

## KÜLTÜR BİTKİLERİNDE TUZA DAYANIKLILIK

Faik KANTAR Erdal ELKOCA

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 25240 Erzurum

**ÖZET:** *Tuzluluk sorunu, kurak ve yarı kurak bölgelerde sürekli artış göstermektedir. Tuzluluk osmotik ve toksik etkileriyle kültür bitkilerinde verimi düşürmektedir. Tuzlu toprakların ıslahı zor ve pahalı olduğundan toprak tuzluluğuna toleranslı ve yüksek verimli bitki tür ve çeşitlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu makalede tuzluluk problemi, tuzluluğun bitkiler üzerindeki etkileri, bitkilerde tuza dayanıklılık mekanizmaları ve tuzluluğa dayanıklılığın testi ile ilgili önemli noktalar üzerinde durulmuştur.*

### SALT TOLERANCE IN CROP PLANTS

**SUMMARY :** *Salt problem has been increasing in arid, and semiarid lands. Saltiness decreases yields in crop plants through osmotic and toxic effects. Amendment of salt-affected soils is difficult and rather expensive, therefore, salt tolerant and high yielding crops and cultivars need to be determined and developed. This review investigated salt problem, the effects of saltiness on crop plants, resistans machanisms against the saltiness in crop plants and test of saltiness.*

### GİRİŞ

Toprak tuzluluğu, kurak ve yarı kurak iklim koşullarının hakim olduğu bölgelerde önemli bir tarımsal problem olup, hem dünyada hem de ülkemizde sürekli artış göstermektedir. Dünyada, sulanan alanların üçte birinde tuzluluk problemi bulunmaktadır (Norlyn ve Epstein, 1984). Türkiye'de sulu tarım alanlarında bilinçsiz sulamanın yapılması ve fazla miktarda tuz içeren yeraltı suyu ile yapılan sulamalar, toprak tuzluluğunun önemli bir problem olarak ortaya çıkmasına neden olmuştur. Nitekim, ülkemizde 1.5 milyon hektar alanda tuzluluk problemi bulunmaktadır (Anon, 1980).

Tuzlu toprakların iyileştirilmesi için uygulanan ıslah yöntemleri zaman alıcı ve oldukça pahalı olduğundan; bu alanlarda yetişebilen, tuzluluğa toleranslı, ekonomik olarak yetiştirilebilecek bitki tür veya çeşitlerinin geliştirilmesi ve kullanımı önemli bir strateji olarak dikkate alınmaktadır (Shannon, 1978; Epstein, 1985; Ashraf, 1994).

Topraklarda tuzluluk problemi, tuzluluğun bitkiler üzerindeki etkileri, bitkilerdeki tuza dayanıklılık mekanizmaları ve tuza dayanıklı çeşit geliştirme metodları ile ilgili bazı çalışmalar gözden geçirilerek ana başlıklar halinde sunulmuştur.

### TOPRAKLARDA TUZLULUK PROBLEMİ

Tuzlu topraklar genellikle kurak ve yarı kurak yörelerde bulunur (Pesserakli, 1991; Ashraf, 1994; Cachorro ve ark., 1994). Bu yörelerde, gerek yıllık yağış miktarı, gerekse yıl içerisindeki dengesiz dağılımı nedeniyle toprak içerisindeki tuzların yıkanması ve topraktan uzaklaştırılması için yeterli değildir. Buna karşılık nemli iklim koşullarında eriyebilir tuzlar yağışlarla toprak içerisinde aşağıya doğru hareket ederek yeraltı suyuna karışır ve araziden uzaklaşır (Pesserakli, 1991; Ashraf, 1994).

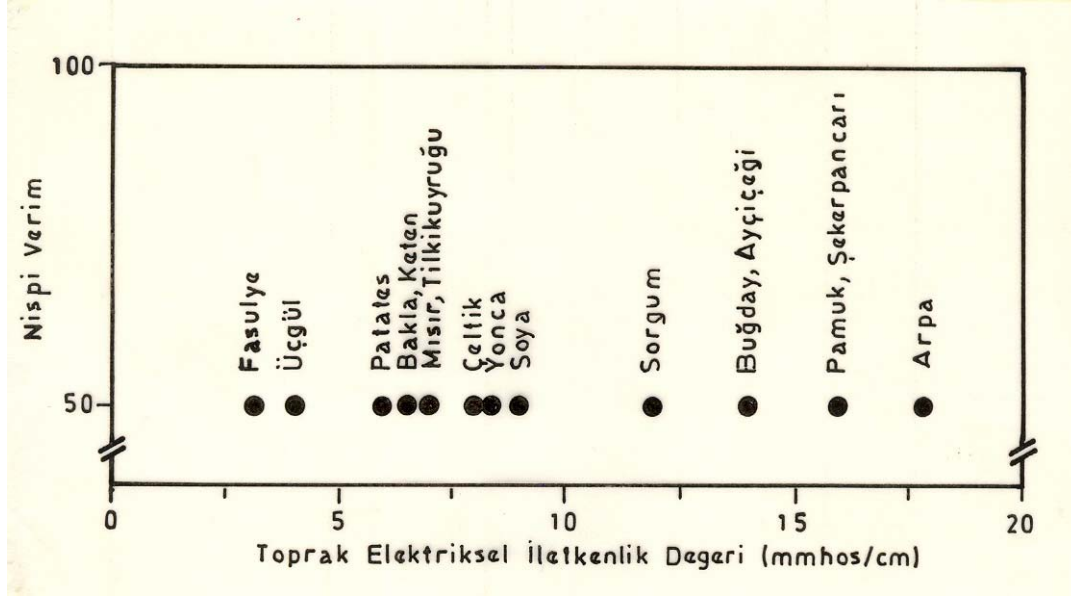
Toprak çözeltisinin tuz içeriği, topraktaki minerallerin doğal çözünmesinin yanı sıra, sulama suyundan ve gübrelerden kaynaklanır. Kurak ve yarı kurak bölgelerde bazı kuyulardan elde edilen su, litrede 2000-3000 mg'a kadar tuz ihtiva edebilmektedir. Böyle kuyulardan yılda 1000 mm'lik sulama yapıldığında, toprakta yıllık olarak 1.9-2.9 ton/da tuz birikebilmektedir (Taiz ve Zeiger, 1991). Ayrıca, evapotranspirasyonun yüksek oluşu toprakların tuzlulaşmasına neden olmaktadır (Ayyıldız, 1990).

Toprağın su içeriği evapotranspirasyonla azaldığında toprak tanelerini çevreleyen su filmleri inceler, kalan su giderek daha büyük bir kuvvetle tutulur ve toprak çözeltisinin tuz yoğunluğu hızla yükselir. Bu iki etmenin ortak etkisi, toprak suyunun yarıyışlılığı yönünden kritik koşullar meydana getirebilmektedir. Böyle topraklar sulamalar arasında aşırı kurumaya bırakılırsa, verimdeki düşme daha fazla olur. Düzenli bir sulama uygulaması bu tehlikeyi en aza indirir (Saxena ve ark., 1994). Bu nedenle tuzluluk problemi olan alanlarda sulama sıklığının iyi ayarlanması daha fazla önem kazanmaktadır.

Sulama sularının toplam tuz miktarı, ölçümündeki kolaylıktan dolayı elektriksel iletkenlik olarak ifade edilmektedir. Bir çözeltideki toplam tuz konsantrasyonu ile çözeltinin elektriki iletkenliği arasında doğrusal bir ilişki mevcuttur (Esechie, 1994). Evapotranspirasyonla suyun buharlaşmasından dolayı, toprakların elektriksel iletkenlik değeri o yörede kullanılan sulama suyunun elektriksel iletkenlik değerinden 2 ile 10 kat daha fazla olmaktadır. Dolayısıyla drenaj sistemi bulunsa dahi, toplam tuz konsantrasyonu orta-yüksek olan sulama sularının kullanılması, topraklarda tuzluluk oluşturacaktır (Ayyıldız, 1990; Munsuz ve Ünver, 1995).

Elektriki iletkenliği 0.75 milimhos (mmhos)/cm'den düşük olan sular sulama için uygun olarak kabul edilmektedir (Ayyıldız, 1990; Munsuz ve Ünver, 1995). Elektriki iletkenliği 0.75-1.5 mmhos/cm arasında olan sular, hassas bitkilere zarar verebilmektedir. Elektriki iletkenliği 1.5-3.0 mmhos/cm olan sular pek çok bitkiye zarar vermekte ve özel uygulama gerektirmektedir. Elektriki iletkenliği 3.0-7.5 mmhos/cm olan sular ise ancak tuza dayanıklı bitkilerde ve geçirgen topraklarda özel uygulamalar neticesinde kullanılabilir. Sulama

suyu elektriksel geçirgenlik tolerans sınırları türler arasında değişmektedir (Şekil 1). Yetersiz drenaj koşulları, yüksek yeraltı suyu seviyesi ve toprak geçirgenliğinin düşük olması da toprakların tuzluluğunu artırmaktadır (Ashraf, 1994).



Şekil 1. Bazı tarla bitkilerinde %50 verim azalmasına sebep olan sulama suyu kritik EC değerleri (Munsuz ve Ünver, 1995 ve Ashraf 1994'dan uyarlanmıştır).

### TUZLULUĞUN BİTKİLER ÜZERİNE ETKİLERİ

Tuzluluk gerek osmotik gerekse toksik iyon etkileri yoluyla bitki gelişmesini etkilemektedir.

#### Osmotik Etkiler

Tuzluluğun, toprak çözeltisinin osmotik basıncı üzerindeki etkisi çok önemli bir sorun olup, suyun elverişliliğini düşürmektedir. Tarla şartlarında yeterli su verilse bile, yüksek tuzun meydana getirdiği fizyolojik kuraklık sonucu bitkilerde solma ortaya çıkmaktadır (Goertz ve Coons, 1989, 1991; Esechie, 1994). Tuzluluk, toprak çözeltisinin osmotik potansiyelini düşürerek hücrelerin turgor basıncını azaltmakta ve bitki gelişmesini engellemektedir (Ashraf, 1994). Osmotik etkiler, sürgün su potansiyeli ve kanopi sıcaklığı gibi teknikler yardımı ile ölçülebilmektedir (Saxsena ve ark., 1994).

Hücre büyümesi turgor basıncı ile çok yakından ilişkilidir. Yapılan pek çok araştırma, artan tuzluluk şartlarında tohum çimlenmesinin osmotik etkiye bağlı olarak gittikçe azaldığını ortaya koymuştur (Goertz ve Coons, 1989; Güvenç ve Kantar, 1996; Özdemir ve Engin, 1994; Esechie, 1994; Kırtok ve ark., 1994). Tuzluluk stresine tepki olarak fasulyede prolin birikimi meydana gelmektedir (Abbas ve ark., 1991).

#### İyon Etkileri

Tuzluluk, bitkilerde osmotik etkilere ilave olarak iyonların toksik etkileri yoluyla da zarar yapabilmektedir. Tuzlu topraklarda genellikle  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$  ve  $Mg^{2+}$  iyonları yer almaktadır. Bitki türleri hatta çeşitler bu iyonlara farklı tepki göstermektedirler (Ashraf, 1994). Bezelyede gelişme ve verimin hem osmotik etkilere, hem de spesifik iyon etkilerine hassas olduğu belirlenmiştir (Cerde ve ark., 1982).

Fasulyede aynı osmotik potansiyele sahip NaCl solüsyonunun, polietilen glikol solüsyonuna nazaran gelişmeyi daha fazla engellediği tespit edilmiştir (Lagerwerff ve Eagles, 1961). Salim (1989), fasulye yapraklarında biriken  $Cl^-$  miktarındaki artışa paralel olarak bitki gelişmesinin gerilediğini bildirmiştir. Yapılan çeşitli çalışmalar neticesinde, bitkilerde görülen yaprak yanıklığının  $Cl^-$  alımı ile ilişkili olduğu ortaya konulmuştur. Örneğin, yapraklarında fazla miktarda  $Cl^-$  biriktiren soya varyetelerinde yaprak yanıklığının ortaya

çıktığı (Abel ve Mackenzie, 1964) ve bu karakterin tek bir gen çifti tarafından kontrol edildiği ortaya konulmuştur (Abel, 1969).

Genellikle farklı tuz solüsyonları bitki tür ve çeşitlerine göre değişmek üzere gelişmeyi azaltırken; bazı bitkilerde yüksek  $Cl^-$  konsantrasyonu lezzetliliği (sululuğu), yüksek  $SO_{2-4}$  konsantrasyonu ise stoma sayısını düşürmektedir (Shannon, 1979). Örneğin, nohut bitkisinin  $Cl^-$  ve  $SO_{2-4}$  iyonlarına farklı tepki gösterdiği tespit edilmiştir (Lauter ve Munns, 1986). Sodyum sülfatın, sorgum'da bitki gelişmesini sodyum klorüre nazaran daha fazla engellediği ortaya konulmuştur (Lauchli ve Epstein, 1984).

Yapılan pek çok araştırmada, özel iyonların tutulma veya alınımının engellenmesi mekanizmalarının teşhis edilebilmesi için yaprak ve kök dokularının kimyasal analizleri yapılmıştır. Sodyuma hassasiyet bakımından fasulye varyeteleri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılan kimyasal analizler neticesinde, varyetelerin köklerinde, gövdelerinde ve yapraklarında biriktirdikleri Na miktarlarının birbirlerinden farklı olduğu, biriktirilen Na miktarındaki artışa bağlı olarak zararlanma derecesinin de arttığı ortaya konulmuştur (Ayoub, 1974).

Stres şartlarına tepki olarak ortaya çıkan karakteristik belirtiler tarla şartlarında dayanıklı bitkilerin seçiminde kullanılmaktadır. Nohut ve baklada tuzluluğun meydana getirdiği belirtiler belirlenmiş ve tarlada tuzluluğa toleransı belirlemek amacıyla bir ıskala kullanılmıştır (Saxena, 1987).

Nohut gibi tuzluluğa hassas bitkilerde gelişme ve verimde azalmalara sebep olan ilk tuzluluk seviyesi önemli bir indeks olarak göz önünde bulundurulmaktadır. Sürgün miktarı veya tohum veriminde % 50 azalmaya neden olan  $EC_e$  değeri nohut ve baklada bir seleksiyon kriteri olarak kullanılmaktadır (Saxena, 1987).

### **BİTKİLERDE TUZLULUĞA DAYANIKLILIK MEKANİZMALARI**

Bitkiler tuzluluğa dayanıklılık bakımından halofitler (dayanıklı), mesofitler (orta derecede dayanıklı) ve glikofitler (hassas) olmak üzere üç grup altında toplanmaktadır (Salisbury ve Ross, 1992).

Bitkinin kök bölgesindeki çözünebilir tuzlar arasındaki ilişki ve bunların metabolizma üzerindeki etkileri hala tam olarak anlaşılamamıştır. Tuza maruz kalmış bitkilerde gelişme yavaşlamaktadır. Gelişme hızındaki azalmaya bağlı olarak spesifik enzimler, toplam protein ve nükleik asitlerin miktarı azalmakta (Weimberg, 1975) ayrıca, enzim aktiviteleri de düşmektedir. Nitekim, artan tuz konsantrasyonlarının fasulye tohumlarında polifenol oksidaz (PPO) ve amilaz (Kocaçalışkan ve Kabar, 1990); yapraklarında ise ribuloz bifosfat karboksilaz etkinliğini azalttığı bildirilmiştir (Seemann ve Critchley, 1985). Diğer taraftan, tuzdan etkilenmiş bitkilerde fotosentez oranı azalırken, respirasyon oranı artmaktadır (Shannon, 1979).

Genelde bitkiler tuzların toksik etkilerinden sakınmak için ya gerekli osmotik ayarlamaları yaparak iyon alınımını azaltırlar, ya da tuzu alır ve yeşil aksamda depo ederler. Bir çok bitki ve baklagil türü bu iki ekstrem grup arasında yer almakta ve tuz birikimini sınırlandırmaktadır (Shannon, 1978; Ashraf, 1994).

### **Kökteki Tuzluluğa Tolerans Mekanizmaları**

Tuzluluğun ilk etkisi bitki kök membranlarında ortaya çıkmaktadır. Tuzlar membranlara ya pasif olarak ya da aktif taşınmayla giriş yaparlar. İyonların xylem parankimasi boyunca plasmolemma, tonoplast veya özel hücrelere, tuz salgı bezlerine veya diğer bazı hücrelere geçişinin selektif olarak ayarlandığı tespit edilmiştir (Nassery ve Jones, 1976). Türler hatta çeşitler arasında iyonları ayarlama kapasitesi bakımından farklılık bulunmaktadır. Örneğin tuza toleranslı şeker pancarı Na'u mısıra nazaran daha hızlı taşır. Ayrıca mısır Na'u sadece kökten sürgüne doğru taşırken, şeker pancarı taşıma işlemini her iki yönde de gerçekleştirebilmektedir (Shannon, 1979).

Yaprak yanıklığı, iyon alınımının göstergesi olarak kabul edilmektedir. Nitekim, biber (Bernstein ve Francois, 1975) ve fasulyede (Ayoub ve Ishag, 1974; Seemann ve Critchley, 1985)  $Na^+$  ve  $Cl^-$  alınımına bağlı olarak yaprak yanıklığı görülmüştür. Yapılan bir çalışmada, yüksek otlak ayrığı'nın (*Agropyron elongatum*) 32 hattı tuza tolerans bakımından denenmiş ve yapraklarda ortaya çıkan yanıklığın  $Cl^-$  alımı ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Shannon, 1978).

Tuzlar ayrıca kökteki normal iyon taşıma mekanizmalarını bozmaktadırlar. Yapılan bir çalışmada, arpa ve havuç kökleri tarafından aktif fosfat alınımının NaCl tarafından engellendiği tespit edilmiştir. Kök aksamında meydana gelen protein kaybının fosfat alım kapasitesini düşürdüğü ortaya konulmuştur (Shannon, 1979).

### **Fidedeki Dayanıklılık Mekanizmaları**

Bitkinin yeşil aksamı kökün tuzluluğa karşı savunma stratejisine adapte olmaktadır. Tuzlu şartlarda bitkiler toprak solüsyonundan alınan iyonlara karşı değişik maddeler sentezleyerek kendilerini osmotik olarak ayarlarlar. Halofitler genellikle iyonları depolayarak yüksek turgor basınçlarını muhafaza etmektedirler (Flowers ve ark.,

1977). Bu stratejide organik madde sentezi gerekmediği için daha etkin bir enerji kullanımı sağlanmakta ve ayrıca bitkiler kök bölgesindeki daha yüksek tuz konsantrasyonlarına dayanabilmektedirler (Shannon, 1979). Glikofitler ise tuzlu şartlarda iyon alımını sınırlandırdıklarından dolayı kendilerini osmotik olarak ayarlayamazlar (Ashraf, 1994). Bu durumda bitkiler osmotik olarak dengede kalabilmek için düşük molekül ağırlığına sahip organik bileşikler sentezlerler. Bitkiler tarafından sentezlenen ve biriktirilen bu maddeleri prolin amino asiti (Stewart ve Lee, 1974; Abbas ve ark., 1991), malate ve oxalate gibi organik asitler, choline ve betaine (Storey ve Jones, 1975) gibi bileşikler oluşturmaktadır.

Bitkiler tuzluluğa karşı değişik morfolojik ayarlamalar yapmaktadırlar (Shannon, 1979). Tuzlu şartlarda yaprak sayısı, yaprak büyüklüğü ve stoma sayısı azalmakta veya dağılımı değişmekte ve yaprağın kutikula tabakası kalınlaşmaktadır. Tuzluluk genelde kök gelişmesini daha az oranda etkilediğinden dolayı tuzlu şartlarda genelde sürgün/kök oranı azalmaktadır. Bu özellikler seleksiyon kriteri olarak kullanılmaktadır.

### **BİTKİLERDE TUZLULUĞA DAYANIKLILIKIN TEST METODLARI**

Diğer faktörler eşit olduğu durumda bitkilerin kök bölgesinde bulunan çözünebilir tuzlara dayanma kabiliyeti, tuza toleransın bir ölçüsü olmaktadır. Tuzlu topraklar, farklı oranlarda bir çok iyon içermektedirler. Topraktaki çözünebilir tuz konsantrasyonu toprağın yapısı, strüktürü ve nem içeriğine bağlı olarak değişmektedir. Bu parametreler bitki kök bölgesinde geniş bir varyasyon gösterdiğinden, laboratuarda benzer şartların meydana getirilmesi zor olmaktadır (Shannon, 1979; Ashraf, 1994).

Bitkilerin tuzluluğa karşı olan toleransındaki varyasyon, kültürü yapılan bazı türlerde ortaya konulmuştur. Bununla birlikte, bitkilerin kendilerini tuzluluğa adapte etme yollarının fazla oluşu karışıklığa sebep olmaktadır (Shannon, 1979). Shannon (1979) değişik araştırmacılara atfen, tuzluluğun bitki üzerindeki etkisinin nem, sıcaklık, sulama, gübreleme, hava kirliliği ve ışık intensitesi gibi faktörlere bağlı olarak değişebildiğini bildirmektedir. Bu nedenle, seçilen metod ile çevre şartları arasındaki ilişki önemlidir. Değişik araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalar neticesinde baklada düşük nispi nem, yüksek sıcaklık ve düşük ışık yoğunluğunun (Prisco ve O'leary, 1972; Helal ve Mengel, 1981), nohutta ise yüksek sıcaklığın (Lauter ve Munns, 1986) tuzluluğun etkilerini artırdığı ortaya konulmuştur.

Tuzluluğun testinde başlıca petride ve saksıda tuzlu ortamda çimlenme ve çıkış, tuzluluğu kontrollü küçük parsellerde bitki yetiştirme ve tarla denemeleri uygulanmaktadır.

#### **a- Petri (Çimlenme) Testleri**

Çimlenmedeki genotipik farklılıklar tuza dayanıklılığın belirlenmesinde oldukça önemlidir (Saxena ve ark., 1994). Bu nedenle petride tuzlu ortamda tohumların çimlenmesi, tuzluluğa dayanıklılığı hızlı bir şekilde belirlemek amacıyla geniş ölçüde kullanılmaktadır (Jana ve Slinkard, 1976). Farklı tuz solüsyonları içeren petri kutuları kullanılarak fasulye (Goertz ve Coons, 1989; Güvenç ve Kantar, 1996; Elkoca, 1997), sorgum (Esechie, 1994), ekmeklik buğday (Kırtok ve ark., 1994) ve farklı sebze türlerinin (Cucci ve ark., 1994) tuzluluğa toleransları test edilmiş, kısa sürede dayanıklı tür ve çeşitler belirlenmiştir. Çimlenme testlerinden elde edilen sonuçların saksıda çıkış, küçük parsel teknikleri veya tarla denemeleriyle teyid edilmesi gerekmektedir.

#### **b- Saksı (Çıkış) Denemeleri**

Tuzluluğun test edilmesinde, fide toprağında tuzluluğun ayarlandığı saksılarda çıkış denemeleri oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu metodda saksılara perlit, vermikülit (Goertz ve Coons, 1991; Seemann ve Critchley, 1985), yıkanmış kum veya tuz içermeyen toprak konulmakta (Özdemir ve Engin, 1995), daha sonra saksılara istenen kombinasyon ve konsantrasyonlarda hazırlanmış tuz solüsyonları uygulanarak tuzluluk ayarlanmaktadır. Saksı metodu kullanılarak tuzluluğa toleranslı nohut genotipleri belirlenmiş, bitki gelişmesi ve azot fiksasyonunun tuzluluğa ve toprak nemine tepkisi incelenmiştir (Saxena, 1987; Özdemir ve Engin, 1995). Seemann ve Critchley (1985), saksılarda tuzluluğun fasulye bitkisinin gelişmesi, iyon içeriği ve fotosentetik kapasitesi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır.

#### **c- Küçük Parsel Teknikleri**

Bu teknikte, elektriksel iletkenliği ve tuz kompozisyonu ayarlanmış/belirlenmiş olan küçük parsellerde bitkilerin tuzluluğa dayanıklılıkları test edilmektedir. Nitekim Chandra (1980), bu tekniği kullanarak nohut ve mercimek hatlarının tuzluluğa toleranslarını belirlemiştir. Bu sistemde nispeten standart şartlarda tuzluluğun tipi ve yoğunluğu kontrol edilebilmektedir.

#### d- Tarla Denemeleri

Bitkilerin toprak tuzluluğuna dayanıklılıkları birbirinden farklı olup, tuz tolerans sınırlarını belirlemede bir çok kriter bulunmaktadır. Bu yollardan başlıcaları aşağıda verilmiştir (Ashraf 1994; Saxena ve ark., 1994; Munsuz ve Ünver, 1995).

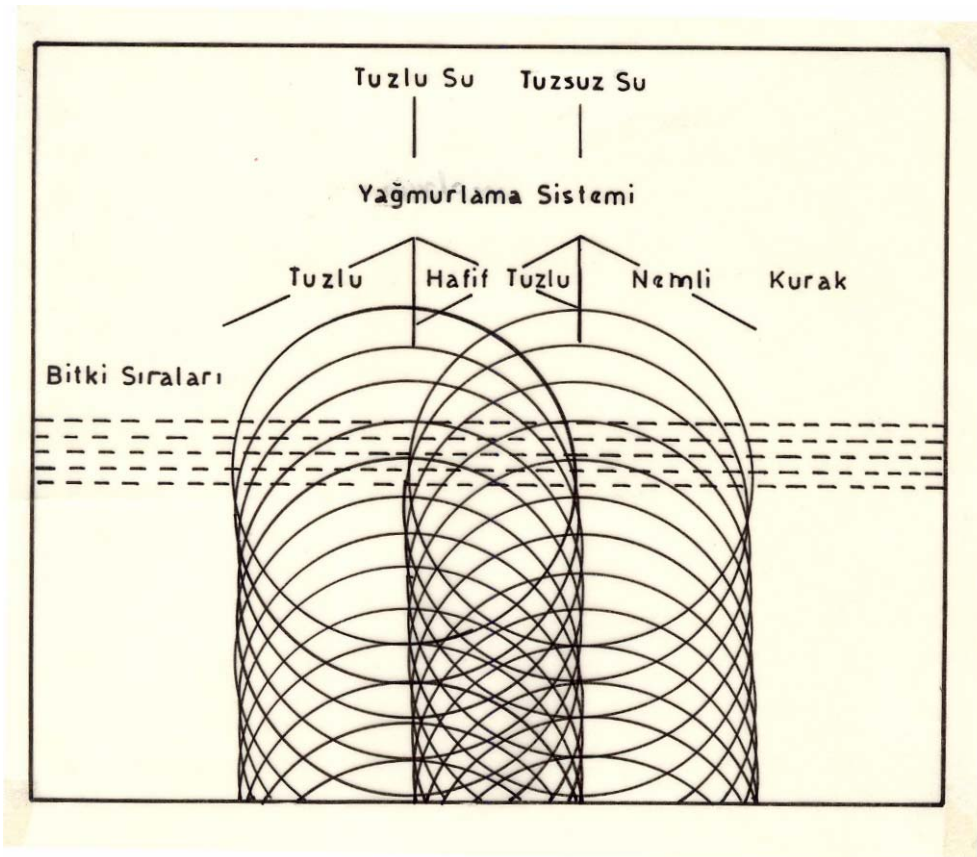
**1- Bitkinin tuzlu toprakta yaşayabilme yeteneği :** Bu kriterle dayalı tuz tolerans sınırı, sulu tarımda çok az bir uygulama imkanına sahiptir. Bu yöntem ekolojik çalışmalarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

**2- Tuzlu toprakta bitki verimi :** Bu kriter, tarımsal yönden önemli olan ve çok kullanılan bir yöntemdir.

**3- Tuzsuz toprağa göre, tuzlu topraktan alınan verim:** Bu kriter, mutlak verimleri doğrudan karşılaştırılmayan, birbirine benzemeyen ürünleri karşılaştırmada yararlıdır.

Tarla metodlarındaki amaç, genotiplerin gerçek performanslarının tarla şartlarında belirlenmesidir. Ancak, tarla şartlarının kontrolü oldukça zordur. Tuzluluk seviyesi, toprak yüzeyi ve toprak profili boyunca farklılık göstermektedir. Buna ilaveten tuzluluk bitki, toprak ve iklim faktörleriyle interaksiyon göstermektedir. Bu nedenle, bu tip yerlerden elde edilen sonuçların yorumlanması oldukça güç olmaktadır (Saxena ve ark., 1994).

Son yıllarda geliştirilen bir yöntemde tarlada biri tuzlu su diğeri tuzsuz su ihtiva eden paralel iki yağmurlama sistemi kurularak tuzluluk, kuraklık ve bu iki faktörün interaksiyonuna karşı meydana gelen tepkiler incelenebilmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Paralel sulama sistemi ve tuzluluk, kuraklık ve bu iki faktörün interaksiyonunun şematik olarak gösterimi (Saxena ve ark., 1994).

## SONUÇ

Tuzluluk, kurak ve yarı kurak iklim koşullarının hakim olduğu bölgelerde önemli bir tarımsal problem olup, hem dünyada hem de ülkemizde tuzluluk problemi bulunan toprak miktarı sürekli artış göstermektedir. Tuzluluk problemi bulunan alanların, ıslah edilerek tarımda tekrar kullanılabilir hale getirilmesinin zaman alıcı ve oldukça pahalı yöntemler olması, tuza dayanıklı ve aynı zamanda ekonomik olarak yetiştirilebilecek bitki tür ve çeşitlerinin belirlenmesini zorunlu kılmaktadır.

Tuzluluk bitkiler üzerinde gerek osmotik, gerekse iyon etkilerinde bulunarak ciddi verim kayıplarına sebep olabilmektedir. Bitkiler, tuzların bu zararlı etkilerinden sakınmak için ya gerekli osmotik ayarlamaları yaparak iyon alımını azaltmakta, ya da iyon alımına müsaade ederek aldıkları iyonları kök, gövde ve yapraklarında depo etmektedirler. Bitki tür ve çeşitleri tuzluluktan farklı oranlarda etkilenmekte, başlıca petri ve saksı metodları, küçük parsel teknikleri ve tarla denemeleri uygulanmak suretiyle tuzluluğa toleransları tespit edilebilmektedir.

Tuzluluğa dayanıklı bitkilerin ıslahıyla, tuzluluk problemi bulunan alanlar tarıma kazandırılmış ve tarım arazi varlığımız artırılmış olacaktır.

## KAYNAKLAR

- Abbas, M.A., M.E. Younis, and W.M. Shukry, 1991. Plant growth, metabolism and adaptation in relation to stress conditions. XIV. Effect to salinity on the internal solute concentrations in *Phaseolus vulgaris*. *J.Plant Physiol.* 138, 722-727.
- Abel, G.H., 1969. Inheritance of the capacity for chloride inclusion and chloride exclusion by soybeans. *Crop Sci.* 9, 697-698.
- Abel, G.H. and A.J. Mackenzie, 1964. Salt tolerance of soybean varieties (*Glycine max* (L.) Merrill) during germination and later growth. *Crop Sci.* 4, 157-161.
- Anon., 1980. Toprak Su İstatistik Bülteni. Program ve Planlama Dairesi Başkanlığı Yayını, Ankara.
- Ashraf, M., 1994. Breeding for salinity tolerance in plants. *Critical Reviews in Plant Sci.* 13, 17-42.
- Ayoub, A.T., 1974. Causes of intervarietal differences in susceptibility to sodium toxicity injury in *Phaseolus vulgaris*. *J.Agric. Sci., Camb.* 83, 339-342.
- Ayoub, A.T. and H.M. Ishag, 1974. Sodium toxicity and cation imbalance in dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *J. Agric. Sci., Camb.* 82, 339-342.
- Ayyıldız, M., 1990. Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ank. Üniv. Zir. Fak. Yay. No: 1196, Ders Kit. No: 344, Ankara.
- Bernstein, L. and L.E. Francois, 1975. Effects of frequency of sprinkling with saline waters compared with daily drip irrigation. *Agron. J.* 67, 185-190.
- Cachorro, P., A. Ortiz, and A. Cerda, 1994. Implications of calcium nutrition on the response of *Phaseolus vulgaris* L. to salinity. *Plant and Soil* 159, 205-212.
- Cerda, A., M. Caro, and F.G. Fernandez, 1982. Salt tolerance of two pea cultivars. *Agron. J.* 74, 796-798.
- Chandra, S., 1980. In: Proceedings of the International Workshop on Chickpea Improvement (J.M. Green, Y.L. Nene and J.B. Smithson, Eds.). ICRISAT, India, pp.97-105.
- Cucci, G., A. De Caro, L. Ciciretti, and B. Leoni, 1994. Salinity and seed germination of some vegetable crops. *Acta Hortic.* 362, 305-308.
- Elkoca, E., 1997. Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.)'de tuza dayanıklılık üzerine bir çalışma. Atatürk Üniv. Fen Bil. Enst., Erzurum, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi).
- Epstein, E., 1985. Salt-tolerant crops: origin, development, and prospects of the concept. *Plant and Soil* 89: 187-198.
- Esechie, H.A., 1994. Interaction of salinity and temperature on the germination of sorghum. *J.Agron. and Crop Sci.* 172, 194-199.
- Flowers, T.J., P.F. Troke, and A.R. Yeo, 1977. The mechanism of salt tolerance in halophytes. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 28, 89.
- Goertz, S.H. and J.M. Coons, 1989. Germination response of tepary and navy beans to sodium chloride and temperature. *Hortsci.* 24, 923-925.
- Goertz, S.H. and J.M. Coons, 1991. Tolerance of tepary and navy beans to NaCl during germination and emergence. *Hortsci.* 26, 246-249.
- Güvenç, İ. ve F. Kantar, 1996. Tuza dayanıklı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin belirlenmesi. *S.Ü. Zir. Fak. Derg.* 9, 144-153.
- Helal, H.M. and K. Mengel, 1981. Interaction between light intensity and NaCl salinity and their effects on growth, CO<sub>2</sub> assimilation, and photosynthate conversion in young broad beans. *Plant Physiol.* 67, 999-1002.
- Jana, M.K. and A.E. Slinkard, 1976. Screening for salt tolerance in lentil. *Lens Newsletter* 6, 5-27.
- Kırtok, Y., S. Veli, S. Tükel, S. Düzenli ve M. Kılınç, 1994. Evaluation of salinity stress on germination characteristics and seedling growth of 3 bread wheats (*Triticum aestivum* L.). Tarla Bitkileri Kongresi 25-29 Nisan 1994, Cilt I, Agronomi Bildirileri. E.Ü. Zir.Fak. Ofset Basımevi, 57-61.
- Kocaçalışkan, I. and K. Kabar, 1990. Effects of salinity on polyphenol oxidase during seed germination. *Doğa Botanik Der.* 15, 41-49.
- Lagerwerff, J.V. and H.E. Eagles, 1961. Osmotic and specific effects of excess salt on beans. *Plant Physiol.* 36, 472.
- Lauchli, A. and E. Epstein, 1984. Mechanisms of salt tolerance in plants. *Calif. Agric.* 38, 18-23.
- Lauter, D.J. and D.N. Munns, 1986. Salt resistance of chickpea genotypes in solutions salinized with NaCl or Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. *Plant and Soil* 95, 271-279.
- Munsuz, N. ve I. Ünver, 1995. Su Kalitesi. Ank. Üniv. Zir. Fak. Yay. No: 1389, Ders Kit. No: 403, Ankara.
- Nassery, H. and R.L. Jones, 1976. Salt-induced pinocytosis in barley and bean. *J. Expt. Bot.* 27, 358-367.
- Norlyn, J.D. and E. Epstein, 1984. Variability in salt tolerance of four triticale lines at germination and emergence. *Crop Sci.* 24, 1090-1092.
- Özdemir, S. ve M. Engin, 1994. Nohut (*Cicer arietinum* L.) bitkisinin çimlenme ve fide büyümesi üzerine NaCl konsantrasyonlarının etkisi. *Doğa Tar. ve Orm. Derg.* 18, 323-328.
- Özdemir, S. ve M. Engin, 1995. Nohut bitkisinin bitki gelişimi ve simbiyotik sistemi üzerine NaCl konsantrasyonlarının etkisi. *Türk Tar. ve Orm. Derg.* 19, 145-150.
- Pesserakli, 1991. Dry matter yield, nitrogen-15 absorption, and water uptake by green bean under sodium chloride stress. *Crop Sci.* 31, 1633-1640.
- Prisco, J.T. and J.W. O'leary, 1972. Enhancement of intact bean leaf senescence by NaCl salinity. *Physiol.Plant.* 27, 95-100.

- Salim, M., 1989. Effects of NaCl and KCl salinity on growth and ionic relations of red kidney beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *J. Agron. and Crop Sci.* 163, 338-344.
- Salisbury, F.B., C.W. Ross, 1992. *Stress physiology (Plant Physiology)*, Wadsworth Pub. Com. Belmont, California, pp. 581-589.
- Saxena, 1987. Adaptation of chickpea and pigeonpea to abiotic stress. (In: N.P. Saxena and C. Johansen (Eds.)), ICRISAT, India, pp. 63-76.
- Saxena, N.P., M.C. Saxena, P. Ruckebauer, R.S. Rana, M.M. El-Fouly, and R. Shabana, 1994. Screening techniques and sources of tolerance to salinity and mineral nutrient imbalances in cool season food legumes. *Euphytica* 73, 85-93.
- Seemann, J.R. and C. Critchley, 1985. Effects of salt stress on the growth, ion content, stomatal behaviour and photosynthetic capacity of a salt-sensitive species, *Phaseolus vulgaris* L. *Planta* 164, 151-162.
- Shannon, M.C., 1978. The testing of salt tolerance variability among tall wheatgrass lines. *Agron. J.* 70, 719-722.
- Shannon, M.C., 1979. In quest rapid screening techniques for plant salt tolerance. *Hortsci.* 14, 587-589.
- Stewart, G.R. and J.A. Lee, 1974. The role of proline accumulation in halophytes. *Planta* 120: 279-289.
- Storey, R. and R.G. Wyn Jones, 1975. Betaine and choline levels in plants and their relationships to NaCl stress. *Plant. Sci. Letts.* 4, 161-168.
- Taiz, L. and E. Zeiger, 1991. *Stress physiology (Plant Physiology)*, The Benjamin/Cummings Pub. Con. Inc. California, pp. 363.
- Weimberg, R., 1975. Effect of growth in highly salinized media on the enzymes of the photosynthetic apparatus in pea seedlings. *Plant Physiol.* 56, 8-12.