

Tuz Stresi

Nuray SİVRİTEPE*
Atilla ERİŞ**

ÖZET

Tuz stresi, tarımda bitkisel üretimi sınırlandıran önemli bir faktördür. Tuzluluk ozmotik, toksik ve beslenme ile ilgili etkilerine bağlı olarak, bitkilerde büyüme ve gelişmenin engellenmesi, metabolik bozukluklar, nekrozlar, ürün ve kalite kayıpları gibi pek çok zararlanmaya sebep olmaktadır.

Anahtar sözcükler: Tuz stresi, tuzun etkisi, tuz zararı, NaCl.

SUMMARY

Salt Stress

Salt stress is a significant limiting factor to agricultural productivity. Salinity, related to its osmotic, nutritional and toxic effects, causes several damages such as growth inhibition, metabolic disturbances, necrosis, yield and quality losses in plants.

Key words: Salt stress, salt effect, salt injury, NaCl.

* Yrd. Doç. Dr.; U.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Bursa.

** Prof. Dr.; U.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Bursa.

GİRİŞ

Tuzluluk, tarımda bitkisel üretimi sınırlayan önemli bir faktördür. Toprak ya da sulama suyunda yüksek oranda tuz bulunması; bitkilerin büyüme ve gelişmesini engellediği gibi kullanılabilir tarım alanları ve su kaynaklarının tükenmesine de yol açmaktadır. Tuz birikimi nedeniyle tarım arazilerinden meydana gelen kayıpların, her yıl yüzlerce kilometrekare olduğu ve bugün dünyada tuzla etkilenmiş 400-950 milyon hektar tarım arazisinin bulunduğu tahmin edilmektedir. Oysa, tarım yapılan sulu arazilerin tamamı, bunun yalnızca 1/3'ü kadardır (Flowers ve ark. 1977, Epstein ve ark. 1980, Hasegawa ve ark. 1986). Ülkemizde ise tuzla kirlenmiş tarım arazileri varlığı 4 milyon hektara ulaşmıştır. Bu da sulanabilir arazi potansiyelimizin yaklaşık % 20'sini oluşturmaktadır (Sönmez 1990). Problemin boyutları her geçen gün artmasına rağmen, üniversitelerimizde konu ile ilgili çalışmalara yeni başlanmıştır. Üreticilerimiz ise tuz stresinin sebep olduğu zararlanmaları tanımadıklarından, ortaya çıkan arazıları başka hastalık ve zararlanmalar ile karıştırarak, yanlış çözüm yollarına başvurmaktadır. Bunun ötesinde tuzluluğu teşvik eden kültürel uygulamaların bilinmiyor olması da problemin boyutlarını arttırmaktadır. Bu makalede son yıllarda yapılmış, konuya açıklık getirebilecek önemli çalışmalar referans alınarak tuz stresi, etki mekanizması ve tuz zararı tartışılmış ve bu konuda çalışanlara güncelleştirilmiş bir literatürün sunulması amaçlanmıştır.

Tuzluluk, toprağın oluştuğu ana maddeden ileri gelebileceği gibi, daha yüksek arazilerden aşağıya doğru yıkanmadan ya da yüksek taban suyundan kaynaklanabilir (Anonim 1978). Havadan kaynaklanan tuz; denizden ya da buzlanmayı engellemek amacıyla, tuzlanan yollardan (Quamme ve Stushnoff 1983) esen rüzgarlarla getirilebilir. Ayrıca, sahil bölgelerine yakın tarım arazilerinde kuyular açılarak taban suyunun pompalanması, zamanla su kaynağının içine deniz suyunun dolmasına, dolayısıyla sulama suyunun kirlenmesine yol açmaktadır (Epstein ve ark. 1980). Diğer bir kaynak da yağmur sularıdır. Ancak en önemli tuz problemi, sulama yapılan kurak ve yarı kurak bölgelerde ve seralarda meydana gelmektedir (Quamme ve Stushnoff 1983). Toprakta buharlaşma ile saf su uzaklaştığı ve sulama suyu ile toprağa ilave olunan tuz yağmur suyu ile yıkanmadığı zaman, toprakta bir tuz birikmesi olmaktadır. Bu koşullara ilave olarak toprak drenajı da kötüyse, taban suyu ve tuzun toplandığı toprak katmanı daha da yukarılara çıkmaktadır. Böyle tarım alanlarında tuz kapsamı çok düşük (230 mg/l) sulama suyunun kullanımı dahi, toprağa yılda 300.000 ton tuz ilave etmektedir (Biggar ve ark. 1984).

Tuzluluk, değişik tuzların toprak ya da suda bitkinin büyümesini engelleyebilecek konsantrasyonlarda bulunmasını tanımlamaktadır. Bu tuzlar ise genellikle; klorürler (NaCl , CaCl_2 , MgCl), sülfatlar (Na_2SO_4 , MgSO_4), nitratlar (Na_2NO_3 , KNO_3), karbonatlar ve bikarbonatlar (Na_2CO_3 , NaHCO_3) ile boratlardır. Ancak doğada en çok rastlanılan tuz formu NaCl 'dir (Tal

1983). Elektriksel kondaktivitesi 4 mmhos/cm olan ya da saturasyon ekstraktında yaklaşık 2560 mg/l çözülmüş tuz kapsayan veya tuz olarak NaCl sözkonusu ise 44 mM'lük bir iyonik konsantrasyona sahip olan topraklar, tuzlu topraklardır (Venne 1984).

1. Tuz Stresi Nedir?

Tuz konsantrasyonu kullanılabilir su potansiyelini (0.5-1.0 bar) düşürmeye yetecek kadar yüksek ise, bitkide oluşan stres "tuz stresi" olarak tanımlanır (Levitt 1980). Tuz stresi bitkiyi doğrudan öldürebildiği gibi, tuz konsantrasyonu ve bitkinin dayanımına bağlı olarak büyümeyi engellemekte, yaprak yanıklığı gibi nekrozlara, kloroza, dölleme bozukluklarına, meyvelerin küçük kalmasına ve kalitelerinin düşmesine, dolayısıyla ürün kaybına neden olmaktadır (Quamme ve Stushnoff 1983, Tal 1983, Hasegawa ve ark. 1986). Tuz stresinin bu genel etkileri tüm yüksek bitkilerde görülebilir. Bununla birlikte tuza dayanıklılık açısından doğada familyalar, cinsler, türler ve hatta çeşitler arasında geniş bir varyasyon vardır (Quamme ve Stushnoff 1983). Tarım ürünlerinin tuza dayanımlarını gösteren listeler Levitt (1980) ve Maas (1984) tarafından limitleri ile birlikte ayrıntılı olarak verilmektedir.

2. Tuz Stresinin Etki Mekanizması

Bugüne değin literatürde tuzun bitkilere ozmotik, toksik ve beslenme ile ilgili etkilerinden bahsedilmiştir (Greenways ve Munns 1980; Quamme ve Stushnoff 1983, Tal 1983, Hasegawa ve ark. 1986). Stres terminolojisine bağlı olarak ozmotik ve beslenme ile ilgili olan etkiler, tuzun teşvik ettiği sekonder stresler, toksik etki ise primer stres olarak tanımlanmıştır (Levitt 1980).

Aslında tuz ve su stresleri arasında direk ve ayırt edilmesi güç bir ilişki vardır. Tuzun ilave edilmesiyle suyun ozmatik potansiyeli düştüğünden tuz stresi bitkiyi sekonder bir ozmotik strese, başka bir deyişle fizyolojik kuraklık stresine maruz bırakmaktadır (Levitt 1980). Bazı yazarlar bunu, su noksanlığı olarak tanımlamaktadır (Greenway ve Munns 1980). Ozmotik stres bitkilerde, don ve evaporasyondan ileri gelen dehidrasyonlara benzer olarak, ozmotik dehidrasyon meydana getirmektedir. Bu, hızla hücrenin su ve ozmotik potansiyelini düşürdüğü gibi, hacmini de azaltmaktadır. Downton ve Millhouse (1983, 1985) asma, ıspanak, fasulye, arpa ve turunçgil; Nukaya ve ark. (1984a) kavun; Awang ve ark. (1993) ise çileklerde tuz uygulamaları ile yaprak su potansiyeli ve ozmotik potansiyelinin düştüğünü tespit etmişlerdir. Neumann ve ark. (1988) fasulye yapraklarında bunlara ilave olarak, hücre genişleme oranının da azaldığını belirlemişlerdir. Oysa, Prior ve ark. (1992 a)'nın bildirdiğine göre Sultani Çekirdeksiz üzüm çeşidinde tuz uygulamaları, yaprak su potansiyelini etkilememiştir. Ancak unutulmamalıdır ki; ortamdaki tuzun konsantrasyonuna bağlı olarak ozmotik stresin şiddeti farklı olabileceği gibi, aynı şiddette bir

ozmotik strese tolerans bakımından, bitki tür ve çeşitleri arasında da farklılıklar ortaya çıkabilmektedir.

Burada açıklanan ozmotik etkiler tuzun hücreden içeriye girmediği durumlarda sözkonusudur. Örneğin, tuz stresi ozmotik anlamda stomaların kapanmasına, dolayısı ile transpirasyonun azalmasına yol açar. Asma (Downton ve ark. 1990), ıspanak (Robinson ve ark. 1983), turunçgiller (Nieves ve ark. 1991) ve domateste (Zerbi ve ark. 1990) yapılan çalışmalarda, tuz uygulamaları ile stomaların kapandığı, stoma direncinin arttığı, stoma iletkenliği, transpirasyon, CO₂ fiksasyonu ve net fotosentezin azaldığı belirlenmiştir. Halbuki tuz hücrelerden, özellikle de bekçi hücrelerinden girecek olursa, ozmotik eğilim tam tersine döneceğinden, stomalar açılacak ve transpirasyon artacaktır (Levitt 1980).

Tuzluluğun bitkilerde teşvik ettiği sekonder streslerden ikincisi ise, NaCl alımının diğer mineral maddelerin alımı ile rekabete girerek yol açtığı beslenme noksanlığıdır. Ozmotik stres elimine edilerek, bitkiler tuz stresine maruz bırakıldıklarında büyümede yine bir azalma meydana gelmesi ve bu azalmanın K uygulamaları ile iyileştirilmesi, NaCl'un bitkilerde K noksanlığına yol açtığını düşündürmektedir (Levitt 1980). NaCl yerine mannitol kullanılarak aynı ozmotik potansiyelde bir stres yaratıldığında, Na'un K alımı üzerine olumsuz etkisinin ortadan kalkması da bu görüşü desteklemektedir (Straverek ve Rains 1984). Nitekim, biber (Fernandez ve ark. 1983), ıspanak (Robinson ve ark. 1983), domates (Al-Rawahy ve ark. 1992), bakla (Helal ve El-Hifni 1994) ve zeytinde (Bartolini ve ark. 1991) yapılan çalışmalar, tuz uygulamaları ile bitkinin tümünde ya da farklı organlarında K'un azaldığını göstermiştir. Tütün (Watad ve ark. 1983), domates, kırmızı lahana (Guerrier 1984), buğday, mısır (Ioneva 1988) ve elmada (Dinkelberg ve Lüdders 1992) yapılan çalışmalar ise K noksanlığının, Na ve K arasındaki rekabet ilişkisine, yani Na'un K alımını engelleyici etkisine bağlı olduğunu ortaya koymuştur.

Oysa, tuzun bitkilerde yarattığı besin noksanlığı yalnızca K ile sınırlı değildir. Sivritepe (1995)'nin literatürden bildirdiğine göre K ile birlikte, N, P, Ca, Fe, Mg, Zn ve NO₃'ün de birçok bitki türünde NaCl uygulamaları ile azaldığı tespit edilmiştir. Üstelik bu besin maddelerinin azalışı, genellikle bitkide artan Na konsantrasyonları ile ilişkili olmuştur.

Bununla birlikte, tuzun teşvik ettiği beslenme noksanlığı stresinin tolere edildiği durumlar da vardır. Dayanıklı olduğu tespit edilen bazı asma, antep fıstığı, çilek ve turunçgil çeşitlerinde diğerlerinden farklı olarak bitkinin tüm organlarında P, K, Ca ve Mg miktarlarının arttığı belirlenmiştir (Sepaskhah ve Maftoun 1982, Zid ve Grignon 1986, Alsaidi ve ark. 1988, Awang ve Atherton 1994).

Ayrıca, beslenme noksanlığına yol açan tek faktör, Na'un diğer besin maddelerinin alımına olan engelleyici etkisi değildir. Tuzun etkisiyle büyümenin, özellikle de ozmotik kısıtlamalar ile kök büyümesinin, engellenmesi ortamdaki besin maddelerinin alımını da azaltmaktadır. Nitekim bezelye, fasulye ve

makademyada yetiştirme ortamının tuzdan arındırılması ya da bitkilerin tuzsuz ortamlara aktarılmasıyla, büyüme ve besin maddeleri alımı normale dönerek, tuz zararı zaman içinde tolere edilebilmiştir (Siddiqui ve ark. 1984, Abbas ve ark. 1991). Bunlara ilave olarak Levitt (1980) sorunun, besin maddelerinin alımı yanında taşınımından da kaynaklanabileceğini vurgulamaktadır.

Buraya kadar bahsedilen (ozmotik dehidrasyon ya da beslenme noksanlıklarından kaynaklanan) sekonder tuz zararı ile primer zarar arasında temel bazı farklılık ve zıtlıklar vardır. Öncelikle, primer zararlanma sekonder zararın tersine tuzun, dışarıdan plazma membranı üzerine ya da membrandan geçtikten sonra protoplazma içine, direk toksik etkilerinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca, ozmotik stres zararı tuz absorpsiyonu ile karşılaşırken, primer zarar tuz alımı ile artmaktadır (Levitt 1980). Üzerinde çalışılan birçok meyve ve sebze türünde, tuz uygulamaları ile bitkilerin incelenen farklı organları ya da tüm organlarında hızlı bir Cl akümülyasyonu olduğu belirlenmiştir (Chirachint ve Turner 1988, Alsaldi ve ark. 1988, Therios ve Misopolinos 1989, Pinkav ve ark. 1985). Picchionni ve Miyamoto (1990) bitkilerde tespit edilen bu akümülyasyonun, sulama suyu ya da topraktaki tuz konsantrasyonları ile korelasyon halinde olduğunu bildirmiştir. Tuza maruz bırakılan asmalarda sürgün büyümesi (Walker ve ark. 1981), limonlarda klorofil kapsamı (Nieves ve ark. 1991), portakallarda fotosentez ve stoma iletkenliğinde (Banuls ve Primo-Millo 1992) meydana gelen azalışlar ise, aşırı Cl iyonu birikimi ile açıklanmıştır. Ayrıca, hıyarlarda tuz zararının ortaya çıktığı durumlarda bitkideki Cl miktarının Na'a oranla çok daha yüksek olduğu (Chartzoulakis 1992), erik ağaçlarında da Cl iyonunun yaprak zararlanmasında Na'a göre daha etkili olduğu (Haffman ve ark. 1989) bildirilmiştir.

Kısaca tuz, zararlandırıcı ozmotik etkilerine ilave olarak, özel toksik etkileri yoluyla da bitkilere zarar vermektedir. Tuz stresinin sekonder ve primer etkileri arasında buraya kadar bahsedilen farklılıklara rağmen, tuz zararının ortaya çıkmasında biri ya da diğerini neden olarak gösteren açık bir sınıflandırma yoktur. Levitt (1980), tuz zararına primer stresin öncelik ettiğini ve sekonder streslerin de buna yardımcı olduğunu belirtmektedir.

3. Bitkilerde Tuz Zararı

Tuz zararı bitkilerde çok değişik şekillerde ortaya çıkabilir. En önemlisi ve üzerinde en fazla durulana ise büyüme ve gelişmenin engellenmesidir. Bahçe bitkileri ve tarla bitkilerinde yapılan çalışmalar tuzlu ortamda in vivo koşullarda bitkilerin kök, gövde ve sürgün büyümesinde önemli azalmalar olduğunu, yaprak alanlarının daraldığını, yaprak sayılarının azalarak meyve ağırlıklarının düştüğünü göstermektedir (Robinson ve ark. 1983, Nukaya ve ark. 1984a, Tıprıdamaz 1989, Picchioni ve Miyamoto 1990, Bielorai ve ark. 1990, Abbas ve ark. 1991, Franco ve ark. 1993, Sivritepe 1995).

Ayrıca, değişik bitki türleri ile farklı kültür yöntemleri kullanarak yapılan in vitro çalışmalarda da; ortama NaCl ilavesi ile kültürde çoğalma oranı, sürgün

sayısı, sürgünlerdeki yaprak sayısı, kök ve sürgün uzunluğu ve ağırlığı ile eksplantlarda canlılığın azaldığı, yaprak ve sürgünlerde nekrozların arttığı tespit edilmiştir (Badawi ve ark. 1990, Vitagliano ve ark. 1991, Sivritepe 1995). Ayrıca Smith ve McComb (1981) ile Sivritepe (1995)'nin aynı bitki türleri ile in vitro ve sera koşullarında karşılaştırmalı olarak yaptıkları denemeler, bitkilerin her iki koşulda da tuza karşı aynı büyüme reaksiyonunu verdiğini göstermiştir.

Tuz büyümenin engellenmesi yanında özellikle yapraklarda bazı nekrozların meydana gelmesine sebep olarak da bitkileri zararlandırmaktadır. Zaten tuzun görülebilir ilk belirtileri de bu tip nekrozlardır. Sivritepe (1995) asmalarda, Zid ve Grignon (1986) portakal fidanlarında, Motosugi ve ark. (1987) ise elma anaçlarında tuzun yapraklarda nekrozlara ve dökümlere sebep olduğunu ve artan konsantrasyonlara bağlı olarak tuzun bu zararlandırıcı etkilerinin şiddetlendiğini tespit etmişlerdir.

Tuzun bitkilerde görülen bir diğer zararı da çimlenme üzerinedir. Kavunlarda yapılan çalışmalar tuzun tohumlarda çimlenmeyi geciktirdiğini ve engellediğini göstermektedir (Sivritepe ve ark. 1996). Ayrıca Mangal ve Lal (1990) NaCl tuzluluğunun soğanda sapa kalkmayı engellediğini; Awang ve ark. (1993) ise çileklerde çiçek salkımlarının sayısı, salkımlardaki çiçek sayısı ve meyve tutumunu azalttığını bildirmişlerdir. Bütün bu sonuçlar da tuzluluğun, generatif gelişmeyi kısıtlayıcı etkilerini vurgulamaktadır.

Ayrıca literatürde tuzlu ortamlarda yetiştirilen bitkilerde verimin azaldığı, meyvelerin küçüldüğü, tadlarının ve renklerinin bozulduğuna dair bilgiler vardır (Fernandez ve ark. 1983, Nukaya ve ark. 1984b, Garcia ve ark. 1993, Chartzoulakis 1994). Bu bulgular da tuzluluğun tarımsal ürünlerde verim ve kaliteyle ilgili olan zararlandırıcı etkilerini ortaya koymaktadır.

Tuzun büyüme ve gelişme üzerine olan farklı etkileri yanında, bitkilerde gelişme dönemlerine bağlı olarak tuza karşı farklı hassasiyetler gösterebilmektedir. Downton (1985), Sultani Çekirdeksiz üzüm çeşidinin tomurcuk patlaması döneminde tuza daha hassas olduğunu belirlemiştir. Nukaya ve ark. (1985), kavunların meyve gelişiminden hasada kadar geçen dönemde tuza dayanıklı, şaşırtmadan meyve gelişiminin olduğu döneme kadar ise tuza hassas olduklarını bildirmişlerdir. Chartzoulakis (1992) ise hıyarların çimlenme döneminde diğer büyüme ve gelişme safhalarına göre tuza daha dayanıklı olduğunu tespit etmiştir. Cruz ve Cuartero (1990) domateslerin fide döneminde iyi bir toleransa sahipken, çiçeklenme döneminde bunu kaybettiklerini saptamışlardır.

Tuz zararı, bitkilerin gelişme safhalarının yanısıra, uygulanan tuz miktarı ya da tuza maruz kalınan süreye göre de değişebilmektedir. Asma (Sivritepe 1995) ve kavunda (Sivritepe ve ark. 1996) yapılan araştırmalar artan NaCl konsantrasyonları ve uygulama periyodlarına bağlı olarak tuz zararının şiddetinin arttığını göstermiştir.

Tuz zararının şiddeti ayrıca kullanılan sulama metodu ve sulama sıklığına göre de değişmektedir. Oster ve ark. (1984), makalelerinde konuyu ayrıntılı olarak irdelemiş, salma sulamanın en sakıncalı metod, damla sulamanın ise tuzlu koşullar altında en kullanışlı metod olduğunu ifade etmişlerdir.

Tuz zararının seviyesinde çeşitler arasındaki farklılık etkili olabildiği gibi (Sivritepe 1995) aşı ile üretilen bitkilerde anaç-kalem ilişkileri de önemli rol oynamaktadır. Lloyd ve ark. (1990)'nin turuncgillerde, Southey ve Jooste (1991)'nin asmalarda yapmış olduğu çalışmalar bazı anaç-kalem kombinasyonlarının tuzun değişik zararlarından bitkinin sakınabilmesi hususunda, diğerlerine göre üstün olduklarını ortaya koymaktadır.

Buraya kadar tuzun bitki büyümesi ve gelişmesi üzerine olan kısıtlayıcı etkilerinden bahsedilmiştir. Munns ve Termeat (1986), tuzlu ortamlarda bitki büyümesini sınırlandıran faktörleri incelemişler; kısa süreli uygulamalarda bunun köklerin su durumu ile ilgili olduğunu, uzun süreli uygulamalarda ise (ölen yaprakların oranının yeni gelişen yapraklardan fazla olması nedeniyle) azalan fotosentez alanından kaynaklandığını tespit etmişlerdir. Tuzlu ortamda yetiştirilen bitkilerde çiçek tomurcuğu teşekkülündeki azalışlardan ise hormonlardaki değişimlerin sorumlu olduğu bildirilmektedir (Sinel'Nikova 1985, Okubo ve Utsunomiya 1994). Yapılan çalışmalarda NaCl uygulanan bitkilerde oksin aktivitesinin kontrol bitkilere göre daha düşük olduğu bulunmuştur. Zayıf tuzluluk bu aktiviteyi azaltırken, orta derecede yüksek tuzluluk ise engellemiş ve inhibitör aktivitesindeki artışları teşvik etmiştir. Artan inhibitör etkisi çiçeklenmeyi azaltmış ve çiçek tomurcuklarının dökülmesine neden olmuştur. Levitt (1980) tuzun büyüme ve gelişme üzerine olan bu zararlandırıcı etkilerinin bitki bünyesindeki hormonlarla ilgili olabileceğini belirtmekte, ancak bu ilginin indirekt olduğunu bildirmektedir.

Görüldüğü gibi tuzun teşvik ettiği büyüme ve gelişmedeki azalışlara, bazı metabolik bozukluklar eşlik etmektedir. Bunların içerisinde üzerinde en fazla durulan fotosentezdir. Sultani Çekirdeksiz üzüm çeşidinin köklendirilmiş çelikleri NaCl içeren besin çözeltisi ile sulandıklarında, büyüme ve fotosentezde azalmalar görülmüştür. Fotosentezdeki bu azalış, yapraklarda artan Cl seviyelerine bağlı olarak azalan CO₂ fiksasyonu yani tuzun toksik etkisi ile açıklanmıştır. Ayrıca, yapraklarda azalan fotosenteze bağlı olarak, indirgen şekerler artarken sukroz ve nişasta miktarları azalmıştır (Downton 1977). Walker ve ark. (1981) da 0 ve 90 mM NaCl içeren besin çözeltisi ile sulanan yine aynı üzüm çeşidinin köklü çeliklerinde, tuz uygulaması ile sürgün büyümesi ve fotosentezin azaldığını tespit etmişlerdir. Ancak, araştırmacılar fotosentezdeki azalmanın stoma direncindeki artıştan, dolayısı ile tuzun ozmotik etkisinden kaynaklandığını vurgulamışlardır. Downton ve ark. (1990) daha sonra konuya açıklık getirmek için aynı üzüm çeşidinin köklü çeliklerinde yaptıkları diğer bir çalışmada, üzüm yapraklarında fotosentetik engellenmenin iki farklı stoma hareketi ile kontrol edildiğini bulmuşlardır. Yapraklarda Cl akümüasyonu

165 mM'a ulaşmıcaya kadar engellenme, stoma iletkenliğindeki yeknesak azalışa bağlıdır. Daha yüksek klor seviyelerinde ise fotosentezin engellenmesinden yeknesak olmayan stoma hareketleri sorumludur. Prior ve ark. (1992a)'nın bildirdiğine göre; Sultani ekirdeksiz üzüm çeşidinde stomatal iletkenlikten kaynaklanan fotosentez azalışı, büyümedeki azalışların yanısıra şiddetli ürün kaybına da yol açmaktadır. Ayrıca, tuz uygulamaları ile birçok bahçe ve tarla bitkisinin yapraklarında klorofil a, b ve toplam klorofil miktarlarının azaldığı tespit edilmiştir (Downton ve Millhouse 1985, Zıska ve ark. 1990, Nieves ve ark. 1991, Sivritepe 1995). Klorofil kapsamlarındaki bu azalışların da fotosentezdeki azalma ile korelasyon halinde olduğu saptanmıştır (Behboudian ve ark. 1986).

Bunlardan başka NaCl'n bitkilerde solunumu azalttığı (Levitt 1980), protein sentezini engelleyip hidrolizini arttırdığı (Singh ve ark. 1985, LaRosa ve ark. 1989), nükleik asit metabolizmasını etkileyerek RNA ve DNA miktarlarını azalttığı (Rajasekaran ve Shanmugavelu 1983, Tsenov ve ark. 1984), enzim sentezi ve aktivitesini engellediği (Ben-Hayyim ve ark. 1993) tespit edilmiştir. Bunlar da tuzluluğun bitkilerde sebep olduğu diğer metabolik bozukluklardır.

Tuzun teşvik ettiği sekonder stresler veya primer stres neticesinde, büyüme ve gelişmede ya da metabolik olaylarda meydana gelen zararlanmanın şiddeti, bazı evre faktörleri ile de kontrol edilmektedir. Nitekim, tuza dayanıklılık gölgede ışığa nazaran çok daha yüksektir (Awang ve Atherton 1994). Bu muhtemelen gölgede azalan transpirasyon oranından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, ortamda bulunan yüksek oransal nem, tuz zararını azaltabilir (Adams ve Holder 1992). Nasiry ve Sarmadnia (1992) fasulyelerde, 80 meq NaCl/l tuz konsantrasyonunda 25°C ortam sıcaklığı ve % 85 nemde bitkilerde kontrole göre % 10'luk bir büyüme azalması meydana gelirken, 35°C ortam sıcaklığı ve % 20 nemde bitkilerin 4 hafta içinde öldüğünü bildirmişlerdir. Dinkelberg ve Ldders (1992) elma fidanlarına yaz aylarında yapılan 30-60 meq/l NaCl uygulamalarının ilkbahar aylarında yapılanlara göre % 30 daha fazla zarar verdiğini belirlemişlerdir. Bu veriler ise tuz zararının ortaya çıkmasında ortam sıcaklığının etkilerini göstermektedir. Tuz zararının ortaya çıkmasında etkili olan bir diğer dışsal faktör de topraktır. Prior ve ark. (1992b, c) ağır topraklarda büyüyen asmalarda, tuzun zararlandırıcı etkilerinin daha şiddetli olduğunu ve zamanla arttığını bildirmişlerdir. Tazuke (1994) de kök bölgesinde havalanmanın, dolayısı ile oksijenin azalması ile, tuzun bitki büyümesi ve meyve gelişimi üzerine olan olumsuz etkilerinin arttığını belirlemiştir.

KAYNAKLAR

- ABBAS, M.A., YOUNIS, M.E., SHUKRY, W.M. 1991. Plant growth, metabolism and adaptation in relation to stress condition. XIV. Effect of salinity on the internal solute concentrations in *Phaseolus vulgaris*. *J. Plant Physiol.*, 138(6): 722-727.

- ADAMS, P. and HOLDER, R. 1992. Effect of Humidity, Ca and salinity on the accumulation of dry matter and Ca by the leaves and fruit of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *J. Hort. Sci.*, 67(1): 137-142.
- AL-RAWAHY, S.A., STROEHLEIN, J.L., RESSARAKLI, M. 1992. Dry-matter yield and nitrogen-15, Na, Cl and K content of tomatoes under sodium chloride stress. *J. Plant Nutrition*, 15(3): 341-358.
- ALSAIDI, I.H., SHAKIR, I.A., HUSSEIN, A.J. 1988. Rooting of some grapevine cuttings as affected by salinity. *Ann. Agric. Sci.*, 33(1): 479-499.
- ANONİM. 1978. Türkiye arazi varlığı. T.C. Köyişleri ve Koop. Bakanlığı, Topraksu Genel Müd., Toprak Etüdüleri ve Haritalama Daire Başkanlığı, Ankara, 55 s.
- AWANG, Y.B. and ATHERTON, J.G. 1994. Salinity and shading effects on leaf water relations and ionic composition of strawberry plants grown on rockwool. *J. Hort. Sci.*, 69(2): 377-383.
- AWANG, Y.B., ATHERTON, J.G., TAYLOR, A.J. 1993. Salinity effects on strawberry plants grown in rockwool. I. Growth and leaf water relations. *J. Hort. Sci.*, 68(5): 783-790.
- BADAWI, M.A., ALPHONSE, M., BONDOK, A.Z., HOSNI, Y.A. 1990. Effect of some disinfectant treatments and different sodium chloride concentrations on the in vitro growth of some strawberry cultivars. *Egypt. J. Hort.*, 17(1): 17-24.
- BANULS, J. and PRIMO-MILLO, E. 1992. Effects of chloride and sodium on gas exchange parameters and water relations of citrus plants. *Physiol. Plant.*, 78(2): 238-246.
- BARTOLINI, G., MAZUELOS, C., TRINCOSO, A. 1991. Influence of Na_2SO_4 and NaCl salts on survival, growth and mineral composition of young olive plants in inert sand culture. *Adv. Hort. Sci.*, 5(2): 73-76.
- BEHBODIAN, M.H., TÖRÖKFALVY, E., WALKER, R.R. 1986. Effects of salinity on ionic content, water relations and gas exchange parameters in some citrus scion-rootstock combinations. *Sci. Hort.*, 28(112): 105-116.
- BEN-HAYYIM, G., GANNMORE, R., KAFKAFI, U., LIBAL, Y., OR, T.E. 1993. Physiological and biochemical parameters associated with salt tolerance of cultured citrus cells. Inst. of Hort., Scientific Activities 1984-1992. Special Publ. No. 250. The Volcani Center, Bet Degan, Israel, s. 186.
- BIELORAI, H., DASBERG, S., ERNER, Y., BRUM, M. 1990. The effect of saline irrigation water on Shamouti orange production. *Hort. Abst.*, 60(7): 5659.
- BIGGAR, J.W., ROLSTON, D.E., NIELSEN, D.R. 1984. Transport of salts by water. *California Agriculture*, 38(10): 10-12.
- CHARTZOULAKIS, K.S. 1992. Effects of NaCl salinity on germination, growth and yield of greenhouse cucumber. *J. Hort. Sci.*, 67(1): 115-119.

- CHARTZOULAKIS, K.S. 1994. Egg-plant response to NaCl salinity. Abstracts. XXIVth Int. Hort. Congress. 21-27 August 1994, Kyoto-Japan ISHS, P-15-9.
- CHIRACHINT, W. and TURNER, D.W. 1988. Shade reduced the foliar symptoms of "Fuerte" avocado affected by salt, without significantly changing the concentration of Na, K or Cl in leaves. *Sci. Hort.*, 36(1-2): 1-15.
- CRUZ, U. and CUARTERO, J. 1990. Effects of salinity at several developmental stages of six genotypes of tomato (*Lycopersicon* spp.). Proceedings of the XIth Eucarpia Meeting on Tomato Genetics and Breeding, Malaga, Spain. March 6-8.1.1990. 81-86.
- DINKELBERG, W. and LÜDDERS, P. 1992. Influence of seasonal, variable sodium application on water consumption, transpiration coefficient and mineral uptake of apple trees. *Hort. Abst.*, 62(4): 2743.
- DOWNTON, W.J.S. 1977. Photosynthesis in salt stressed grapevines. *Aust. J. Plant. Physiol.*, 4: 183-192.
- DOWNTON, W.J.S. 1985. Growth and mineral composition of Sultana grapevine as influenced by salinity and rootstock. *Aust. J. Agric. Res.*, 36(3): 425-434.
- DOWNTON, W.J.S. and MILLHOUSE, J. 1983. Turgor maintenance during salt stress prevent loss of variable fluorescence in grapevine leaves. *Plant Science Letters*, 31(1): 1-7.
- DOWNTON, W.J.S. and MILLHOUSE, J. 1985. Chlorophyll fluorescence and water relations of salt stressed plants. *Plant Science Letters*, 37(3): 205-212.
- DOWNTON, W.J.S., LOVEYS, B.R., GRANT, W.J.R. 1990. Salinity effects on the stomatal behaviour of grapevine. *New Phytol.* 16: 499-503.
- EPSTEIN, E., NORTLYN, J.D., RUSH, D.W., KINGSBURY, R.W., KELLEY, D.B., CUNNINGHAM, G.A., WRONA, A.F. 1980. Saline culture of crops: A genetic approach. *Science*, 210: 399-404.
- FERNANDEZ, F.G., CARO, M., CERN-DA, A. 1983. Interaction of salinity and nitrogen fertilization on capsicum peppers. *Hort. Abst.*, 53(2): 1031.
- FLOWERS, T.J., TROKE, P.F., YEO, A.R. 1977. The mechanism of salt tolerance in hallophytes. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 28(1): 89-121.
- FRANCO, J.A., ESTEBAN, C., RODRIGUEZ, C. 1993. Effects of salinity on various growth stages of muskmelon cv. Revigal. *J. Hort. Sci.*, 68(6): 899-904.
- GARCIA, M., FALLOT, J., CHARBAJI, T., ROSON, R.J. 1993. Influence of sodium chloride on the composition of berries in hydroponically grown grapevines. *Vitis*, 32: 215-221.

- GREENWAYS, H. and MUNNS, R. 1980. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. *Ann. Rev. Plant. Physiol.*, 31: 149-190.
- GUERRIER, G. 1984. Selectivity of sodium fixation at the embryo and seedling level in NaCl-sensitive and NaCl-tolerant plants. *Can. J. Bot.*, 62(9): 1791-1798.
- HAFFMAN, G.J., CATLIN, P.B., MEAD, R.M., JOHNSON, R.S., FRANÇOIS, L.E., GOLDHAMER, D. 1989. Yield and foliar injury responses of mature plum trees to salinity. *Irrigation Science*, 10(3): 215-229.
- HASEGAWA, P.M., BRESSAN, R.A., HANDA, A.V. 1986. Cellular mechanisms of salinity tolerance. *HortScience*, 21(6): 1317-1324.
- HELAL, R.M. and EL-HIFNY, I.M. 1994. Salt tolerance of four okra cultivars. Abstracts. XXIVth Int. Hort. Congress. 21-27 August 1994, Kyoto-Japan ISHS, O-15-2.
- IONEVA, Z.S. 1988. Effect of potassium ions on Na uptake by plants in conditions of chloride salinity. *Hort. Abst.*, 58(12): 8898.
- LAROSA, P.C., SINGH, H.K., HASEGAWA, P.M., BRESSAN, R.A. 1989. Stable NaCl tolerance of tobacco cells is associated with enhanced accumulation of osmotin. *Plant Physiol.*, 91(5): 855-861.
- LEVITT, J. 1980. Responses of plants to environmental stresses. Volume II, 2nd ed. Academic Press, New York, pp. 607.
- LLOYD, J., KRIEDEMANN, P.E., ASPINALL, D. 1990. Contrasts between Citrus species in response to salinisation: an analysis of photosynthesis and water relations for different rootstock-scion combinations. *Physiol. Plant.*, 78(2): 236-246.
- MAAS, E.V. 1984. Crop tolerance. *California Agriculture*, 38(19): 20-22.
- MANGAL, J.L. and LAL, S. 1990. Salt tolerance behaviour of Khorif onion variety N-53. *Hort. Abst.*, 53(7): 5129.
- MOTOSUGI, H., SUGIURA, A., TOMANA, T. 1987. Salt tolerance of various apple rootstock cultivars. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, 60(1): 53.
- MUNNS, R. and TERMAAT, A. 1986. Whole-plant responses to salinity. *Aust. J. Plant. Physiol.* 13: 143-160.
- NASIRY, M.M. and SARMADNIA, G. 1992. Effect of sodium chloride on growth indices of bean plants under different climatic conditions. *Hort. Abst.*, 62(3): 2103.
- NEUMANN, P.M., VOLKENBURGH, E.V., CLELAND, R.E. 1988. Salinity stress inhibits bean leaf expansion by reducing turgor, not wall extensibility. *Plant Physiol.* 88(1): 233-237.
- NIEVES, M., CERDA, A., BOTELLA, M. 1991. Salt tolerance of 2 lemon

- scions measured by leaf chloride and sodium accumulation. *J. Plant Nutrition*, 14(6): 623-636.
- NUKAYA, A., MASUI, M., ISHIDA, A. 1984a. Salt tolerance of muskmelons as affected by various salinities in soil culture. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, 52(4): 420-428.
- NUKAYA, A., MASUI, M., ISHIDA, A. 1984b. Salt tolerance of muskmelons as affected by various salinities in nutrient solution culture. *Hort. Abst.*, 54(8): 5372.
- NUKAYA, A., MASUI, M., ISHIDA, A. 1985. Salt tolerance of muskmelon as affected by diluted sea water applied at different growth stages in nutrient solution culture. *Hort. Abst.*, 55(1): 261.
- OKUBO, M. and UTSUNOMIYA, N. 1994. Effect of low concentration NaCl and plant growth regulators on the shoot growth and flower initiation of fig tree. XXIV Int. Hort. Congress, 21-27 August 1994. Kyoto, Japan ISHS. Reprint, 7 p.
- OSTER, J.D., HOFFMAN, G.J., ROBINSON, F.E. 1984. Management alternatives: crop, water and soil. *California Agriculture* 38 (10): 29-33.
- PINKAV, H., TÜRK, D., POSER, C. 1985. Effect of sprinkler irrigation of vegetables with Baltic sea water on the plant, soil and ground water. *Hort. Abst.*, 55(6): 6806.
- PRIOR, L.D., GRIEVE, A.M., CULLIS, B.R. 1992a. Sodium chloride and soil texture interactions in irrigated field grown Sultana grapevines. II. Plant mineral content, growth and physiology. *Aust. J. Agr. Res.*, 43(5): 1067-1083.
- PRIOR, L.D., GRIEVE, A.M., CULLIS, B.R. 1992b. Sodium chloride and soil texture interactions in irrigated field grown Sultana grapevines. I. Yield and fruit quality. *Aust. J. Agr. Res.*, 43(5): 1051-1066.
- PRIOR, L.D., GRIEVE, A.M., SLAVICH, P.G., CULLIS, B.R. 1992c. Sodium chloride and soil texture interaction in irrigated field grown Sultana grapevines, III. Soil and root system effects. *Aust. J. Agr. Res.*, 43(5): 1085-1100.
- PICCHIONI, G.A. and MIYAMOTO, S. 1990. Salt effects on growth and ion uptake of pistachio rootstock seedlings. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 115(4): 647-653.
- QUAMME, H.A. and STUSHNOFF, C. 1983. Resistance to environmental stress. In "Methods in Fruit Breeding", (J.N. Moore, J. Janick, eds.), pp. 242-266. Purdue Univ. Press, West Lafayette, India.
- RAJASEKARAN, L.R. and SHANMUGAVELU, K.G. 1983. Studies on the leaf tissue nutrient contents as influenced by different types of soil and

- water in tomato (*Lycopersicon esculentum*, Mill.). *Hort. Abst.*, 53(7): 5180.
- ROBINSON, S.P., DOWNTON, W.J.S., MILLHOUSE, J.A. 1983. Photosynthesis and ion content of leaves and isolated chloroplast of salt-stressed spinach. *Plant Physiol.*, 73(2): 238-242.
- SEPASKHAH, A.R. and MAFTOUN, M. 1982. Growth and chemical composition of pistachio seedlings as influenced by irrigation regimes and salinity levels of irrigation water. II. Chemical composition. *J. Hort. Sci.*, 57(4): 469-476.
- SIDDIQUI, S., KUMAR, D., SINGH, M.P., KUMAR, S. 1984. Salinization and desalinization impacts on certain mineral contents in plant organs of "Bonneville" pea. *Hort. Abst.*, 54(2-3): 875.
- SINEL'NIKOVA, V.N. 1985. Hormonal activity in tomatoes under normal growing conditions and under salinity. *Hort. Abst.*, 55(2): 873.
- SINGH, N.K., HANDA, A.K., HASEGAWA, P.M., BRESSAN, R.A. 1985. Protein associated with adaptation of cultured tobacco cells. *Plant Physiol.*, 79(1): 126-137.
- SİVRİTEPE, N. 1995. Asmalarda tuza dayanıklılık testleri ve tuza dayanımda etkili bazı faktörler üzerinde araştırmalar. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı (Doktora Tezi), Bursa, 176 s.
- SİVRİTEPE, H.Ö., ERİŞ, A., SİVRİTEPE, N. 1996. Kavun tohumlarında priming uygulamalarının tuza dayanım üzerine etkileri. U.Ü. Zir. Fak. Bilimsel Araştırmalar ve İncelemeler Serisi, No: 16, Bursa, 19 s.
- SMITH, M.K. and McCOMB, J.M. 1981. Effect of NaCl on the growth of whole plants and their corresponding callus cultures. *Aust. J. Plant. Physiol.*, 8: 267-275.
- SOUTHEY, J.M. and JOOSTE, J.H. 1991. The effect of grapevine rootstock on the performance of *Vitis vinifera* L. (cv. Colombard) on a relatively saline soil. *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, 12(1): 32-40.
- SÖNMEZ, B. 1990. Tuzlu ve sodyumlu topraklar. T.O.K.B. Köy Hizmetleri Şanlı Urfa Arşt. Enst. Müd. Yayınları, 62, 60 s.
- STAVAREK, S.J. and RAINS, D.W. 1984. The development of tolerance to mineral stress. *HortSci.*, 19(3): 13-19.
- TAL, M. 1983. Selection for stress tolerance. In "Handbook of Plant Cell Culture, Volume 1" (D.E. Evans, W.R. Sharp, P.V. Ammirato, Y. Yamada, eds.), pp. 461-487. Collier Macmillan Publisher, London.
- TAZUKE, A. 1994. Effect of salinity and aeration of the root zone on the growth, the shape and the composition of cucumber fruit. Abstracts. XXIVth Int. Hort. Congress. 2 -27 August 1994, Kyoto-Japan ISHS, O-53-4.

- THERIOS, I.N. and MISOPOLINOS, N.D. 1989. Differences in tolerance to sodium chloride salinity between three commercial apple rootstocks. *Soiless Culture*, 5(1): 55-71.
- TIPIRDAMAZ, R. 1989. Tuz ve su stresinin buğday bitkisinin Türkiye'de yetiştirilen iki çeşidinde oransal su kapsamı ile organik (prolin ve betain) ve inorganik (Na, K, Cl) değişimine etkisi. Hacettepe Üniv. Fen Bilimleri Enst., Biyoloji Anabilim Dalı (Yayınlanmamış Doktora Tezi), Ankara, 124 s.
- TSENOV, E.I., KABANOV, V.V., STROGONOV, B.P. 1984. Effect of NaCl on the content and synthesis of different fractions of nucleic acids in pea shoot apices. *Hort. Abst.*, 54(5): 2465.
- VENNE, R.V. 1984. What is salinity? *California Agriculture*, 38 (19): 3.
- VITAGLIANO, C., MENSUALI-SODI, A., BLANDO, F. 1991. Effect of NaCl on quince (*Cydonia oblonga* Mill.) tissue culture. *Acta Hort.*, 300: 347-352.
- WALKER, R.R., TÖRÖKFALVY, E., SCOOT, N.S., KRIEDEMANN, P.E. 1981. An analysis of photosynthetic response to salt treatment in *Vitis vinifera*. *Aust. J. Plant. Physiol.*, 8: 359-374.
- WATAD, A.A., REINHOLD, L., LERNER, H.R. 1983. Comparison between a stable NaCl-selected *Nicotiana* cell line and the wild type. *Plant Physiol.*, 73(3): 624-629.
- ZERBI, G., LECAIN, D.R., MORGAN, J.A. 1990. Concurrent action of salinity and water stress on leaf gas exchange and water relations in tomato. *J. Hort. Sci.*, 65(6): 675-681.
- ZISKA, I.H., SEEMANN, J.R., DEJONG, T.M. 1990. Salinity induced limitations on photosynthesis in *Prunus salicina*, a deciduous tree species. *Plant Physiol.*, 93(3): 864-870.
- ZID, E. and GRIGNON, C. 1986. Comparative effects of NaCl, KCl and Na₂SO₄ on the growth and mineral nutrition of young *Citrus aurantium* L. *Oecologia Plantarum*, 7(4): 407-416.