oluşan bir tuzluluktur. Şekil 4' te çöküntü tabanı tuzluluğunun oluşumu görülmektedir (1).



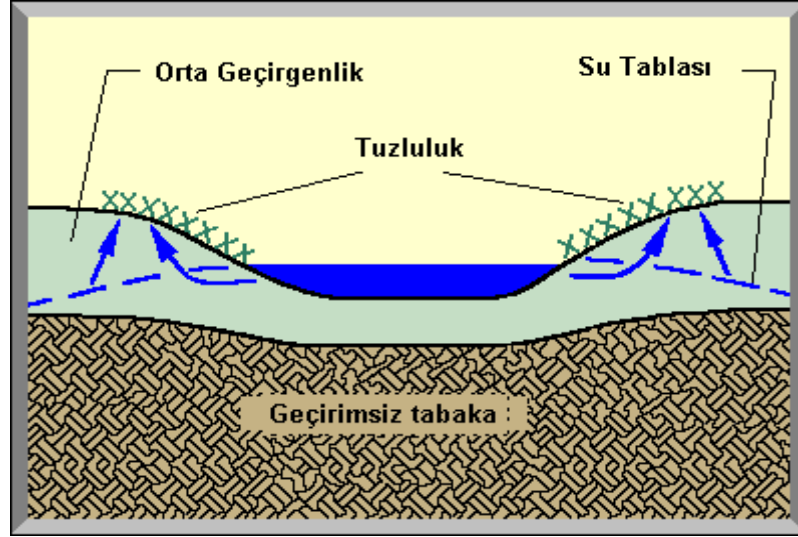
Şekil 4. Çöküntü tabanı tuzluluğu.

5. Aşınma tuzluluğu: Uzun yıllar sonunda çeşitli sebeplerle üst toprak katmanının aşınması sonucu oluşan tuzluluktur. Şekil 5'da aşınma tuzluluğunun oluşumu görülmektedir (1).



Şekil 5. Aşınma tuzluluğunun oluşumu.

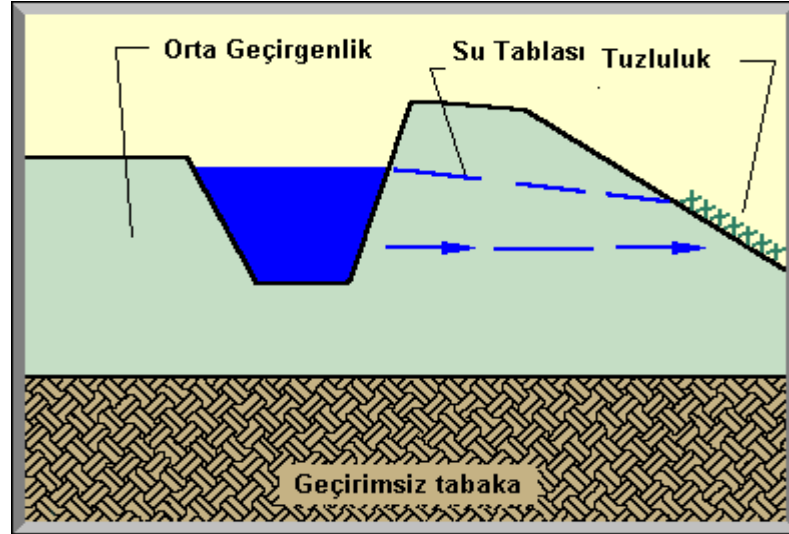
6. Bataklık kenarı tuzluluğu: Bataklık kenarlarında bataklık sularının toprak altından yan ve düşey yönde kapillarite etkisiyle hareket etmesi sonucu bant şeklinde oluşan tuzluluktur. Bataklık kenarı tuzluluğunun oluşumu Şekil 6'da görülmektedir (1).



Şekil 6. Bataklık kenarı tuzluluğunun oluşumu.

7.2. Sulanan Bölgelerdeki Tuzluluk Tipleri

1. Kanal sızıntılarının sebep olduğu tuzluluk: Gerek sulama ve gerekse drenaj kanallarında meydana gelen sızıntılar uzun süre sonunda buharlaşmanın da etkisiyle kanal civarında tuz birikmesine sebep olabilmektedir. Şekil 7' de kanal sızıntı tuzluluğunun oluşumu görülmektedir (1).



Şekil 7. Kanal sızıntılarının sebep olduğu tuzluluğun oluşumu.

2. Sulama uygulamalarının sebep olduğu tuzluluk:

- Tuz içeriği yüksek sulama suyu kullanılması nedeniyle oluşan tuzluluk.
- Aşırı sulama nedeniyle yeraltı su tablasının yükselmesine neden olarak meydana gelen tuzluluk olarak sınıflandırılabilir (1).

8. Tuzlu Toprakların Islahı

Tuzlu toprakların ıslahında başlıca yöntemler şunlardır.

8.1. Drenaj Sistemlerinin Kurulması

Tuzlu toprakların büyük çoğunluğunda taban suyu oldukça yüksektir. Uygun yerlere açılacak açık veya kapalı drenaj kanalları tabansuyunun kritik derinliğin altına düşmesini sağlayabilir (7).

8.2. Uygun Su İdaresi

Sulama amaçlı kullanılacak suyun içinde en fazla 1000 ppm tuz bulunmalıdır. Bunun üzerindeki tuz konsantrasyonları toprak yüzeyinde veya içinde buharlaşmanın etkisiyle birikmeye sebep olabilir (7).

Tuzlu topraklarda düşük tuz içeren su kullanımı yanında sulama zamanının ve yönteminin doğru belirlenmesi de ıslah açısından önemlidir. Zira salma sulama yöntemiyle ve sıcak saatlerde yapılan sulama hem sızma yoluyla tabansuyunu yükseltecek, hem de hızlı buharlaşma sebebiyle yüzeyde tuz birikmesine neden olacaktır. Bu yüzden tuzlu topraklarda en uygun sulama zamanı buharlaşmanın en az olduğu gece saatleri ve en uygun sulama yöntemi de damla sulama yöntemidir (6).

Bir diğer husus tuzlu su içeren drenaj ve sulama kanallarındaki sızmaların önlenmesidir. Böylece kanal çevresindeki tuz birikmesi önlenebilir (8).

8.3. Yıkama

Tuzlu topraklar tuz içeriği 1000 ppm'den az olan sulama suyuyla her yetiştirme sezonundan önce hektara 500 mm su ilave etmek suretiyle yıkanabilir. Şu da gözden uzak tutulmamalıdır ki tuz içeriği 1000 ppm olan bir sulama suyuyla sulama yapılırsa dahi hektara 500 mm suyla toplam 5000 kg tuz ilave edilmektedir. Ayrıca yıkama işleminin uygulanabilmesi için çok iyi bir drenaj sisteminin var olması gerekir (7).

9. Tuzlu Toprakların İdaresi

1. **Drenaj Sağlanmalıdır :** Tuzlu toprak idaresinde temel unsur drenajın sağlanmasıdır. Zira yüksek tabansuyu bitki kök bölgesinin suyla kaplı olması demektir. Buda bitkilerin sağlıklı bir şekilde büyümesini engeller.
2. **Mevcut tuz periyodik olarak süzülmalıdır :** Böylece tuz içeriği düşürülerek bitkilerin istediği yetiştirme ortamı temin edilebilir (7).

3. **Tuza dayanıklı bitkiler yetiştirilmelidir** : Tuzlu toprak kullanımında en ekonomik ve yaygın yöntem budur. Toprağın tuz içeriği tespit edilerek ona uygun bitkiler yetiştirilmelidir. Toprakların tuzluluk seviyelerine göre bitkilerin tepkisi Tablo 2' de verilmiştir (2).

Tablo 2. Toprakların tuzluluk seviyelerine göre bitkilerin tepkisi

Tuzluluk, E _{Ce} (25°C'de mmhos/cm)	Bitki Tepkisi
0-2 Çok az tuzlu	Tuzluluk etkisi çoğunlukla ihmal edilebilir
2-4 Az tuzlu	Çok duyarlı bitkilerin ürün verimleri düşebilir
4-8 Tuzlu	Birçok bitkinin ürün verimi düşer
8-16 Çok tuzlu	Tuza dayanıklı bitkiler normal ürün verebilir
> 16 Aşırı tuzlu	Tuza çok dayanıklı birkaç bitki ürün verebilir.

Tuza dayanıklılık açısından bitkiler şöyle sınıflandırılabilir (2,3,7).

- Yüksek dayanımlı bitkiler : Şekerpancarı, pamuk, arpa
- Orta dayanımlı bitkiler : Üzüm, buğday, ayçiçeği, kaba yonca
- Düşük dayanımlı bitkiler : Kızıl yonca, baklagiller, turunçgiller, çeltik, mısır.

4. **Düşük tuz içerikli su kullanımı** : Düşük tuz içerikli su kullanımı toprağın ıslahına yardım edeceği gibi bitkilerin suyu daha kolay almasını da sağlar. Bu da bitki besin elementlerinin bitkiye daha kolay geçmesi demektir.
5. **Bitkinin dikim yerine dikkat edilmelidir** : Özellikle karık sisteminde tuz birikimi karıkların tepelerinde yoğunlaşır. Bu sebeple bitkiler karıkların yan yüzeylerine dikilmelidirler.

10. Kaynaklar

1. **Anonim, 2000.** Dryland Saline Seeps. Types and Causes. Alberta Agriculture Agdex 518-12. 4 pp.
2. **Aydemir, O., 1992.** Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği. Atatürk Üniversitesi Yayınları. No: 734. Erzurum.
3. **Ayers, R.S., D.W.Westcot, 1985.** Water Quality for Agriculture Irrigation and Drain Paper. 29 Rev. 1, United Nations Food and Agriculture Organizations. Rome, Italy. 174 p.

4. **Ergene, A., 1982.** Toprak Bilgisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Erzurum.
5. **Henry, L., Harron, B., and Flaten, D., 1987.** The nature and management of salt affect land in Saskatchewan. Saskatchewan Agriculture. Agdex 518. 23 pp.
6. **Kwiatowsky, J., 1998.** Salinity Classification, Mapping and Management in Alberta. Food and Rual Development and Agriculture and Agrifood. Canada
7. **Terry, R., 1997.** Soil Salinity. Brigham Young University, Collage of Biology and Agriculture Publishing. No: 282.
8. **Woods, S. A., 1996.** Salinity Tolerance of Ornamental Trees and Shrubs. Food and Rual Development and Agriculture and Agrifood. Canada.