

BÖLÜM VII : TUZLULUĞUN BİTKİYE ETKİSİ

GİRİŞ

Halofitler gibi diğer bitkiler dayanabilirken, glikofitler veya halofit-olmayan bir çok bitkiler sodyumlu ve tuzlu koşulların stresine dayanacak niteliklere sahip değildirler. Burada sözü edilen stres bitkinin büyüme, gelişme ve üreme gibi genetik potansiyelinin belirlediği normal koşulların dışında gelişen durumlara denmektedir. 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 açıdan tür içindeki genotipler bile büyük farklılıklar gösterir. Belli bir bitki için hassasiyet ya da tolerans, bitkinin kötü etkilendiğini gösterdiği devamlı stres noktası ya da değişim aralığı şeklinde gösterilir. Bu sadece stresin yoğunluğuna değil aynı zamanda ortamın kimyasal kompozisyonu, sıcaklık, ışık yoğunluğu, bağıl nem ve birçok diğer faktörlere bağlıdır.

Hindistan cevizi ve hurma dışındaki bir çok kültür bitkisi ya glikofittir ya da halofit-olmayandır. Bu bölümde, bitki türlerine değinilecek ancak halofitler ayrı olarak tartışılacaktır. Halofitlerdeki tuza dayanım mekanizması Flowers (1985), Flowers ve ark. (1977), Waisel (1972) ve Wyn Jones (1981) ve diğerleri tarafından araştırılmıştır.

TUZLULUK VE SODYUMLULUK

Bitkilerin tuzluluğa gösterdiği tepki bağlamında tuzluluk, ozmotik potansiyeli azaltma yoluyla, köklerin etkisinde kaldığı çözeltinin kolligatif özelliklerinin etkilendiği çözünebilir tuzların çok yüksek düzeylerdeki konsantrasyonunu ifade eder. (çözeltilerin kolligatif özelliklerinin cetvelleri için, Wyn Jones ve Gorham 1983). Tarımsal bağlamda, toprak saturasyon ekstraktının 25°C deki elektriksel iletkenliği 4 dS/m'yi aşarsa ve katyon değişim kapasitesi 15'den düşükse tuzlu olarak kabul edilir. Aşağıda da tartışıldığı gibi, tuzlu ya da tuzsuz koşullar arasında kesin çizilmiş bir sınır mevcut değildir. Toplam tuzluluğun yanında birçok faktör bitkinin tuzluluğa tepkisini etkiler.

Sodyumluluk birçok kriterle belirlenir; değişebilir sodyum oranı ESP ve sodyum adsorpsiyon oranı SAR en yaygın olanlarıdır. Daha eskiden sodyum iyonları tarafından tutulan toprağın katyon değişim komplekslerinin oranı ile tarif edilirdi. Eğer bu oran 15'i aşarsa toprak sodyumlu olarak kabul edilir (Richards 1954). Bitkide sodyumun zararını belirlemede genellikle sodyum adsorpsiyon oranı tercih edilir.

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{Ca^{++} + Mg^{++}}} \quad (1)$$

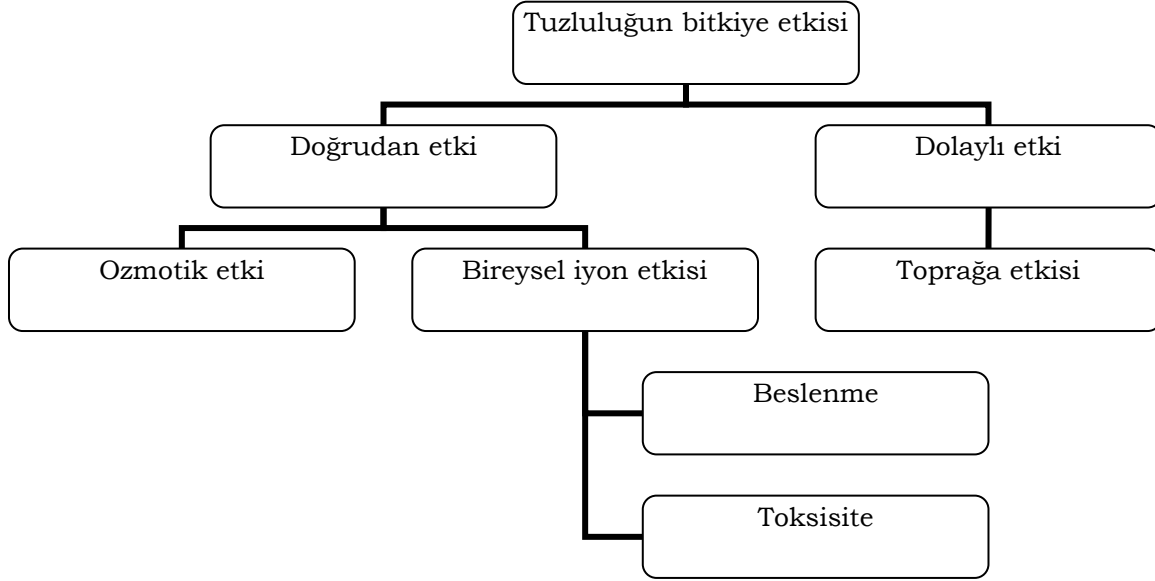
SAR değerinin 15 den yüksek olması tuzluluğu işaret eder. Bununla birlikte sodyumlu ya da sodyumsuz topraklar arasındaki farkı ortaya koyan tek bir değer

yoktur. Northcote ve Skene (1972)'ye göre, ESP'nin 6 veya daha yüksek olduğu topraklar sodyumlu, 15'in üstünde olanlar ise şiddetli sodyumludur.

Tuzluluk ve sodyumluluk koşulları arasındaki ayırım iki koşulu da kapsayan genel terimler ile ifade edilir.

TUZLULUK-BİTKİ GELİŞİMİ İLİŞKİSİ

Tuzluluk bitki gelişimi üzerine aşağıdaki şemada gösterilen etkileri oluşturmaktadır. Genelde dolaylı ve doğrudan etki şeklinde gruplandırılan bu etkiler kendi içinde de sınıflara ayrılmaktadır.



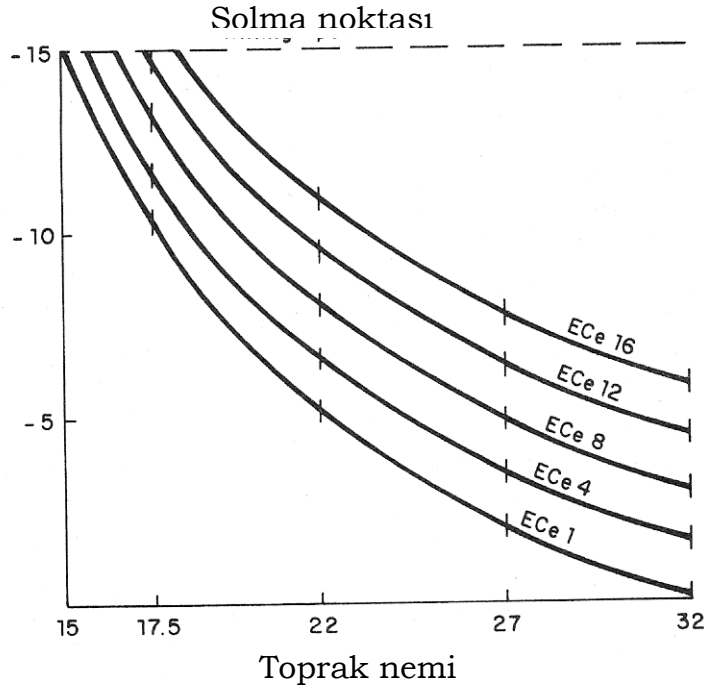
Şekil 7.1 Tuzluluğun bitki gelişimine olan etkileri

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 meyve kalitesinde azalmalar ortaya çıkacaktır. Bununla birlikte tekrarlanan sulamalar sonucunda kök bölgesine sürekli olarak sulama suyu içerisinde bulunan tuzları da yığılmaktadır. Biriken bu tuzlar nedeniyle bitkilerin kökleri ile suyu topraktan alımları etkilenmektedir. Bu mekanizma bilindiğinde tuzluluk nedeniyle ortaya çıkabilecek olan su alımındaki eksiklik sorunları ile baş etmek mümkün olabilecektir.

Bitkilerin suyu topraktan alabilmeleri için, suyun toprak tarafından tutulmasına neden olan toplam kuvvetten daha fazla bir güç üretmesi gerekmektedir. Toprakta suyu çekip bünyesine alabilecek kadar bir gücü üretmediği takdirde ise bitki nem eksikliği etkisinde kalacaktır. Bu durum toprak çok kurduğunda ortaya çıkar. Tuzluluk etkisinde bitkinin suyu alması için yenmesi gereken fazladan bir güç ortaya çıkar ve 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 çekebilirler. Bunun nedenini basit olarak açıklayabilmek mümkün değildir. Tuzlar suya bir çekim gücü

uygularlar. 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 zorundadırlar.



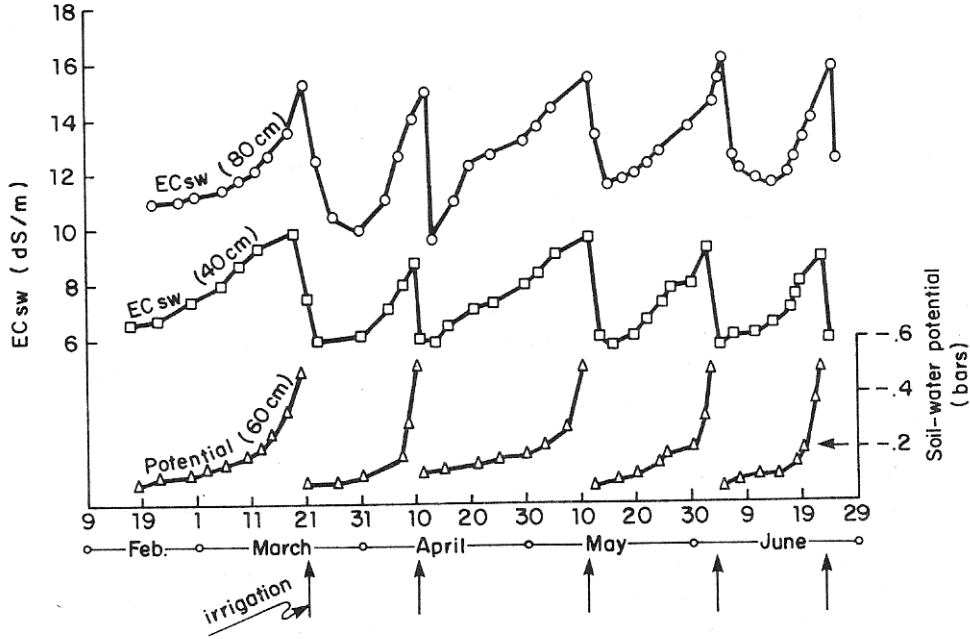
Şekil 7.2 killi toprakta farklı tuz içeriklerinde (EC_e) toprakta tutulan su miktarları

Bütün pratik amaçlar için, tuzlu bir toprakta oluşacak, suyun alınmasında ek potansiyel enerji gereksinimi (ozmotik potansiyel), tuzsuz bir topraktakine göre fazladan oluşmuş bir enerji gereksinimi olarak karşımıza çıkar. Bunun birikmiş etkisi Şekil 7.2 de görülmektedir. Artan tuzluluk etkisinde bitkinin alabildiği su miktarında önemli bir azalma söz konusudur. Tuzluluk tıpkı kuraklık etkisi gibi bir etki oluşturmaktadır ve her ikisi de sonuçta su stresi ve verimde azalma oluşturmaktadır. Şekilden de izlenebileceği gibi; 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 %23 olmaktadır. Bir başka deyişle daha tuzlu koşullarda toprakta daha fazla su kullanılmadan kalabilmektedir.

Tuzluluk etkisi tıpkı kuraklık etkisi gibidir ve her iki koşulda da bitki gelişmesi yavaşlar ve verimde azalma oluşur. Bitki vegetatif aksamının çökmesi, yaprak zararlanması ve lekeler gibi etkiler ancak tuzluluğun uzun süreli etkileri sonucunda belirgin bir hal alacaktır.

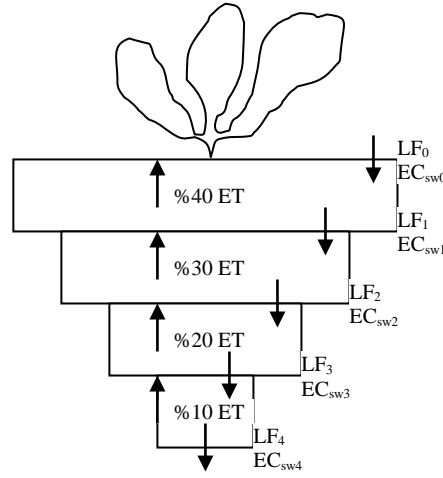
Toprak kök bölgesi içerisinde sulamalar arasında kalan dönemde bitki sürekli olarak değişen toprak nem potansiyeli etkisinde kalmaktadır. Suyun tüketilmesi ile birlikte kullanılabilirliği de azalmaktadır, çünkü toprakta azalan nem koşulunda suyun tutulma gücü artmaktadır. Suyun bitkiler tarafından alınması ile tuzun büyük kısmı kök bölgesinde bırakılmakta ve biriktirilmektedir. Bir başka deyişle

sulamalar arasında kalan dönemde nem miktarı azalırken tuzluluk artmaktadır. Şekil 7.3 de bu durum gösterilmiştir. Sulamayı takip eden dönemde toprak tuzluluğu derinlik ile sabit kalmamaktadır. 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 ise her iki değer de değişmektedir.



Şekil 7.3 Sulamalar arası sürede toprak tuzluluğundaki değişim (EC_{sw})

Bitkiler, absorptif güçlerini toprakta kök bölgesi içerisinde her yerde üretirler ancak, suyu en az güçle tutulduğu bölgelerden almak için kullanırlar. Bu bölge genelde üst toprak bölümüdür, çünkü bu bölge daha fazla sulama suyu ve yağışlar ile beslenen kısımdır. Üst toprak bölümünden daha fazla su infiltrasyon olması sonucunda bu bölüm daha fazla yıkanma etkisinde kalmakta ve bu kısımda ozmotik veya tuzluluk etkileri derinlere göre daha düşük olmaktadır. Üst toprak bölümünde kökler daha fazla yayıldığından, burası sulamalar arasındaki süreçte bitki su alımının yüksek düzeyde olması ile daha hızlı olarak kuruma etkisine girer. Bu şekilde üst kısımdaki alınabilir su miktarının azalması ile bitkiler su gereksinimlerini daha derinlerden karşılama yoluna giderler. Bu durumda hem üst toprak bölümünün hem de derinlerdeki kök bölgesi bölümlerinin içerdiği su daha tuzlu hale gelir ve ozmotik potansiyeli yükselir. Bitkinin suyu tüketmesi sürecinde kök bölgesi içerisinde bitki su kullanım deseni oluşur. Sonuçta normal sulama pratikleri altında kök bölgesi boyunca her bir çeyrekte sırasıyla %40, %30, %20 ve %10'luk su kullanımının meydana geldiği kabul edilir (Şekil 7.4).



Şekil 7.4 Kök bölgesi içerisinde su kullanım deseni

Bireysel (Özel) İyon Etkisi

Bireysel yüksek konsantrasyona sahip iyonların bitkiye olan etkileri iki başlık altında incelenir; *beslenme etkileri* ve *toksik etkiler*.

Beslenme Etkileri

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 (Epstein ve Rains 1987; Szabolcs 1989). Bu iyonların diğerlerine oranı oldukça 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 potasyumdur (Rains ve Epstein 1967). Potasyum taşınım mekanizmasının seçiciliğinin derecesi mangrove (*Avicennia marina*), yaprak dokularından kesilerek alınan denemelerde gösterilmiştir. Bu türler tuzluluk nedeniyle potasyum eksikliğinin kanıtı olarak görülebilir (Ball ve ark. 1987).

Tuzlu koşullar azotun alımını engelleyebilir. Böylece, kısa dönemli denemelerde dahi (12 saate kadar) Aslam ve ark. (1984), arpa tohumlarında, SO_4^{2-} ve yüksek miktarda Cl^- konsantrasyonunun, NO_3^- absorpsiyonunu azalttığını bulmuşlardır. Katyonların (Na ve K) ne olduklarının etkisi düşüktür. Tuz bunların dışında oluşan NO_3^- azalmasını etkilememiştir. Tuzluluk nedeniyle (0.2 M NaCl) NO_3^- 'deki azalma strese konulduğu ilk dakikadan itibaren görünmüş ve düzelmeye metabolik süreçlerin sayısına bağlı olmuştur (Klobus ve ark. 1988).

Sodyum iyonları kalsiyum beslenmesinde (alımında) düzensizliğe neden olur. Diğer elementlerle birlikte besin elementleri açısından karmaşıklık, kalsiyumun metabolizması ve taşınması üzerine tuzluluğun etkileri ile bağlantılandırılabilir. Dış ortamdaki kalsiyum konsantrasyonu yüksekse tuzluluğun etkisini azaltabilir. Ortamdaki yüksek sodyum/kalsiyum oranı kötü etki eğilimindedir. Yetersiz Ca^{+2}

oranı, zar fonksiyonlarına ve büyümeye dakikalar içinde ters etki yapabilir (Epstein 1961; Lauchli ve Epstein 1970; Cramer ve ark. 1988) farklı genotipler geniş çapta farklılık gösterebilir.

LaHaye ve Epstein (1969) 50 mM NaCl ve 1mM'den daha az CaSO₄ konsantrasyonlardaki çözelti kültürlerinde, tuzluluğa aşırı hassas fasulye bitkisi, *phaseolus vulgaris*, yetiştirdiğinde; NaCl'ün denemenin 7 günü boyunca bitkilerin gelişmesine zarar verdiğini gözlemlemiştir. 3 veya 10 mM konsantrasyonundaki Ca⁺²'un eklenmesi bitkiyi NaCl'ün bu ters etkisinden tamamen korumuştur. Benzer sonuçlar fasulye bitkisinin olgunluk dönemi için de bulunmuştur (LaHaye ve Epstein 1971). Tuzlu koşullardaki bitkinin performansı üzerine Ca⁺²' un etkisi özellikle Na⁺ iyonunun yüksek konsantrasyonlarda bulunduğu, bitki hücre zarları üzerindeki bütünlük ve düzeltici rolü çok geniş ölçüde araştırılmıştır (Cramer ve ark. 1985,1986; Lynch ve ark. 1987).

Elzam ve Epstein (1969) konstantrasyonu 500 mM ye kadar uzanan NaCl ile tuzlaştırılmış besin kültüründe büyütülen iki buğday türünü karşılaştırmışlardır. Büyümelerini şiddetli biçimde etkileyen tuz konsantrasyonları tuza hassas tür için 5.0 mM, tuza toleranslı tür için 100 mM olmuştur. Aynı tuz konsantrasyonlarında köklerdeki Ca miktarları azalma göstermiştir.

Biraz önce tarif edilen denemelerde besin solüsyonlarındaki ozmolarite tıpkı Na/Ca oranında olduğu gibi, tuzluluk arttıkça artar. Maas ve Grieve (1987) farklı Na/Ca oranlarında tuzlaştırılmış izozmotik çözelti kültüründe yetiştirilen mısır, *zea mays*, bitkisinde bu durumu karşılaştırmışlardır. Yüksek oranlarda (molar bazda 34.6/1), bitki kalsiyum eksikliği çekmiştir. Bu oran 5.7/1 veya daha düşük olduğunda kalsiyum eksikliği görülmemiştir. Mısır ile yapılan benzer bir çalışmada Plaut ve Grieve (1988), ortamdaki giderek daha azalan Na/Ca oranlarının fotosentetik hız (CO₂ fiksasyonu) ve su kullanım etkinliğini düşürdüğünü, düşük fotosentetik hızın ise kalsiyumun neden olduğu magnezyum eksikliği tarafından ortaya çıkarılmasının mümkün olduğunu bulmuşlardır.

Mineral besleyicilerin özel iyon etkileri üzerine yukarıda verilen örnekler, son 25 yılda elde edilen bilgilerin büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Bu bilgilerin ışığında artık, 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 değiştirilmiştir. Şimdi ortamın iyonik kompozisyonunun önemli olduğunu savunan fikirler çoğunluktadır. Aşağıdaki bölümde tartışılan toksisite etkileri konusu da bu fikirleri güçlendirmektedir.

Toksik Etkiler

Birçok örnekte özel iyon etkisi için iki çeşit kanıttan biri gözlenebilir. Biri orta konsantrasyonlardaki sodyum, klor, sülfat veya diğer iyonlar büyümeyi azaltabilir ya da özel hasarlara neden olabilir. Diğer farklı kompozisyonlardaki izozmotik çözeltiler çok farklı tepkiler ortaya çıkarabilir. Tahmin edilebileceği gibi, aynı türdeki bitkiler içinde bile genotipler bu tepkileri farklılaştırabilir.

Tuzlu topraklardaki bazı iyonların orta konsantrasyonlarında bile ortaya çıkan toksisiteler en çok odunsu bitkilerde görülmektedir. Bernstein (1965) çeşitli meyve ağaçlarında sodyum ve klor nedeniyle oluşan yaprak yaralanmalarını renkli fotoğraflarla göstermiştir. Bu bitkiler sodyumu ve kloru yapraklarından uzak

tutabilme kabiliyetleri çok düşük ve uzun ömürlüdür, bundan dolayı orta derecedeki toprak tuzluluklarından dahi zarar görürler.

Tuzluluğun fosfat toksisitesi şeklindeki yaprak yanması etkilerini, soya fasulyesinde yapılan denemelerle, Grattan ve Maas (1984,1988) ortaya koymuştur. Bu şekilde ortaya çıkan tuzluluk etkisi nedeniyle yaprak yanması, fosfat konsantrasyonuna, Ca^{+2}/Na^{+} oranına ve bitki çeşidine bağlı olmuştur. Orta tuzlulukta yüksek fosfat konsantrasyonu sonucunda oluşan fosfat toksisitesinin mekanizması henüz daha tam olarak ortaya konabilmiş değildir (Treeby and van Steveninck, 1988).

Buğdayda yapılan çalışmalar değişik iyonik kompozisyonlardaki izozmotik çözeltilerin yararsız (gereksiz) olduğunu göstermiştir. Aynı zamanda genotipin de önemsiz olduğu belirtilmektedir. Kingsbury ve Epstein (1986), tuza hassas buğday türlerinde bitkinin yüksek Na^{+} içeren (>100 mM) besin çözeltilerinden olumsuz etkilendiğini, ancak Na^{+} içermeyen izozmotik çözeltilerin yüksek konsantrasyonlarından dahi etkilenmediğini söylemektedirler. Tuza dayanıklı çeşitlerde ise bu çözeltilerin hiçbirisi etkili olmamıştır.

Sodyumluluğun Bitki Gelişmesine Etkileri

Değişebilir sodyum bitki gelişmesini iki biçimde etkiler: Beslenme problemleri ve kötü toprak koşulları.

Sodyumlu topraklarda çözelti içerisinde kalsiyumdan daha fazla sodyum 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.

Bazı bitkiler sodyuma karşı oldukça hassastırlar. Örneğin narenciye ve fındık bu tür bitkilerdendir. Bu bitkiler toprakta ESP değerinin 5-10 arasında olduğu koşullarda bünyelerinde aşırı miktarlarda sodyum biriktirebilmektedirler. Bu miktar ESP içeren topraklar halbuki, sodyumlu olarak nitelendirilmemektedir. Bununla beraber pek çok bitki ESP değerine daha fazla dayanıklıdırlar.

ESP değerinin 10 olması ile kötü (zayıf) toprak özellikleri baş gösterecektir. Bu şekilde toprak yapısının bozulması ve teksel yapı nedeniyle su ve hava geçirgenliğinin kötüleşmesi ile bitkiler olumsuz etkileneceklerdir. Toprak kök bölgesi yada üst toprak bölümleri ıslak kalacaktır. Kök gelişimi sınırlandırılacaktır. Sulama ve yağışlar ile ıslanma ardından kuruma ile kabuk tabakası bağlama ve büyük çatlakların oluşması ile çimlenmenin azalması ve genç bitkinin gelişmesinin yavaşlaması gibi etkiler ortaya çıkacaktır.

Hangi tür zararlanmanın oluşacağı belirli ESP değerlerinin verilmesi zordur. Toprak yapısı ve onun stabilitesi üzerine pek çok faktör etkilidir. Islah yönünden ele alındığında bu değer, montmorillonite gibi şişen yapıda kil mineralleri içeren ince bünyeli topraklarda 5 ila kaba bünyeli topraklarda 25 değerleri arasında değişmektedir.

Bitkinin Tuza Dayanımı

Bitkilerin tuza dayanımı aşağıda belirtilen biçimlerde tanımlanır;

⇒ Tuzlu koşullarda bitkinin verdiği verimin, oransal olarak, normal tuzsuz koşullarda verdiği verim ile karşılaştırılması (*oransal verim*): Bu agronomik kriter, bitkilerin tuza dayanımları konusunda iyi bir temel oluşturduğundan, normalde bitkilerin tuza dayanımları listelerinin oluşturulmalarında kullanılır.

⇒ Tuzlu toprak koşulunda bitkinin verdiği *mutlak verim*: Bir önceki kriter her ne kadar bitkilerin tuza dayanımları listelerinin hazırlanmasında yararlı olsalar da, sonuçta bitkinin bitki deseni içinde yer alması koşulu ekonomik değerlendirmelere bağlı olacağından, mutlak verim değerleri bu konuda yararlı olacaklardır.

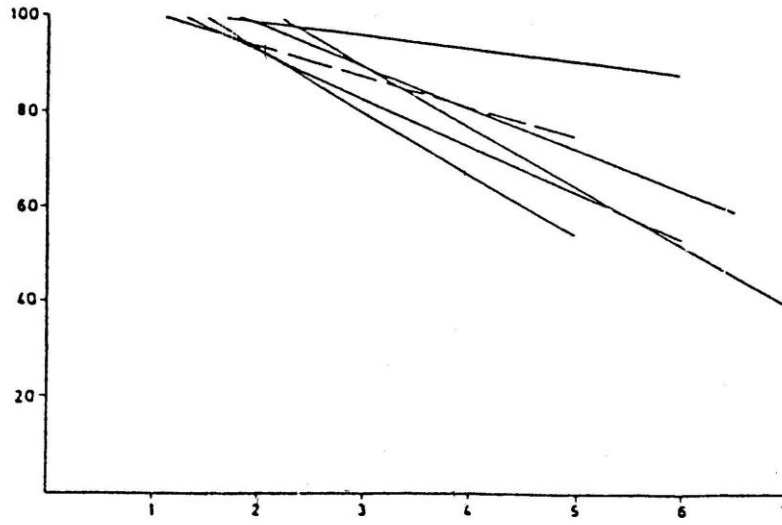
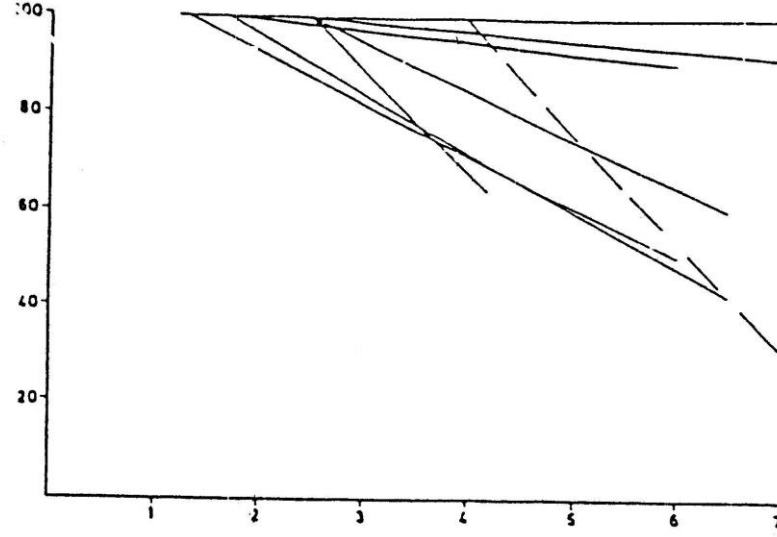
Bitkilerin tuza dayanımları ile ilgili pek çok veri bulunmaktadır. Tüm dünyada bu konuda yapılmış ve halen de yapılan pek çok çalışma vardır. Bu tuza dayanım sonuçları doğal olarak iklim koşullarını ve bitki varyetelerindeki ve kültürel uygulamalardaki farklılığı yansıtmamaktadırlar. İklim tuza dayanım üzerine etkilidir. Soğuk iklimlerde yada dönemlerde bitkiler tuza daha dayanıklıdırlar. Buna karşın sıcak ve nemli dönemlerde ise tuza daha hassas olurlar.

Verim ve tuzluluk arasındaki ilişki 0.95 ila 0.25 arasında yaklaşık doğrusal bir ilişki şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Bu tür ilişkilere ait deneysel sonuçlara dayanarak hazırlanmış eğriler Şekil 7.5 de verilmiştir. Burada toprak kök bölgesi ortalama tuzluluk değerleri (dS/m) ile oransal verim değerlerinin grafikleri verilmektedir. Ortalama kök bölgesi tuzluluk değerleri ilkbahar ve sonbaharda 0-80 cm kök bölgesinden alınan örneklerden hesaplanan tuzluluk değerlerinin ortalamalarını içermektedir. Pek çok bitki için incelendiğinde verimdeki azalmaların 1 dS/m den itibaren başladığı görülmektedir ve $EC_e=4$ dS/m değerinde verim azalmaları yaklaşık %20-25 düzeyine ulaşmıştır.

Çizelge 7.1, toprak tuzluluk düzeylerinin sınıflandırılmasını vermektedir. Bu çizelgedeki EC_e değerleri ile Şekil 7.5 deki değerlerin her ikisi de orta bünyeli topraklar için söz konusudur. Bir başka deyişle saturasyon düzeyinde ve tarla kapasitesi düzeyinde nem içerikleri için yaklaşık olarak $EC_e=0.5*EC_{fc}$ ilişkisi vardır.

Çizelge 7.1. Toprak tuzluluk sınıflandırması

EC_e , dS/m	Sınıf	Bitki verimi
0-2	Tuzsuz	Etkilenmez
2-4	Nisbeten tuzlu	Hassas bitkiler etkilenir
4-8	Tuzlu	Pek çok bitki etkilenir
8-16	Çok tuzlu	Yalnızca dayanıklı bitkiler yetişebilir
>16	Aşırı tuzlu	Çok az sayıdaki dayanıklı bitki yetişebilir

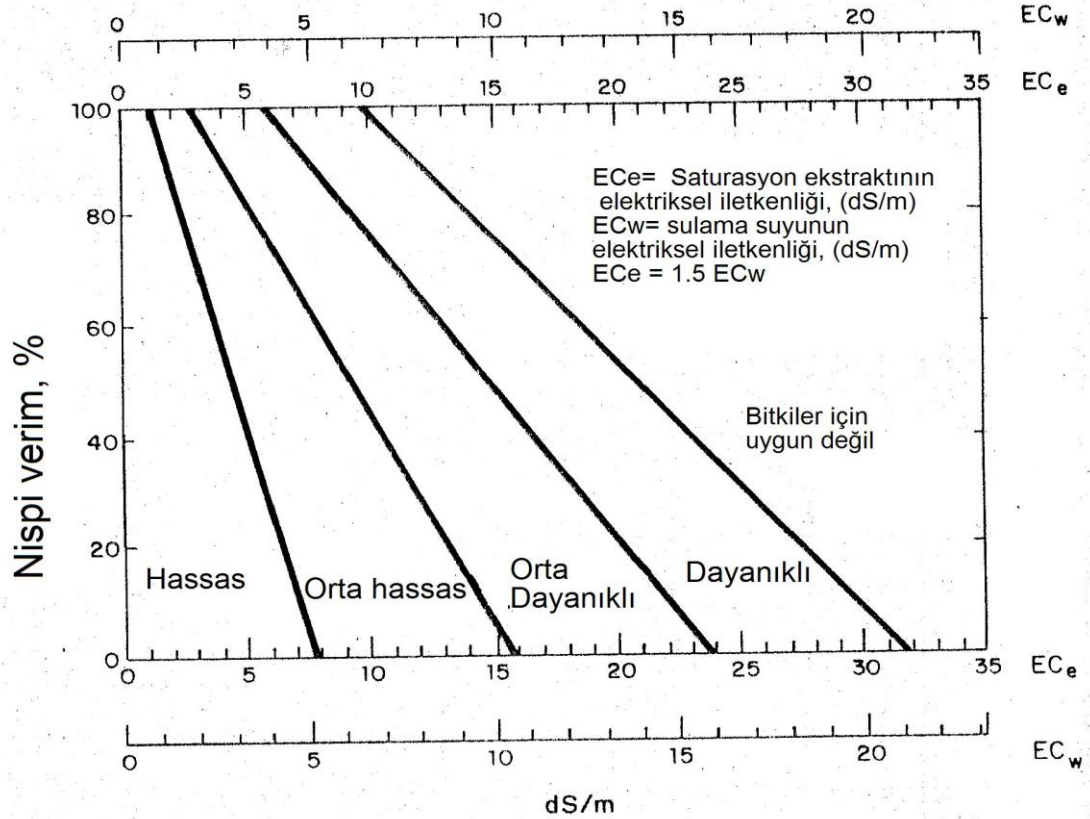


Şekil 7.5 Verim ve tuzluluk arasındaki ilişkiler

Bütün bitkiler tuzluluğa karşı aynı tepkiyi göstermezler. Bitkinin cinsine ve genetik-morfolojik özelliklerine bağlı olarak tuza karşı toleransları (dayanımları) farklılık gösterir. Bazı bitkiler tuzlu koşullarda dahi ekonomik düzeyde ürün verebilirken, bazı bitkiler verimlerini azaltırlar. Tuzlu koşullarda ekonomik ürün verebilen bitkiler, bu koşulda topraktan suyu alabilmek için gerekli ozmotik düzenlemeyi yapabilen bitkilerdir, bunlar dayanıklı bitkiler olarak isimlendirilir. 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 çıkabilecektir.

Bitkiler arasında 8-10 katı daha dayanıklı çeşitlerin olduğu bilinmektedir. Bu bize, önceden tuzluluğu nedeniyle kullanılamayan, orta tuzluluktaki bir su kaynağının, daha dayanıklı bitkilerin seçilmesi ile kullanılabilir hale gelmesini sağlar. Yine bu özellik, belli tuzluluktaki toprakların da tarımsal üretimde kullanılabilmelerini sağlar.

Bugün artık pek çok bitkinin tuza olan cevapları (dayanımları) bilinmektedir ve bu nedenle genel bir "bitkinin tuza dayanım rehberi" verilebilmektedir. Böyle bir rehber çizelge, Çizelge 7.2 de verilmektedir. Bu çizelgede pek çok tarla bitkisi, yem bitkisi, sebzeler ve meyve ağaçları için yarı-kurak alanlarda geliştirilen oransal tuza dayanım değerleri (deneysel değerler) yer almaktadır. Tuza dayanımın genel guruplandırılması Şekil 7.6 da gösterilmektedir.



Şekil 7.6 Tarımsal kültür bitkileri için oransal tuza dayanımlar

Çizelge 7.2 de genel olarak sulama sularının 0.7 dS/m den düşük tuzlulukları için oransal verim değerleri %100 dolaylarındadır. Bir başka deyişle 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 karşılayabilecektir. Daha yüksek tuzluluklarda ve hassas bitkiler için yüksek yıkama gereksinimi nedeniyle ekonomik kullanım söz konusu olmayacaktır. Genel olarak %25-30 yıkama gereksinimi düzeyleri üst sınırı oluşturmaktadır. Bunun üzerindeki yıkama gereksinimi oranlarını karşılayabilmek, fazla miktarda sulama suyu gereksinimi doğuracağından, pratikte uygulanma zorluğu oluşturacaktır. Bu durumda daha dayanıklı bitki türlerinin seçilmesi ile yıkama gereksinimi oranlarının azaltılması yoluna gidilebilir.

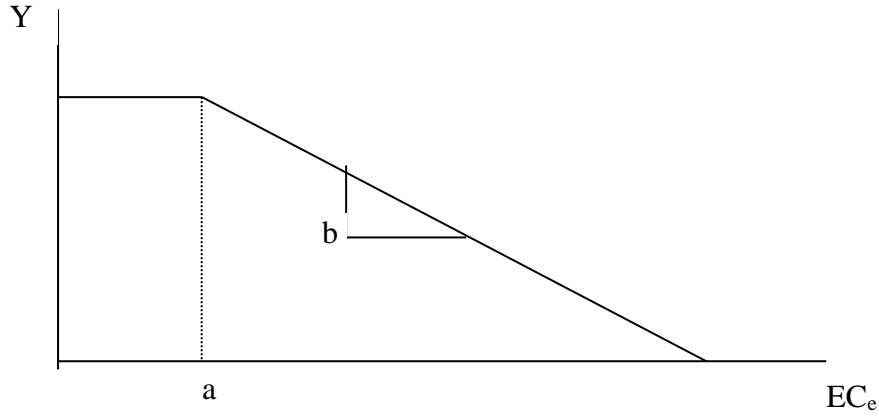
Sulamada su kalitesinin yorumlanmasında rehber değerler				
Tuzluluk	birim	kullanımda kısıtlamalar		
		Yok	orta düzeyde	zararlı
EC _w	dS/m	<0.7	0.7-3.0	>3.0
yada				
TDS	mg/l	<450	450-2000	>2000

Yüksek yıkama gereksinimi hacimlerinin uygulanması sırasında özellikle killi topraklarda, suyun uzun süre toprak yüzeyinde göllenmesi sorunu olacağından, bu gibi koşullarda bitkinin değiştirilmesi pratik çözüm sağlayabilecektir. Tuzluluğu 3 dS/m nin üzerinde olan sulama sularının kullanımları ancak, büyük orandaki yıkama gereksinimi hacimlerinin kolayca infiltre olabileceği kumlu topraklarda mümkün olabilecektir.

Bitkilerin tuza dayanım grafikleri Şekil 7.7 de verildiği gibidir. Tuzluluğun (sulama suyu tuzluluğu yada toprak tuzluluğu) artması ile birlikte bir noktaya kadar verim potansiyelinde azalma oluşmazken (threshold-eşik değeri), bu noktadan sonra, tuzluluğun artmaya devam etmesi ile verim potansiyeli de doğrusal olarak azalmaya başlar. Bu ilişkiyi aşağıdaki eşitlikle ifade edebiliriz;

$$Y = 100 - b(EC_e - a) \quad (1)$$

Burada; Y=Oransal verim değeri (%), EC_e=Toprak saturasyon ekstraktı tuzluluk değeri (dS/m), a=Tuzluluk eşik değeri, b=Birim tuzluluk artışına bağlı olarak verimdeki azalma miktarı.



Şekil 7.7 Tuzluluk ile verim potansiyeli ilişkisi.

Tuza dayanım verilerinin geliştirilmesi

Çizelge 7.2 de 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.

Bu çizelgeden (a) ve (b) değerleri hesaplanabilir. Bu değerler deneysel olarak bulunmuş değerlerle uyum içerisinde olacaktır.

(a) değeri, %100 verim potansiyeli için Çizelge 7.2 de verilen EC_e değeri olarak alınır. (b) değeri ise yine çizelge 7.2'den ilgili değerler kullanılarak, aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanabilir;

$$b = \frac{100}{EC_e(\%0) - EC_e(\%100)} \quad (2)$$

Burada; $EC_e(\%0)$ =Çizelge 7.2 de %0 verim potansiyeli için tuzluluk değeri, $EC_e(\%100)$ =Çizelge 1 de %100 verim potansiyeli için tuzluluk değerini ifade etmektedir.

Çizelge 7.2 de verilen ve %100 verim potansiyeli dışındaki EC_e değerleri, yukarıdaki (1) nolu eşitliğin aşağıdaki gibi çözülmesi ile bulunur;

$$EC_e = \frac{100 + ab - Y}{b} \quad (3)$$

Örnek: *Verim potansiyelinin belirlenmesi*

Pamuk bitkisi için Çizelge 7.2 den

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

$$\text{Eşitlik (2) den; } b = \frac{100}{27 - 7.7} = 5.2$$

Eşitlik (3) de $\%100$ verim için a ve b nin yerine konması ile;

$$EC_e = \frac{100 + 7.7 * 5.2 - 100}{5.2} = 7.7 \text{ dS/m}$$

benzer şekilde;

$$EC_e = \frac{100 + 7.7 * 5.2 - 90}{5.2} = 9.6 \text{ dS/m}$$

$$EC_e = \frac{100 + 7.7 * 5.2 - 75}{5.2} = 13 \text{ dS/m}$$

$$EC_e = \frac{100 + 7.7 * 5.2 - 50}{5.2} = 17 \text{ dS/m}$$

$$EC_e = \frac{100 + 7.7 * 5.2 - 0}{5.2} = 27 \text{ dS/m değerleri bulunur.}$$

Çizelge 7.2 de değerler $\%100$, 90 , 75 , 50 ve 0 verim potansiyelleri için verilmiştir. Ancak, istenen verim potansiyeli için tuzluluk değerleri 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 olabilecek ortalama bir değerdir ($EC_e = 1.5 EC_w$). Sulama suyu tuzluluğu için çizelgede verilen değerler, 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), sulama suyu tuzluluğu ile (EC_w) toprak tuzluluğu (EC_e) arasındaki konsantrasyon ilişkisi geçerli olmayacaktır.

Yukarıda verilen eşitlik (1) in geliştirilmesinde kullanılan verim değerleri, 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 Çizelge 7.2 'nin son sütununda gösterilmiştir.

Eğer tolerans değerleri grafik formda işaretlenirse, oluşan grafik Şekil 7.6 da verilen biçimi alır. Bu şekilde verilen diyagramda bitki gurupları aşağıdaki biçimde oluşturulmuştur;

<i>Oransal tuza dayanım derecesi</i>	<i>verim azalmaya başladığı toprak tuzluluğu(EC_e)</i>
Hassas	<1.3 dS/m
Yarı hassas	1.3-3.0 dS/m
Yarı dayanıklı	3.0-6.0 dS/m
Dayanıklı	6.0-10.0 dS/m
Uygun değil	>10.0 dS/m

Tuza dayanımı etkileyen faktörler

Belirli bir suyun kullanımında bitki üretim potansiyeli %100 den sıfıra kadar değişebilir, ancak sıkca su kalitesinin dışında üretimi etkileyen başka faktörler de vardır. Çizelge 7.2 de verilen değerler üretim potansiyeli üzerine sadece su kalitesinin etkili olması durumunda geçerli olan değerlerdir. Bununla beraber bu tür koşullar her zaman olamayabilir. Ancak tuzluluğun kısıtlayıcı ana faktör olduğu koşullarda, nisbi verimdeki azalma miktarları, diğer koşulların da verimi azaltmasına rağmen, çizelge 7.2 deki gibi alınabilir.

Çizelge 7.2 deki toprak tuzluluk toleransı değerleri bitkilere geç fide oluşumu döneminden olgunlaşmaya kadar geçen süre içerisinde uygulanabilir. Çimlenme ve erken gelişme dönemlerindeki tuzluluk etkileri ise daha farklı olup ancak belirli bazı bitkiler için bilinmektedir. Çizelge 7.3 ' de bazı bitkiler için verimde ve fide gelişiminde %50 azalmaya neden olan tuzluluk değerleri verilmiştir. Genel olarak söylenebilir ki, yüzey toprağındaki tuzluluk düzeyi 4 dS/m den fazla olduğunda çimlenmeyi ve fide gelişimini olumsuz etkileyecektir. Çimlenmenin yavaşlaması daha sonra fide oluşumunu geciktirecek, topraktaki kabuk bağlama ve çatlama olayları nedeniyle de bitkinin gelişme aşamasında sorunlar oluşabilecektir. Yağışlar yada ön sulamalarla toprağıın tuzluluğunun azaltılması ve kabuk bağlamasının önlenmesi sağlanabilir.

Bazı ağaç bitkileri için (narenciye, almond gibi) kullanılan anaç bitkiler ve bağ anaçları, tuzluluğa dayanımı etkilemektedirler. Anaç bitkiler özellikle Na^+ ve Cl^- gibi toksik iyonların etkilerine karşı farklı tepki verirler. Absorbe edilen miktar azaldığında, biriktirilen miktar da azalacaktır. Bu özellikler anaç bitki seçiminde ve yine üretilecek çeşitlerin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadırlar.

Türler arasında veryete farklılıkları yıllık bitkiler arasında da söz konusudur. Bu farklılıklar türler içerisindeki çeşitler arasında tuza en dayanıklılar açısından da olabilecektir. Bazı türler çizelge 7.2 de verilen değerlerden 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.

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 gözlenmiştir. 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 gerçekleştirilebilecektir. Buna karşın sıcak ve kurak koşullarda yüksek ET gereksiniminin oluşması ile 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 tuza dayanımı daha az olan bitkilerde, tuza daha dayanıklı olanlara göre daha fazla olacaktır.

Gübreleme tuza dayanım üzerine düşük bir etkiye sahiptir. Bitki beslenmesinin kritik faktör olduğu koşullarda gübrelemenin artırılması ile bitki verimi çoğaltılabilir, ancak gübrelemenin kritik faktör olmadığı ortamlarda, ek gübreleme tuza dayanımı iyileştirmeyecektir. Gübrelerin çoğu eriyebilir tuzlardan oluştuğu için, uygun olarak uygulanmayan gübreleme pratikleri ile toprak tuzluluğuna katkıda bulunulabilecektir.

Çizelge 7.2 toprak tuzluluğu (EC_e) yada sulama suyu tuzluluğu (EC_i) tarafından etkilenmiş bazı seçilmiş bitkilere ilişkin bitki 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	10.0	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
Sorgum (<i>Sorghum bicolor</i>)	6.8	4.5	7.4	5.0	8.4	5.6	9.9	6.7	13.0	8.7
Buğday, Ekmeklik (<i>Triticum aestivum</i>) ^{4,6}	6.0	4.0	7.4	4.9	9.5	6.3	13.0	8.7	20.0	13.0
Buğday, Makarnalık (<i>Triticum turgidum</i>)	5.7	3.8	7.6	5.0	10.0	6.9	15.0	10.0	24.0	16.0
Soya (<i>Glycine max</i>)	5.0	3.3	5.5	3.7	6.3	4.2	7.5	5.0	10.0	6.7
Börülce (<i>Vigna unguiculata</i>)	4.9	3.3	5.7	3.8	7.0	4.7	9.1	6.0	13.0	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	11.0	7.6
Şeker kamışı (<i>Saccharum officinarum</i>)	1.7	1.1	3.4	2.3	5.9	4.0	10.0	6.8	19.0	12.0
Mısır (maize) (<i>Zea mays</i>)	1.7	1.1	2.5	1.7	3.8	2.5	5.9	3.9	10.0	6.7
Keten (<i>Linum usitatissimum</i>)	1.7	1.1	2.5	1.7	3.8	2.5	5.9	3.9	10.0	6.7
Bakla (<i>Vida faba</i>)	1.5	1.1	2.6	1.8	4.2	2.0	6.8	4.5	12.0	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	4.2
SEBZELER										

Sakızkabağı (courgette) (<i>Cucurbita pepo melopepo</i>)	4.7	3.1	5.8	3.8	7.4	4.9	10.0	6.7	15.0	10.0
Pancar (kırmızı) (<i>Beta vulgaris</i>) ⁵	4.0	2.7	5.1	3.4	6.8	4.5	9.6	6.4	15.0	10.0
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	14.0	9.1
Domates (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	2.5	1.7	3.5	2.3	5.0	3.4	7.6	5.0	13.0	8.4
Hıyar (<i>Cucumis sativus</i>)	2.5	1.7	3.3	2.2	4.4	2.9	6.3	4.2	10.0	6.8
İspanak (<i>Spinacia oleracea</i>)	2.0	1.3	3.3	2.2	5.3	3.5	8.6	5.7	15.0	10.0
Kereviz (<i>Apium graveolens</i>)	1.8	1.2	3.4	2.3	5.8	3.9	9.9	6.6	18.0	12.0
Lahana (<i>Brassica oleracea capitata</i>)	1.8	1.2	2.8	1.9	4.4	2.9	7.0	4.6	12.0	8.1
Patates (<i>Solanum tuberosum</i>)	1.7	1.1	2.5	1.7	3.8	2.5	5.9	3.9	10.0	6.7
Mısır, tatlı (<i>Zea mays</i>)	1.7	1.1	2.5	1.7	3.8	2.5	5.9	3.9	10.0	6.7
Tatlı patates (<i>Ipomoea batatas</i>)	1.5	1.0	2.4	1.6	3.8	2.5	6.0	4.0	11.0	7.1
Biber (<i>Capsicum annum</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	12.0	8.0
YEM BİTKİLERİ										
Yüksek otlak ayrığı (<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 ayrığı (<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
Çokyıllık çim (<i>Lolium perenne</i>)	5.6	3.7	6.9	4.6	8.9	5.9	12.0	8.1	19.0	13.0
Dar yapraklı Gazal boynuzu ⁸ (<i>Lotus comiculatus tenuifolium</i>)	5.0	3.3	6.0	4.0	7.5	5.0	10.0	6.7	15.0	10.0
Yumrulu Kanyaş (<i>Phalaris tuberosa</i>)	4.6	3.1	5.9	3.9	7.9	5.3	11.0	7.4	18.0	12.0
Kamışsı Yumak (<i>Festuca elatior</i>)	3.9	2.6	5.5	3.6	7.8	5.2	12.0	7.8	20.0	13.0
Sibirya Ayrığı (<i>Agropyron sibiricum</i>)	3.5	2.3	6.0	4.0	9.8	6.5	16.0	11.0	28.0	19.0
Dar yapraklı Fiğ (<i>Vicia angustifolia</i>)	3.0	2.0	3.9	2.6	5.3	3.5	7.6	5.0	12.0	8.1
Sudan otu (<i>Sorghum sudanense</i>)	2.8	1.9	5.1	3.4	8.6	5.7	14.0	9.6	26.0	17.0
Rizomlu Otlakarpası (<i>Elymus</i>)	2.7	1.8	4.4	2.9	6.9	4.6	11.0	7.4	19.0	13.0

<i>triticoides</i>)										
Yem Börülcesi (<i>Vigna unguiculata</i>)	2.5	1.7	3.4	2.3	4.8	3.2	7.1	4.8	12.0	7.8
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	17.0	11.0
Sphaerophysa (<i>Sphaerophysa salsula</i>)	2.2	1.5	3.6	2.4	5.8	3.8	9.3	6.2	16.0	11.0
Yonca (<i>Medicago sativa</i>)	2.0	1.3	3.4	2.2	5.4	3.6	8.8	5.9	16.0	10.0
Salkrmyulaf (<i>Eragrostis sp.</i>) ⁹	2.0	1.3	3.2	2.1	5.0	3.3	8.0	5.3	14.0	9.3
Mısır, yemlik (<i>Zea mays</i>)	1.8	1.2	3.2	2.1	5.2	3.5	8.6	5.7	15.0	10.0
İskenderiye üçgülü (<i>Trifolium alexandrinum</i>)	1.5	1.0	3.2	2.2	5.9	3.9	10.0	6.8	19.0	13.0
Domuz Ayırığı (<i>Dactylis glomerata</i>)	1.5	1.0	3.1	2.1	5.5	3.7	9.6	6.4	18.0	12.0
Çayır Tilki kuyruğu (<i>Alopecurus pratensis</i>)	1.5	1.0	2.5	1.7	4.1	2.7	6.7	4.5	12.0	7.9
Çayır Üçgülü (<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 Üçgül (<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
MEYVELER ¹⁰										
Hurma (<i>Phoenix dactylifera</i>)	4.0	2.7	6.8	4.5	11.0	7.3	18.0	12.0	32.0	21.0
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	12.0	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

Çizelge 7.3 Çimlenme döneminde bazı bitkilerin tuza dayanım değerleri

Bitki		Çimlenmede %50 çıkış kaybı oluşturan değer
Arpa	<i>(Hordeum vulgare)</i>	16-24
Pamuk	<i>(Gossypium hirsutum)</i>	15,5
Şekerpamcarı	<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

KAYNAKLAR

- Ayers, R.S. and D.W. Westcot. *Water Quality for agriculture*. FAO Irrig. And Drain. Paper No.29. Rome, 1989.
- Tanji, K.K. *Agricultural salinity assessment and management*. ACSE Manuals and Reports on Engineering Practice No.71, New York, 1996.
- Van Horn, J.W. and J.G. Alphen. *Salinity Control, Salt Balance and Leaching of Irrigated Soils*. Int. Center for Advanced Mediterranean Agronomic Studies of Bari, Italy, 1991.