



Bazı Kavun (*Cucumis* sp.) Genotiplerinin Tuz Stresine Tepkileri*

Şebnem KUŞVURAN¹ Şebnem ELLİALTIOĞLU² Kazım ABAK¹ Fikret YAŞAR³

Geliş Tarihi: 31.08.2006

Öz: Araştırmada, kavunda tuza tolerans bakımından genotipler düzeyinde farklılığın bulunup bulunmadığını ortaya koymak; tuza toleransın belirlenmesinde bitki biyomas değerlerinin ve yapraklarda iyon biriktirme derecesinin kullanılma olanağını incelemek amaçlanmıştır. Ayrıca tuz stresinde yapraklarda MDA miktarındaki artış incelenmiştir. 36 adet farklı genotip, tuza tolerans ve duyarlılık özelliği bakımından farklı parametrelere göre sıralanmış, özellikler arasındaki korelasyon katsayıları belirlenmiştir. Kavunda tuz zararının Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarının toksik etkisinden kaynaklandığı, bu iyonları bünyede az bulunduran genotiplerde tuza toleransın daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Denemede kullanılan genotipler arasında Midyat, Besni ve Şemame kavun genotipleri tuza toleran olarak belirlenirken; Ananas ve Yuva çeşitlerinin tuza en duyarlı kavun çeşitleri olduğu ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kavun, tuzluluk, tolerans, iyon, lipid peroksidasyon

Responses of Some Melon (*Cucumis* sp.) Genotypes to Salt Stress

Abstract: The aim of this research is to identify differences in salt tolerance of melon genotypes and the possibility of using plant biomass values and degree of ion accumulation of leaves to determine salt tolerance. In addition, the increase in MDA amount of leaves on salt stress was evaluated. 36 different genotypes were identified according to different parameters in respect to salt tolerance and susceptibility to salinity, correlation coefficients among these characters were determined. It was observed that salt damage in melons is probably the result of toxic effects of Na⁺ and Cl⁻ ions and the genotypes having low amounts of these ions are more tolerant. Midyat, Besni and Şemame varieties were determined as salt tolerant melon genotypes; Ananas and Yuva melon cultivars were most sensitive to salt stress.

Key Words: Melon, salinity, tolerance, ion, lipid peroxidation

Giriş

Bitkilerin tuza karşı gösterdiği tepkiler; bitkinin içinde bulunduğu gelişme dönemine, stres faktörü olan tuzun konsantrasyonuna, tuzun bitkiye etki ettiği süreye göre değişebilmekte; ayrıca iklim ve toprak özelliklerine bağlı olarak da farklılık gösterebilmektedir. Çevresel faktörler ve fizyolojik etkilerin eşlik ettiği tuza tolerans özelliğinin esas kaynağı kalıtsal unsurlardır. Tuza tolerans bakımından bitkiler arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Familya, cins ve türler arasında farklılıklar bulunduğu gibi, aynı türe ait genotipler arasında da tuza tolerans yönünden farklılıkların bulunduğu bilinmektedir (Shalata ve Tal 1988).

Genotipler düzeyinde farklı tepkilerin bulunduğu tuza tolerans mekanizmasının anlaşılabilmesi için çok değişik özellikler incelenmiş olup bir bitki genotipinin tuz stresine karşı toleransını gösteren yaklaşık 200 adet morfolojik, fizyolojik veya

biyokimyasal parametre olduğu ileri sürülmektedir (Levitt 1980). Tuza toleransın belirlenmesinde bitki doku ve organellerinde iyon (Na⁺, K⁺ ve Cl⁻) birikimi, bitkide taşınımı ve dağılımı ile bu iyonların birbirine olan oranları (K/Na) (Hasegawa ve ark. 1986), bitkilerin organik madde biriktirme ve sentezleme yetenekleri ile hücre düzeyinde meydana gelen oksidatif stresten kaynaklanan zararlanmalar üzerinde durulmaktadır. Tuzluluk sorununun potansiyel olarak mevcut olduğu, ülkemizin kurak ve yarı kurak birçok bölgesinde açıkta yetiştiriciliği yapıldığı gibi örtü altında da gün geçtikçe artan bir ilgiyle tarımı yapılan kavun; tuza orta derecede tolerans gösteren bir sebze türüdür (Shannon ve Francois 1978, Meiri ve ark. 1982). Kavunun anavatanı Güneydoğu Afrika olmakla birlikte buradan İran ve Tükmenistan'a geçtiği daha sonra da dünyanın diğer bölgelerine yayıldığı; gen merkezi içerisinde Anadolu, İran ve Afganistan'ın da bulunduğu bildirilmektedir (Sarı ve ark. 2000).

*Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü 2002-58 no'lu projesinin bir bölümünden hazırlanmıştır.

¹ Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Bölümü - Adana

² Ankara Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Bölümü - Ankara

³ Yüzüncü Yıl Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Bölümü - Van

Dünya üretimi yaklaşık 18 milyon ton olan kavun üretiminde Türkiye 1.7 milyon ton üretim değeri ve %10'luk pay ile Çin'den sonra ikinci sırada gelmektedir (FAO 2005). Genetik materyal bakımından sahip olunan eşsiz zenginliğimize rağmen ıslah edilmiş çeşitlerimizin azlığı; verim ve kalite özellikleri yüksek fakat ülkemizin pazar isteklerine tam olarak uymayan yabancı çeşitlerin ülkeye girmesine neden olacağından, bu durum yerli materyalimizin kaybolup gitmesine yol açabilecek çok riskli bir sonucu işaret etmektedir. Tüm bitki türlerimizde olduğu gibikavunda da öncelikli olarak yöresel çeşitlerden, agronomik karakterleri belirlenmiş ve saflaştırılmış yeni çeşitlerin geliştirilmesi ve bunun için ıslah programlarına hız kazandırılması gerekmektedir. Kurak ve yarı kurak ekolojilerde çok az ve bazen de hiç sulama yapılmadan yetiştirilebilen bir tür olan kavunun, tuzluluk sorunu olan toprakların değerlendirilmesinde iyi bir alternatif olabileceği düşünülmektedir. Örtü altı alanlarda tuzlanma sorununun gün geçtikçe artması ve yaygınlaşması da, kavun tarımında tuzluluğa tolerant genotiplerin belirlenmesi gereksinimini ortaya çıkarmaktadır. Güneydoğu Anadolu bölgesinde geniş alanlarda yetiştirilen bir sebze olmasının yanısıra, bu ekolojide tuzlanma riski ve beklentisinin fazla olması da, kavun türünde tuza tolerans çalışmalarına aciliyet kazandırmaktadır.

Kavunda tuza tolerans genotiplerin belirlenerek ıslah çalışmalarında kullanılması amacıyla yönelik olarak ülkemizde yapılan ilk çalışma Akıncı (1996) tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın sonucunda kavunda tuza toleransın belirlenmesinde etkin bir seçim yöntemi önerilememiş, bu konudaki çalışmalara devam edilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Kavunda tuza toleransın belirlenmesinde etkin, pratik, kalıcı ve tekrarlanabilir seçim yönteminin belirlenmesi amacıyla başlatılan çalışmalarımızın bu ilk aşamasında, bitkilerin morfolojik ve fizyolojik bazı özelliklerindeki değişimler incelenmiştir. Yapraklardaki iyon birikimi ve lipid peroksidasyonunun, tuza toleransın göstergesi olarak kullanılabilirliğini irdelemek amaçlanmıştır. Belirlenecek pratik yöntemler sayesinde ülkemizde çok zengin bir genotipik varyasyon bulunan kavun bitkisinde tuza tolerant yerli genotiplerin ortaya çıkarılması, bunların ıslah çalışmalarında kullanılması ve yeni çeşitler geliştirilmesi, çalışmalarımızın varılmak istenen esas hedefini oluşturmaktadır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Kavunda tuz stresine karşı genotipler düzeyinde farklılığın ortaya konulabilmesi ve bu farklılığın etkin yöntemler kullanarak gösterilebilmesi amacıyla planlanan çalışmada, 34 adet değişik kavun (*Cucumis melo* L.) genotipi ve bunun yanında bir adet acur (*Cucumis flexuosus*) ile bir adet de kudret narı (*Momordica charante*) hattı kullanılmıştır. Deneme

materyallerinden 7 adedi yabancı orijinli kavun çeşitleri olup, 2 adedi Azerbaycan'dan getirilen kavun çeşitleri, diğerleri ise ülkemizin değişik yörelerinde yetiştirilen yöresel populasyonlar ya da tescilli yerli çeşitlerdir. 34 adet kavun (*Cucumis melo* L.) genotipinin yanısıra, bir adet yerli acur genotipi (*Cucumis flexuosus*) ile bir adet de halk arasında kudret narı olarak bilinen acı kavun (*Momordica charante*) genotipi denemelere dahil edilmiştir. Araştırmada kullanılan genotiplere ait isimler ve denemedeki kod no'ları liste halinde Çizelge 1'de verilmiştir.

Yöntem

Tohumların çimlendirilmesi ve su kültürünün kurulması: Toplam 36 adet genotipe ait tohumlar, 40'ar adet olacak şekilde vermikulit doldurulmuş 40x25x5 cm boyutlarındaki plastik kaplara ekilmiştir. Vermikulit çeşme suyu ile iyice ıslatıldıktan ve sulama suyunun fazlası süzöldükten sonra çimlendirme kapları, 25±1°C sıcaklık %70 neme sahip iklim odasına yerleştirilmiştir. Çimlenme görülmeye başlayınca, 16/8 saatlik aydınlık/karanlık fotoperiyodik düzende fideler büyütülmüştür. Kotiledon yaprakları yatay konuma gelen ve gerçek yaprağı görünmeye başlayan fideler, Hoagland besin çözeltisi (Hoagland ve Arnon 1938) konulmuş kapların içine, su kültürüne alınmışlardır. Su kültürü için, 25x25x18 cm boyutlarındaki plastik küvetler kullanılmıştır. Her fide için üzerine delikler açılmış plastik tablalara kavun fideleri küçük sünger parçaları ile sarılmak suretiyle yerleştirilmiştir. Bitki kökleri besin çözeltisinde olacak şekilde tablalar küvetlerin üzerine konulmuştur. Havalandırma işlemi, iki adet akvaryum pompasına bağlı bulunan ince plastik hortumların besin çözeltisi içerisine daldırılması yoluyla yapılmıştır. Birer haftalık aralarla besin çözeltileri tazelenmiş, bu sırada küvetlerin yerleri de değiştirilerek ışıklandırma koşullarından tüm bitkilerin eşit biçimde yararlanması sağlanmıştır.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan kavun genotiplerinin denemedeki kodu, çeşit adı veya toplandığı yöreye göre verilen isimleri ile temin edildiği yerler

No	Yöre/isim	No	Yöre/isim
1	Ananas	19	Midyat/Mardin
2	Lüleburgaz/Kırklareli	20	Midyat/Mardin
3	Akbağ/Yalova	21	Bağpınar/Diyarbakır
4	Bursa	22	Erimli
5	Bucak/Burdur	23	Balıkesir
6	Van	24	Acurkavunu/Susurluk
7	Oltu/Erzincan	25	Sarıdili/İmli/Gönen
8	Gercüş/Mardin	26	Bayramiç
9	Oltu/Erzincan	27	Hasanbey/Ayvalık
10	Besni/Adıyaman	28	Erçek/Van/Şemame
11	Yuva	29	Erçek/Van/Şemame
12	Vedrantais (Fransa)	30	Erçek/Van/Şemame
13	Kış kavunu (Agromar)	31	Van/Merkez
14	Saf 4/Adıyaman	32	HMK 208/US Eastern
15	Azerbaycan	33	Ogen
16	Azerbaycan	34	Yellow canary
17	İğdir/Aralık	35	<i>Momordica charante</i>
18	Van	36	<i>Cucumis flexuosus</i>

Tuz uygulamalarının yapılması : Fideler 4-5 gerçek yapraklı oldukları dönemde (yaklaşık 45 günlük olduklarında) tuz uygulamalarına geçilmiştir. Kontrol bitkilerine tuz ilavesi yapılmadığı halde, bir grup bitkinin bulunduğu besin çözeltisine tuz ilavesi yapılarak stres koşulları sağlanmıştır. Kademeli olarak yapılan tuz uygulamasında üç gün boyunca, her gün 50mM NaCl ilave edilmiş, üçüncü gün besin çözeltisi içerisinde final konsantrasyon olarak 150mM tuz bulunması sağlanmıştır.

Ölçüm ve analizler: Ölçüm ve analizler için örnek alma işlemi tuz uygulamasından 14 gün sonra yapılmıştır. Hoagland besin çözeltisinde yetiştirilen kavun genotiplerinde tuzdan kaynaklanan hasarın gözle görülen belirtilerini ifade edebilmek amacıyla, 0-5 skalası oluşturulmuş, bitki yeşil aksam yaş ve kuru ağırlıkları, yapraklardaki Na, K ve Cl iyon miktarı ve lipid peroksidasyonunu belirlemek üzere analizler yapılmıştır.

0-5 skalasının oluşturulması: Fidelerde morfolojik olarak ortaya çıkan zararlanmanın derecesini ortaya koyabilmek amacıyla bir skala oluşturulmuştur. Bunun için her uygulamadan tesadüfen seçilen 10'ar fideye, zararlanma derecesine göre 0-5 arasında puan verilmiştir. Kavun fidelerine tuz uygulamasından 14 gün sonra, aşağıda tanımlanan belirtilere göre 0'dan 5'e kadar puan verilmiştir:

- 0: Bitkinin tuz stresinden hiç etkilenmemesi,
- 1: Büyümede yavaşlama, yapraklarda lokal sararma ve kıvrılma,
- 2: Yapraklarda sararma ve %25 oranında nekrotik lekelenmeler,
- 3: Yapraklarda %25-50 arasında nekrotik leke göstermesi ve dökülmesi,
- 4: Yapraklarda %50-75 oranında nekroz ve ölümlerin görülmesi,
- 5: Yapraklarda %75-100 oranında şiddetli nekroz görülmesi veya bitkinin tamamen ölmesi.

Bitkilerde yeşil aksam ağırlıklarının belirlenmesi: Denemede yer alan tüm genotiplere ait kontrol ve tuz uygulamalarındaki her iki tekerrürden tesadüfi olarak alınan üçer adet bitkinin yeşil aksamları 1/10000'lik hassas dijital terazide ayrı ayrı tartılarak yaş ağırlık değerleri (g) belirlenmiştir. Kuru ağırlık değerlerinin belirlenebilmesi için ise, örnekler 70°C'ye ayarlanmış etüvde 48 saat kurutulmuş ve ölçüm işlemi yapılmıştır. Ayrıca her genotip için kontrol ve tuz uygulamasındaki bitkileri birbiriyle kıyaslayarak ağırlık kaybını belirlemeyi sağlayan Yaş Ağırlık Stres İndeksi (YASİ) ve Kuru Madde Stres İndeksi (KMSİ) değerleri de hesaplanmıştır (Ellialtıoğlu ve ark. 2006).

Mineral element analizleri: Kontrol ve tuz uygulamalarından tesadüfi olarak seçilen üçer bitkinin yaprakları mineral madde tayini için kullanılmıştır. İyon analizleri için her bir bitkiden hazırlanan yaprak örneği karışımından alınan örnekler, 0.1 N nitrik asit çözeltisi içerisinde bekletilmiş, bunun ardından bir dizi işlemle geçirilerek elde edilen (Kuşvuran 2004) ekstraktlarda Na⁺ ve K⁺ iyonları flame fotometrik yöntemle (Eppendorf flame photometer); Cl⁻ iyonu gümüş iyonları ile kolorimetrik amperometrik titrasyon yoluyla miktar olarak ölçülmüştür. Bu amaçla otomatik bir kloridometreden (Buchler-Cotlove) yararlanılmıştır. Analizler tamamlandıktan sonra, yaş yaprak örneğindeki iyon miktarı µg/mg taze ağırlık (µg/mg T.A.) olarak belirlenmiştir (Taleisnik ve ark. 1997).

Lipid peroksidasyonu: Lipid peroksidasyonunun ölçümü Lutts ve ark. (1996) tarafından anlatılan yöntem izlenerek gerçekleştirilmiş ve hücre zarlarının hasar görmesinin bir ifadesi olan lipid peroksidasyonunun bir ürünü olan malondialdehit (MDA) miktarı, µmol/g T.A. olarak belirlenmiştir.

Deneme deseni ve değerlendirme: Tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulan denemede her genotipte kontrol ve tuz uygulamasında ikişer tekerrür ve her tekerrürde 24 adet bitki kullanılmıştır. Analizlerin yapılması aşamasındaki örnek alımlarında; her bir analiz için, her tekerrürdeki üçer bitki tesadüfi olarak seçilerek kullanılmıştır. Her bir bitkide yapılan analizlerde de üçer okuma yapılarak bunların ortalaması kaydedilmiştir. Elde edilen sayısal değerler varyans analizine tabi tutulmuş ve Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılarak farklılık dereceleri %0.1 düzeyinde harflendirme yoluyla gösterilmiştir. Ayrıca incelenen özellikler arasında korelasyon tablosu da oluşturulmuş, bu amaçla SAS Institute (1985) paket programından yararlanılmıştır.

Bulgular

Denemelerde kullanılan 34 adet kavun ve yine *Cucurbitaceae* familyasına ait olup kavunun yakın akrabası olan bir adet acur ve bir de kudret narından oluşan toplam 36 genotipte 150 mM dozunda uygulanan toksik düzeydeki NaCl tuzunun ilk belirgin semptomatik etkisi, 'bitkilerin yeşil aksam yaş ağırlığında azalma ve bitki büyümesinde duraklama' olmuştur. Bunu takiben öncelikle yaşlı yapraklardan başlayarak sararma ve nekroze olma, yaşlı yapraklardan itibaren kuruyarak yaprak dökülmesi, büyümenin sınırlanması ve sonuçta bitkinin ölümü gerçekleşmiştir.

Skala değerlendirmesi: 0'dan 5'e kadar yapılan değerlendirmeler itibarıyla, kontrol gruplarında yer alan bitkilerde skala değeri tümüyle "0" olarak kaydedilmiştir. Tuz uygulamasından sonraki 14.gün, toplam 36 adet genotipte belirlenen skala değerleri ortalaması ve bunlara ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

32 no'lu yabancı orijinli HMK 208 çeşidi, 36 genotip içerisinde en fazla zarar gören çeşit olurken, bunu 23 no'lu Balıkesir kavunu ve 11 no'lu Yuva kavunu izlemiştir. 10, 14 ve 4 no'lu kavun genotipleri ise (sırasıyla Besni-Adıyaman, Saf 4-Adıyaman, Bursa kavunu) bu denemede tuzdan en az düzeyde etkilendiği gözlenen kavun çeşitleri olmuştur. Diğer genotipler ise 3-4 arasında skala değerleri olarak orta sıralarda bulunmuşlardır.

Yeşil aksam yaş ve kuru ağırlıkları: Tuz stresi, 14 günün sonunda bazı genotipler hariç (4, 20, 28) tüm genotiplerde bitki gelişimini değişik seviyelerde geriletici etki yapmıştır.

Çizelge 2'de görüldüğü gibi $P \leq 0.01$ hata sınırı esas alındığında ve farklı genotiplerin ortalamaları tuzlu ortam bazında birbirleriyle karşılaştırıldığında, yeşil aksam yaş ağırlığı bakımından tuzdan yüksek oranda etkilenenler; 1, 34, 32, 26, 33 ve 11 no'lu çeşitler olmuştur. Aynı özellik bakımından 30, 29, 28, 19, 10 no'lu genotipler ilk sıraları almıştır. Bunların içinde 30 no'lu Van (Erçek Gölü civarından alınan Şemame kavunu) genotipi yaş ağırlık açısından en üstün performansı göstermiş (5.29 g/bitki), 19 no'lu Midyat kavunu da 3.97 g/bitki değeriyle ikinci sırada yer almıştır. Diğerleri ise Duncan testi sonunda yapılan harflendirmelerde "c" ortak paydasını alarak başka birçok genotiple aynı grupta olmuşlardır.

Aynı stres koşulları altında farklı genotipler arasındaki farklılıktan ziyade, her genotipin kendi kontrolü ile karşılaştırılması sonucunda elde edilen bitki yaş ağırlık stres indeksi değeri (YASİ), genotiplerin gelişme performanslarını tuz stresi altında koruyabilme yeteneklerini ortaya koyması nedeniyle değerlendirmelerde daha etkin bulunmuştur. Yeşil aksam yaş ağırlığı bakımından kontrol bitkilerine en yakın değerleri veren, diğer bir deyişle tuzdan en düşük oranda etkilenen kavunların; 20, 28, 4, 32, 29, 19 no'lu genotipler olduğu görülmüştür. Bunlardan ilk ikisinde tuz uygulamasında ağırlık azalması yerine hafif bir artış dahi ortaya çıkmış (YASİ: 114.4 ve 102.8), 4 numara hiç değişiklik göstermemiş, diğerleri ise 97.6 ila 91.5 arasında YASİ değerine sahip olmuşlardır.

Stres koşulları altında kuru ağırlık miktarlarında da azalma gözlenmiştir (Çizelge 2). Kuru madde stres

indeksi (KMSİ) bakımından en yüksek sayısal değerleri verenler 20 (133.3), 4 (122.2), 3 (111.1), 6 ve 10 (104.2), 19 (96.5), 29 (95.2), 28 (94.7), 9 (93.7) ve 32 (91.2) numaralı kavun genotipleri olmuştur. Tuz stresi altında kuru madde kaybını en fazla yaşayan diğer bir deyişle en fazla etkilenenler ise 17 (35.1), 35 (37.8), 16 (39.5), 17 (42.7), 34 (45.5), 1 ve 33 (50.0) ile 11 (57.9) olmuştur.

Lipid peroksidasyonu: Tuz stresi ile artan toksik serbest oksijen radikalleri bitki organellerindeki lipid ve klorofil gibi hücre komponentlerini tahrip etmektedir.

Hücre zarındaki lipidlerin hasar görmesiyle ortaya çıkan MDA miktarının tayini ile tuza tolerans hakkında fikir oluşturulabileceği hipoteziyle yapılan ölçüm sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Kontrol bitkileriyle karşılaştırıldığında, NaCl uygulaması yapılan bitkilerin bazılarında MDA düzeylerinde artış olduğu halde, bazılarında tuz uygulamasındaki MDA miktarı kontrole göre daha az bulunmuştur. Tuz stresinin kavun genotiplerinde az veya çok hasara yol açtığı ve gelişmede geriletme etkisi olduğu halde ortaya çıkan bu tabloda "Kontrol – NaCl" değerinin oransal ifadesi olan "Artış (%)" sütununda eksi (-) sayısal değerleri alan genotipler tuzdan az etkilenmiş olarak kabul edilmiştir. Artı (+) değerleri yüksek alan genotipler ise tuzdan fazlaca zarar görmüş olarak yorumlanmıştır. MDA miktarındaki oransal değişimler esas alınarak tuza toleransı en fazla veya en düşük olduğu varsayılan kavun genotipleri sıralanmıştır. Buna göre denemede yer alan genotipler içerisinde, tuz uygulandığında kontrol bitkilerinden bile daha düşük MDA miktarları veren ve tuza en fazla tolerans gösteren ilk 10 genotip şöyle sıralanmıştır: 23, 29, 8, 4, 21, 35, 10, 15, 19 ve 20 (Kontrole göre azalma oranları sırasıyla: %72.7; %70.9; %60.0; %58.5; %57.1; %46.0; %45.4; %44.3; %29.9) Hücre zarındaki hasarın bir göstergesi olarak yorumlanan MDA miktarındaki artış oranları açısından yapılan değerlendirme sonucunda tuza en duyarlı bulunan genotipler ise 34, 36, 1, 9, 25, 26, 13, 3, 22 ve 30 (Artış oranları sırasıyla: %124.3; %80.5; %56.0; %47.0; %39.3; %36.9; %31.1; %22.6) olmuşlardır.

Yapraklardaki iyon miktarında meydana gelen değişimler

Na⁺ iyon miktarı: 150 mM tuz uygulaması yapılmasının ardından 14. gün, denemede yer alan bütün kavun genotiplerinde Na⁺ iyonu miktarında artış meydana gelmiştir. 13, 11, 1, 26, 36, 4, 35, 24, 25 ve 31 numaralı genotipler bünyelerine en fazla miktarda Na⁺ iyonunu alan ilk 10 genotip olmuştur. (Sırasıyla kontrole göre Na⁺ iyonu artış oranları şöyledir: %19084.6, %12984.6, %10576.9, %7242.9,

%6700.0, %5961.5, %5010.0, %4940.0, %4841.7, %4570.0). Buna karşılık bazı genotipler Na⁺ iyonunu bünyelerine alma konusunda seçici davranmış ve kendilerinden uzak tutmuşlardır. Yaprak dokusunda en az Na⁺ iyonu biriktiren ilk 10 genotip ve artış oranları ise şu şekildedir: 3 (%1084.3), 9 (%1120.7), 29 (%1314.3), 32 (%1379.3), 19 (%1936.4), 27 (%1974.1), 17 (%2436.8), 8 (%2500.0), 16 (%2556.5), 15 (%2568.4) (Çizelge 3).

K⁺ iyon miktarı: 150 mM NaCl uygulamasının 14. gününde alınan yaprak örneklerinde ölçülen K⁺ iyonu miktarları tüm genotiplerde tuz uygulanmayan

kontrol bitkilerinden daha düşük değerler vermemiştir. Genotipler arasında K⁺ iyonu miktarındaki azalma bakımından istatistiksel olarak önemli bir farklılık belirlenmiştir (Çizelge 3). Bazı genotiplerde tuz stresi altında K⁺ iyonu miktarından azalma hiç ortaya çıkmadığı gibi kontrole göre artışlar göstermiş (1, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 14, 17, 23, 24, 25, 26, 31, 32, 34, 36); bazı genotiplerde ise tuz stresi bitkilerdeki K⁺ iyonu miktarının azalmasına neden olmuştur [5 (%99.1), 30 (%95.6), 18 (%91.1), 16 (%89.8), 33 (%84.9), 15 (%84.8), 19 (%82.7), 28 (%80.0), 22 (%79.9), 13 (%77.1)].

Çizelge 2. 150mM tuz uygulamasının ardından bitkilerde skala, yeşil aksam yaş ve kuru ağırlıkları ile MDA'da meydana gelen değişimler

Genotip	Skala	Yeşil aksam yaş ağırlık			Yeşil aksam kuru ağırlık			MDA (µmol/g T.A.)		
		Kontrol (g/bitki)	NaCl (g/bitki)	YASİ	Kontrol (g/bitki)	NaCl (g/bitki)	KMSİ	Kontrol	NaCl	Artış
01	3.27b-f	3.54c-g	0.76k	21.5	0.22e-h	0.11g-j	50.0	8.32ad	12.98ac	56.0
02	3.36b-f	2.97c-h	2.40c-f	80.8	0.26e-h	0.19bg	73.1	8.19a-d	7.93-c	(-)3.2
03	3.00cg	2.55d-h	2.20ch	86.3	0.18g-h	0.20be	111.1	7.70a-d	9.44a-c	22.6
04	2.17gh	1.28g-h	1.28hk	100.0	0.09h	0.11h-j	122.2	10.45a-d	4.34b-c	(-)58.5
05	3.67bd	3.43c-h	1.44gk	42.0	0.26e-h	0.18cg	69.2	7.44a-d	7.22a-c	(-)3.0
06	3.56be	3.62c-g	1.93c-ı	53.3	0.24e-h	0.25bd	104.2	8.75a-d	7.96a-c	(-)9.0
07	3.03bg	3.38c-h	1.70ek	50.3	0.25e-h	0.20be	80.0	7.82a-d	8.38a-c	7.2
08	3.08bg	3.38c-h	2.02c-ı	59.8	0.22e-h	0.18bg	75.0	10.92a-c	4.34b-c	(-)60.0
09	3.50be	2.12e-h	1.37f-k	64.2	0.16g-h	0.15d-j	93.7	9.87a-d	14.51ab	47.0
10	1.81h	3.69c-g	2.90cd	78.6	0.24e-h	0.25bc	104.2	11.15a-c	6.09a-c	(-)45.4
11	3.92bc	2.84d-h	0.99ı-k	34.9	0.19f-h	0.11h-j	57.9	6.37b-d	10.12ac	(-)8.9
12	2.86cg	1.93e-h	1.31f-k	67.9	0.12h	0.10h-j	83.3	9.84a-d	8.31a-c	(-)15.6
13	3.30b-f	2.96c-h	1.24hk	41.9	0.19g-h	0.15d-ı	78.9	8.90a-d	11.67ac	31.1
14	1.86h	4.06c-f	1.89d-j	46.5	0.22e-h	0.16dh	72.7	5.12d	5.57a-c	8.8
15	3.42be	4.79c-d	2.41c-f	50.3	0.31c-g	0.24bc	77.4	9.16a-d	5.10a-c	(-)44.3
16	3.22b-f	5.56b-c	1.68ek	30.2	0.38b-e	0.15e-j	39.5	10.21a-d	7.95a-c	(-)22.1
17	2.32f-g	8.44a	2.62ce	31.0	0.57a	0.20ce	35.1	8.05a-d	9.04a-c	12.3
18	3.19b-f	7.31a-b	2.33ch	31.9	0.44a-c	0.21bd	42.7	9.17a-d	6.96a-c	(-)24.1
19	3.33b-f	4.34c-e	3.97b	91.5	0.27d-h	0.26b	96.3	8.42a-d	4.81c	(-)42.8
20	3.47be	1.45f-h	1.66ek	114.4	0.09h	0.12g-j	133.3	10.91a-c	7.64a-c	(-)29.9
21	3.58be	1.99e-h	1.30gk	65.3	0.13g-h	0.10h-j	76.9	11.87a-b	5.09a-c	(-)57.1
22	3.50be	2.31d-h	1.06ık	45.9	0.13g-h	0.09gh	69.2	11.10a-c	13.49ac	21.5
23	4.08 b	2.44d-h	1.37fk	56.1	0.19f-h	0.14e-j	73.7	11.51a-c	3.14c	(-)72.7
24	3.67bd	2.66d-h	1.50fk	56.3	0.17g-h	0.13e-j	76.5	7.92a-d	8.01a-c	(-)1.4
25	3.44be	2.86d-h	1.74ek	60.8	0.20f-h	0.14e-j	65.0	8.11a-d	11.30	39.3
26	3.44be	2.09e-h	0.85jk	35.6	0.14g-h	0.09ı-j	64.3	7.95a-d	10.89ac	36.9
27	2.75dh	3.33c-h	1.64ek	49.2	0.24e-h	0.16d-ı	66.7	9.44a-d	9.80a-c	3.81
28	3.06bg	2.89d-h	2.97c	102.8	0.19g-h	0.18b-f	94.7	7.20b-d	5.70a-c	(-)20.8
29	3.78bd	3.20c-h	2.97c	92.8	0.21e-h	0.20be	95.2	9.87a-d	2.87c	(-)70.9
30	3.22 bf	7.91a	5.29a	66.9	0.43a-d	0.35d-ı	81.4	7.60a-d	9.00a-c	18.4
31	3.33 bf	4.37ce	2.83ce	64.7	0.25e-h	0.20be	80.0	6.23c-d	6.52a-c	4.6
32	5.00 a	0.86h	0.84h	97.6	0.12h	0.11h-j	91.7	11.53a-c	13.36ac	15.9
33	2.56eh	2.02eh	0.92eh	45.5	0.16g-h	0.08j	50.0	12.97a	13.09ac	0.9
34	3.67bd	3.46ch	0.78ch	22.5	0.22e-h	0.10ı-j	45.5	7.05b-d	15.81a	124.3
35	3.19 bf	4.85cd	1.64cd	33.8	0.37b-f	0.14d-j	37.8	8.92a-d	4.80a-c	(-)46.0
36	3.67bd	8.66a	2.83a	32.7	0.52a-b	0.36a	69.2	7.60a-d	13.72ac	80.5

Çizelge 3. 150 mM tuz uygulamasının ardından Na, K, Cl ve K/Na değişimleri

Genotip	Sodyum (µg/mg T.A.)			Potasyum (µg/mg T.A.)			Klor (µg/mg T.A.)			K/Na	
	Kontrol	NaCl	Artış (%)	Kontrol	NaCl	Kayıp (%)	Kontrol	NaCl	Artış (%)		
01	0.13 ce	13.75 bc	10576.9	3.51ah	6.78abc	-	0.24 b	8.44 ab	3516.7	29.21ac	0.48dh
02	0.19 be	6.75 bc	3552.6	3.90ag	2.70 ef	30.8	0.28ab	2.30cde	821.4	21.11ac	0.41dh
03	0.83 bd	9.00 bc	1084.3	3.47ah	2.06 f	40.6	0.28ab	3.64cde	1300.0	6.65bc	0.22h
04	0.13 be	7.75 bc	5961.5	4.15ad	1.93 f	53.5	0.28ab	2.11cde	753.6	33.20ac	0.24gh
05	0.23 be	7.00 bc	3043.5	3.53ah	3.50 a-f	0.90	0.33ab	2.83cde	857.6	25.39ac	0.53ch
06	0.30 be	9.25 bc	3080.0	3.08ch	6.65 ad	-	0.19 b	4.75 be	2500.0	18.35ac	0.71bh
07	0.18 be	6.88 bc	3822.0	3.25ah	4.20 a-f	-	0.52 a	2.59cde	498.1	25.03ac	0.65bh
08	0.34abc	8.50 bc	2500.0	4.23ad	2.18 f	48.5	0.23 b	3.50cde	1521.7	16.06ac	0.25gh
09	0.53 a	5.94 bc	1120.7	3.40ah	3.83 a-f	-	0.28ab	1.97cde	703.6	6.48c	0.65bh
10	0.26 be	5.13 bc	1973.1	3.30bh	4.10 a-f	-	0.28ab	1.00 e	357.1	13.28ac	0.80bf
11	0.13cde	16.88abc	12984.6	4.33ad	6.88 ab	-	0.24 b	10.21a	4254.2	34.60ac	0.40dh
12	0.30 be	9.50 bc	3166.7	4.63ab	5.65 a-f	-	0.19 b	5.90bcd	3105.3	15.96ac	0.59bh
13	0.13cde	24.81 a	19084.6	4.08ae	3.70 a-f	22.9	0.14 b	4.55bcd	3250.0	34.25ac	0.30fh
14	0.18 be	7.38 bc	4100.0	3.59ah	3.95 a-f	-	0.28ab	3.07cde	1096.4	20.90ac	0.53ch
15	0.19 be	4.88 bc	2568.4	3.95af	3.35 b-f	15.2	0.28ab	1.06 e	378.6	22.40ac	0.71bh
16	0.23 be	5.88 bc	2556.5	3.23bh	2.90 c-f	10.2	0.24 b	1.68cde	700.0	14.33ac	0.50ch
17	0.19 be	4.63 c	2436.8	3.51ah	4.63 a-f	-	0.19 b	0.72 e	378.9	21.30ac	1.00ac
18	0.17 be	4.56 c	2682.4	2.82dh	2.57 e-f	8.9	0.27ab	1.59cde	588.9	18.03ac	0.56bh
19	0.22 be	4.26 c	1936.4	2.49fh	2.06 f	17.3	0.27ab	0.99 e	366.7	11.56bc	0.49ch
20	0.11 de	4.07 c	3700.0	4.35ad	3.03 bf	30.4	0.28ab	0.91 e	325.0	40.17a	0.73bh
21	0.14 be	5.28 bc	3771.4	4.11ae	2.32 f	43.5	0.28ab	1.39 de	496.4	30.47a-c	0.45dh
22	0.13cde	4.00 c	3076.9	3.14bh	2.51 f	20.1	0.33ab	0.97 e	293.9	26.57a-c	0.65bh
23	0.22 be	5.71 bc	2595.5	3.10bh	3.71 af	-	0.28ab	2.77cde	989.2	14.25a-c	0.67bh
24	0.10 e	4.94 bc	4940.0	2.60eh	3.90 af	-	0.28ab	2.83cde	1010.7	26.00a-c	0.80bf
25	0.12cde	5.81 bc	4841.7	2.52fh	4.45 af	-	0.38ab	2.83cde	744.7	21.00a-c	0.75bg
26	0.14be	10.14bc	7242.9	3.72ah	7.37 a	-	0.32ab	6.17 bc	1928.1	31.42a-c	0.71bh
27	0.27be	5.33 bc	1974.1	3.33ah	1.79 f	46.4	0.37ab	1.88cde	508.1	13.52ac	0.33eh
28	0.16be	4.91bc	3068.8	2.85ch	2.28 f	20.0	0.27ab	1.52 de	562.9	26.29ac	0.47dh
29	0.35ab	4.60 c	1314.3	3.22bh	2.16 f	32.9	0.36ab	1.95cde	541.7	9.20bc	0.46dh
30	0.10 e	3.24 c	3240.0	2.94ch	2.81df	4.4	0.28ab	1.17 e	417.9	34.55ac	0.83be
31	0.10 e	4.57 c	4570.0	2.90ch	4.96 af	-	0.37ab	1.99cde	537.8	31.75a-c	1.06ab
32	0.29be	4.00 c	1379.3	4.80a	5.62 af	-	0.22 b	1.49 de	677.2	16.63ac	1.39a
33	0.13be	4.32 c	3323.1	4.39ac	3.73 af	15.1	0.23 b	0.89 e	386.9	34.00ac	0.86bd
34	0.17be	6.43bc	3782.4	2.40gh	6.43ae	-	0.23 b	3.90cde	1695.7	18.84ac	1.00ac
35	0.10 e	5.01bc	5010.0	3.34ah	2.20 f	35.1	0.28ab	1.21 e	432.1	35.46a-b	0.43dh
36	0.12 e	8.04c	6700.0	2.32h	5.27af	-	0.38ab	4.81bee	1265.8	19.33a-c	0.68bh

Çizelge 4. Tuz stresinin 14. gününde elde edilen sayısal veriler kullanılarak oluşturulan korelasyon tablosunda, 36 kavun genotipinde incelenen parametrelerin korelasyon katsayıları

	Na	Cl	MDA	KMSI	YASI
Cl	0.665				
MDA	0.140	0.125			
KMSI	-0.427	-0.441	-0.846		
YASI	-0.372	-0.640	-0.331	0.504	
SKALA	0.495	0.481	-0.255	-0.510	-0.994

K/Na oranı: Potasyum/sodyum (K^+/Na^+) oranları bakımından 36 genotip istatistiksel açıdan farklı gruplar oluşturmuştur. Tuzlu ortamdaki bitkilerin K^+/Na^+ oranları bakımından en düşük sayısal değerleri veren ilk 10 genotipin sıralaması, 3 (0.22), 8 (0.24), 4 (0.25), 13 (0.30), 27 (0.33), 11 (0.40), 2 (0.41), 35 (0.43), 21 (0.45), 29 (0.46), 28 (0.47) şeklinde olmuştur. K^+/Na^+

oranları bakımından en yüksek değerleri veren ve Na^+ yerine K^+ iyonunu tercih ederek bünyesine alan ilk sıradaki 10 genotip ise, 32 (1.39), 31 (1.06), 34 (1.00), 17 (1.00), 33 (0.86), 30 (0.83), 24 ve 10 (0.80), 25 (0.75), 20 (0.73), 15 ve 6 (0.71) şeklinde dizilim göstermiştir (Çizelge 3).

Cl⁻ iyon miktarı: 150 mM NaCl uygulanan kavun fidelerinin 14. gününde hem tuz uygulaması yapılan, hem de tuz ilave edilmeyen kontrol grubundaki bitkilerden alınan yapraklarda Cl⁻ iyonu miktarı belirlenmiştir (Çizelge 3). Tuz uygulaması yapıldığında denemede yer alan bütün kavun genotiplerinde Cl⁻ iyonu miktarında artış meydana gelmiş, ancak kontrole göre % artış oranları bakımından önemli düzeyde farklılık gözlenmiştir. 11, 1, 13, 12, 6, 26, 34, 8, 3, 36 numaralı genotipler bünyelerine en fazla miktarda Cl⁻ iyonunu alan ilk 10 genotip olmuştur. (Sırasıyla kontrole göre Cl iyonu artış oranları şöyledir: %4254.2, %3516.7, %3250.0, %3105.3, %2500.0, %1928.1, %1695.7, %1521.7, %1300.0, %1265.8). Buna karşılık bazı genotipler Cl⁻ iyonunu kendilerinden uzak tutma konusunda daha başarılı olmuşlardır. Yaprak dokusunda en az Cl⁻ iyonu biriktiren ilk 10 genotip ve kontrole göre artış oranları; 22 (%295.9), 20 (%325.0), 10 (%357.1), 19 (%366.7), 15 (%378.6), 17 (%378.9), 33 (%386.9), 30 (%417.9), 35 (%432.1), 21 (%496.4) şeklinde olmuştur.

Korelasyon Bulguları

Ölçüm ve analizi yapılan fizyolojik ve biyokimyasal özellikler arasındaki ilişkilerin istatistiksel açıdan incelenmesinde korelasyon tablosundan da yararlanılmıştır. Buna göre hazırlanan Çizelge 4'te denemede incelenen tüm parametreler arasındaki ilişkiler, P<0.01 hata sınırı esas alınarak istatistiksel olarak önem dereceleri bazında değerlendirilmiştir.

Bitkilerde tuz stresi altında ölçülen ve bitkinin stres altında gelişmesini koruma kabiliyetini gösteren 'yaş ağırlık stres indeksi (YASİ)' ve 'tuzdan morfolojik yapı yönünden zarar görme (skala değeri)' özellikleri; birbiriyle -0.994 korelasyon katsayısına sahip olacak düzeyde çok yüksek bir ilişki (negatif korelasyon) halinde bulunmuştur. Skala değeri küçük olan (tuzdan daha az etkilenen) genotiplerin yeşil aksam yaş ağırlığını tuz stresi altında koruyabilme kapasitesi de yüksek olmuştur.

Klor iyonunun yapraklarda biriktirilmesiyle yeşil aksam yaş ağırlığının korunması (YASİ) ve büyümeye devam etme özelliği arasında -0.640 korelasyon katsayısı veren bir negatif korelasyon bulunmuştur. Bu özelliğin kavunda tuza toleransın oluşmasında etkin bir rolü olabileceği dikkati çekmiştir.

Ortamda tuzun artması, sodyum ve klor iyonlarının bitkiye girişini artırmıştır. Bu iki iyonun yapraklarda birikimi arasında %67 oranında paralel bir ilişki olduğu hesaplanmıştır. Ancak bu paralellik beklenen aksine düşük bir seviyede cereyan etmiştir. YASİ ve KMSİ arasındaki ilişki de %50 oranında pozitif yönde bir etkileşim içerisinde bulunmakla birlikte,

birbiriyle çok bağlantılı olması beklenen bu iki parametre arasında kayda değer olarak gösterilemeyecek bir korelatif ilişki belirlenmiştir. Buna bağlı olarak skala değerleri ve KMSİ arasındaki etkileşim de YASİ kadar olamamış ve düşük seviyelerde (-0.510) kalmıştır. Sodyum ve klor iyonlarının yapraklarda birikimi arttıkça, skala değerlerinden yana bitkinin zarar görme derecesi de artmış; ancak bu etkileşimin etkinliği ya da genele yansımaları özelliği de düşük bulunmuştur (0.495 ve 0.481).

Lipid peroksidasyonu ürünü olan MDA ölçümleri, bitki büyümesini gösteren diğer ölçümlerle negatif yönlü bir etkileşimde bulunmuştur. MDA miktarındaki artış ile bitkinin kuru madde miktarını stres koşullarında koruyabilme özelliği arasında -0.846 korelasyon katsayısını veren önemli düzeyde bir negatif korelasyon belirlenmiştir.

Tartışma ve Sonuç

Bitkilerin tuzdan etkilenmelerinin ilk belirgin göstergesi yapraklar üzerinde olmuştur. Tuz stresi devam ettiği sürece yapraklarda renk açılması ve sararma, nekroze olma ve sonunda kuruma gerçekleşmiştir. Munns ve Termaat (1986), tuzluluk koşullarında en fazla etkilenen organların yapraklar olduğunu bildirmiştir. Mer ve ark. (2000), tuzun toksik etkisinin ilk önce yaşlı yapraklarda görülmeye başladığını, bu yaprakların uçlarından başlayıp yaprak ayasına ve sapına doğru ilerleyen kloroz şeklinde kendini gösterdiğini, daha sonra bu kısımların nekroze olduğunu belirtmektedir.

Tuzlu ortamlarda yetiştirilen bitkilerde ortaya çıkan zararlanma belirtilerine göre oluşturulan skala değerlendirmeleri; tüm kavun genotiplerinin tuzdan morfolojik olarak hasar görme derecelerini gösteren ve diğer incelenen parametrelere bir çeşit kontrol oluşturan özellik taşımaktadır. Skala değerlerinin oluşturulmasında Aktaş (2002) ve Yaşar (2003)' in çalışmalarında kullandıkları biber ve patlıcan türleri için geliştirmiş oldukları skalalardan yararlanılmıştır. Aktaş (2002) biberde tuza toleransın belirlenmesinde incelenen özellikler arasında kararlı tutum sergileyen ve 'screening' için kullanılabilir bir özellik belirlenmesinin güç olduğundan bahsederken, en etkin seçim kriterlerinin skala değerleri ile bitkideki K/Na iyonlarının oranı olduğunu ifade etmektedir.

Tuz uygulaması yapılan bitkilerde, aynı genotipin kontrolüne göre daha düşük yeşil aksam yaş ağırlığı belirlenmiştir. Kavunda skala değerleri ile en yüksek etkileşim içerisinde bulunduğu belirlenen özellik yeşil aksam yaş ağırlık stres indeksi değeri (YASİ) olmuştur.

Tuzdan gözle görülebilir zararlanma derecesi arttıkça yani skala değeri büyüdükçe, yeşil aksam yaş ağırlığı azalmıştır. Bu iki özellik arasında çok yüksek düzeyde bir ilişki bulunurken (-0.994 korelasyon katsayısı), kuru madde stres indeks değeri ile aynı yüksek ilişkilendirmeyi yapmak mümkün olamamıştır (-0.510 korelasyon katsayısı). Zaten YASİ ile KMSİ arasında da beklenen aksine düşük seviyede bir bağlantı tesbit edilmiş olup (0.504 korelasyon katsayısı); KMSİ oranının kavunda tuz stresinden etkilenme düzeyini ortaya koymada YASİ kadar yeterli bir parametre olmayacağına göstermiştir. Yeşil aksam, kavunda tuz stresinden ilk etkilenen kısım olarak dikkati çekmiştir. Gövde ve yapraklardan oluşan yeşil aksamın yaş ağırlığının esas olduğu yaş ağırlık stres indeks değeri ve skala kullanımının; tuza toleransı belirlemede en kolay ölçülebilecek ve isabetli değerlendirme sağlayan, en kısıtlı koşullarda fikir verebilecek parametreler olabileceği görüşüne ulaşılmıştır.

Oluşturulan skaladaki tüm derecelere karşılık gelen genotipler ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla 150 mM NaCl'den bazı genotipler çok düşük seviyede etkilenirken (örneğin:18 no' lu Besni' nin skala değeri 1.81) bazılarında ise en şiddetli şekilde hasar ortaya çıkmıştır (52 no'lu HMK 208 çeşidinin skala değeri 5.00). Bu durum, orta derecede tuza tolerant olarak gösterilen kavunda bu özellik bakımından "duyarlı" dan "orta derecede tolerant" olmaya kadar değişkenliklerin saptandığını bildiren Shannon ve Francois (1978), ve Botia ve ark. (1998)' nin görüşleriyle tamamen uyumludur.

Farklı kavun genotiplerinde büyümedeki azalmanın en önemli nedenlerinden birisi, bitki bünyesinde gereğinden çok fazla ve toksik düzeyde biriken sodyum iyonu konsantrasyonudur. Başka bazı bitki türlerinde olduğu gibi (Karanlık 2001, Aktaş 2002, Yaşar 2003) kavunda tuza tolerans özelliği bitki yeşil aksamındaki Na iyonu birikimi ile ilgili görülmektedir. Aralarında yüksek değerli bir negatif etkileşim bulunan Na ve K iyonlarının alımı, bu bitki türünde toleransın ortaya çıkmasında etkili bir kriter olarak görülmemiştir. Oysa Levitt (1980), ortamda sodyum klorürün fazla olması durumunda, bitkiler tarafından Na⁺ iyonunun gereğinden fazla alındığı ve oluşan rekabet nedeniyle K⁺ iyonu alımında azalma olduğunu kaydetmiştir. Karanlık (2001), Aktaş (2002) ve Yaşar (2003) tarafından ülkemizde yapılan çalışmalarda da potasyum iyonunu seçici olarak almayı sürdüren çeşitlerin tuza toleransının yüksek olduğu gösterilmiştir. Ancak kavun beklenen bu mekanizmayı çalıştırmayan bir tür olarak farkedilmiştir. Bu nedenle ne K iyonu miktarlarının, ne de K/Na oranının diğer büyüme parametreleriyle korelatif bir ilişkisi söz konusu olamamıştır.

Farklı kavun genotiplerinde büyümedeki azalmanın en önemli kritik nedenlerinden birisi de kanımızca, bitki bünyesinde gereğinden çok fazla ve toksik düzeyde biriken klor iyonu konsantrasyonudur. Tüm kavun genotiplerinde NaCl içeren ortamında yetiştirme sonrası Cl⁻ iyonu artışı olmuş ve bu artış oranları arasında çok büyük farklılıklar ortaya çıkmıştır. Akıncı (1996) da, tuzlu ortamlarda yetiştirdiği kavun bitkilerinin yapraklarında toksik doz sınırlarının çok üzerinde Na⁺ ve Cl⁻ iyonu birikimi saptandığını kaydetmiştir. Çizelge 3'ün incelenmesiyle, tuza duyarlı Anasas (1) ve Yuva (11) kavun çeşitlerinde tuz uygulanan bitkilerin yapraklarında Cl⁻ iyonu birikimi bakımından kontrole göre sırasıyla % 3516.7 ve % 4254.2 oranında artış olduğu görülecektir. Buna karşılık tuza toleransı yüksek Besni (10) ve Mardin (19) kavunlarında bu artış sadece %357.1 ve %366.7 oranında cereyan etmiştir. Her ne kadar skala değerleriyle yapraklardaki klor iyonu artışı arasında sadece %50 civarında (0.481 korelasyon katsayısı) bir ilişki elde edilmişse de, bu ilişki incelenmeye değer ve dikkat çekici olarak bulunmuştur. Cl⁻ iyonunun yapraklarda biriktirilmesiyle yeşil aksam yaş ağırlığının korunması (YASİ) değerleri arasında -0.640 korelasyon katsayısı veren bir negatif korelasyon bulunmuştur. Bazı toleransı yüksek genotiplerin, diğer özelliklerde olduğu gibi Cl⁻ iyonu birikimi bakımından da dağılıma uymaması veya tuza duyarlı olanların, tolerant gruplara yakın noktalarda yer alması nedeniyle arzu edilen ve çok çarpıcı regresyon denklemlerine ulaşılabilecek korelasyonlar elde edilememiş olmakla birlikte; yabancı döllenenin hakim olduğu yöresel popülasyon niteliğinde ve birey olarak bitkiler arasında bile varyasyon bulunma durumu bulunan materyalimizde elde edilen %50 civarı ve üzerindeki oransal ilişkiler tarafımızca kayda değer bulunmuştur. Navarro ve ark. (1999) da kavun bitkisinin Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarına karşı spesifik bir toksisiteye sahip olduğunu bildirmektedir. Kavunun tuza tolerans mekanizmasını Botia ve ark. (1998) sodyum ve/veya kloru değişik bitki bölümlerinde biriktirme teorisine açıklamaktadırlar.

Lipid peroksidasyonu ürünü olan malondialdehit'in miktarının belirlenmesi, oksidatif zararın en basit göstergesi olarak kullanılmaktadır (Zhang ve Kirkham 1996). Gossett ve ark. (1994), tuz stresine duyarlı bir pamuk çeşidinde 150 mM tuz uygulamasının ardından ölçülen lipid peroksidasyonunun, dayanıklı çeşitten %51 oranında daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Shalata ve Tal (1998) domates genotiplerinde; Karanlık (2001) buğdayda, Aktaş (2002) biberde ve Yaşar (2003) patlıcanda tuza toleransı yüksek genotiplerin düşük MDA miktarı ve daha az lipid peroksidasyonuna sahip olduğunu, lipid peroksidasyonu fazla olan genotiplerin ise tuza daha fazla duyarlılık gösterdiklerini

belirlemişlerdir. Bu araştırmada da bitkinin tuzdan etkilenme düzeyi ile yapraklarda ölçülen MDA miktarı arasında ilişki bulunduğu görülmüş, MDA miktarındaki artış ve azalışlara göre yapılan sıralama ile tuza tolerans özelliğinin bağlantılı olduğu anlaşılmıştır. Tuzluluk stresinde artan lipid peroksidasyon miktarları, hücre zarlarında hasar meydana geldiğini göstermektedir. Kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında tuza tolerant kavunların MDA miktarlarında azalma meydana gelmiştir. MDA miktarı kontrole nazaran düşük olan kavunların tuza tolerant, MDA miktarındaki artışları fazla olanların ise tuza duyarlı genotipler oldukları varsayılabilir.

Denemede yer alan genotipler içerisinde skala değerleri ve yaş ağırlık stres indeksi değeri birlikte gözönünde bulundurularak bir sınıflandırma yapıldığında; Ananas ve Yuva başta olmak üzere ticari olarak yetiştirilen kavun çeşitlerinin tuza çok duyarlı oldukları anlaşılmıştır. Genellikle Güneydoğu Anadolu'dan temin edilen Besni, Midyat ve Van (şemame) kavunlarının ise tuza toleransının yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Yarı kurak, az veya hiç sulanmadan yetiştirilen ve yetiştiricilik döneminde yüksek sıcaklık koşullarına uyum sağlamış olan bu kavun genotiplerinin ıslah çalışmalarında değerli birer materyal olabilecekleri düşünülmektedir. Ayrıca tuzluluk ve kuraklık toleranslarının birbirine paralel gelişebileceği de dikkate alınırsa, ülkemizin kavun çeşit ıslahında kullanılabilecek zengin bir gen kaynağı havuzuna sahip olduğu anlaşılmaktadır. Kavuna akraba olan acurun ve acı kavunun sadece birer genotipleri kullanılmış olmakla birlikte, her iki türün de kavuna göre tuza toleransının düşük olduğu yönünde bir bulgu elde edilmiştir. Ancak bu yargının desteklenmesi için mutlaka çok daha fazla sayıda genotiple çalışılması gerekmektedir.

Çalışmamızda yapılan iyon analizleri, tuza tolerant kavun genotiplerinde özellikle klor iyonu alımının sınırlı düzeyde tutulduğu; duyarlı genotiplerin ise klor toksisitesinden önemli düzeyde etkilendiği yönünde bilgilere ulaşılmasını sağlamıştır. Bununla birlikte bitkinin kök ve gövde kısımlarında ayrı ayrı yapılacak iyon birikimi analizleri ve MDA ölçümleri ile tuza tolerans mekanizmasının daha iyi aydınlatılabileceği ve seçim yönteminin etkinliğinin artırılabilceği öngörülmektedir.

Kaynaklar

- Akıncı, İ.E. 1996. Kavunda Tuza Tolerans Üzerine Araştırmalar. Yüzüncü Yıl Ü. Fen Bilimleri Enst. Doktora Tezi, Van, 157s,
- Aktaş, H. 2002. Biberde Tuza Dayanıklılığın Fizyolojik Karakterizasyonu ve Kalıtımı. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi, basılmamış), Adana, 105s.
- Botia, P., M. Carvajal, A. Cerda and V. Martinez. 1998. Response of Eight *Cucumis melo* Cultivars Two Salinity During Germination and Early Vegetative Growth. *Agronomie* 18: 503-513.
- Ellialtıoğlu, Ş., Ş. Kuşvuran ve K. Abak. 2006. Tuz Stresi Altında Yetiştirilen Kavun Çeşitlerinde *in vitro* ve *in vivo* Koşullarda Bazı Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Projeleri, Proje No: 2002-58, Sonuç Raporu, 113 s, Ankara.
- FAO, 2005. FAOSTAT, Agriculture Database. <http://apps.fao.org>
- Gossett, D.R., E.P. Millhollon and M. C. Lucas.1994. Antioxidant Response to NaCl Stress in Salt-Tolerant and Salt-Sensitive Cultivars of Cotton. *Crop Sci.*, 34: 706-714.
- Hasegawa ,P.M., Bressan, R.A. and Handa, A.V. 1986. Cellular Mechanisms of Salinity tolerance. *Hort. Sci.*, 21: 1317-1324.
- Hoagland, D.R. and D. I. Arnon. 1938. The Water Culture Method for Growing Plants Without Soil. *Circ. Calif. Agr. Exp. Sta.*, 347-461.
- Karanlık, S. 2001. Değişik Buğday Genotiplerinde Tuz Stresine Dayanıklılık ve Dayanıklılığın Fizyolojik Nedenlerinin Araştırılması. Ç.Ü. Fen Bil. Enst., Doktora Tezi, Adana.
- Kuşvuran, Ş. 2004. Kavunda (*Cucumis melo* L.) Tuz Stresine Toleransın Belirlenmesinde Antioksidant Enzim Aktivitesi ve Lipid Peroksidasyonundan Yararlanma Olanakları. Ankara Üniversitesi Fen Bil. Enst., Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 104s,
- Levitt, J. 1980. Responses of Plants to Environmental Stresses. Vol.II, 2nd ed. Academic Press, New York, pp:607.
- Lutts, S, J. M. Kinet and J. Bouharmon. 1996. NaCl-Induced Senescence in Leaves of Rice (*Oryza sativa* L.) Cultivars Differing in Salinity Resistance. *Ann. Bot.*, 78: 389-398.
- Meiri, A., G. Hoffman, M. Shannon and J. Poss. 1982. Salt Tolerance of Two Muskmelon Cultivars Under Two Solar Radiation Levels. *Journal of The American Society For Horticultural Science*, 107; 1668-1672.
- Mer, R.K., P. K. Prajith, D. H. Pandya and A. N. Pandey. 2000. Effect of Salt on Germination of Seeds and Growth Young Plants of Hordeum vulgare, *Triticum aestivum*, *Cicer arietinum* and *Brassica juncea*. *J. Gron. Crop. Sci.* 185: 209-217.
- Munns, R. and A. Termaat. 1986. Whole-Plant Responses to Salinity. *Aust. J. Plant Physiol.* 13: 143-160.
- Navarro, J.M., M. A. Botella and V. Martinez. 1999. Yield and Fruit Quality of Melon Plants Grown Under Saline Conditions in Relation to Phosphate and Calcium Nutrition. *J.Hort. Sci. Biotechnol.* 74: 573-578.
- Sarı, N., K. Abak ve H. Y. Daşgan. 2000. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Kavun Yetiştiriciliği. TÜBİTAK Türkiye Tarımsal Araştırma Projesi Yayınları.

- SAS Institute. 1985. Sas/State User's Guide 6.03 ed. SAS Ins. Cary. N.C.
- Shalata, A. and M. Tal. 1998. The Effect of Salt Stress on Lipid Peroxidation and Antioxidants in The Leaf of the Cultivated Tomato and Its Wild Salt-Tolerant Relative *Lycopersicon pennellii*. *Physiol. Plant.* 104: 169-174.
- Shannon, M.C. and L. E. Francois. 1978. Salt Tolerance of Three Muskmelon Cultivars. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 103; 127-130. Taleisnik, E., G. Peyrano and C. Arias. 1997. Respose of *Chloris gayana* Cultivars to Salinity. 1. Germination and Early Vegetatif Growth. *Trop. Grassl.* 31: 232-240
- Yaşar, F. 2003. Tuz Stresi Altındaki Patlıcan Genotiplerinde Bazı Antioksidant Enzim Aktivitelerinin *in vitro* ve *in vivo* Olarak İncelenmesi. Yüzüncü Yıl Üniv. Fen Bil. Enst., Doktora Tezi, Van, 138s.
- Zhang, H.X. and M. B. Kirkham. 1996. Lipid peroxidation in Sorghum and Sunflower Seedlings as Affected by Ascorbic Acid, Benzoic Acid, and Propyl Gallate. *J. Plant Physiol.* 149: 489-493.

İletişim Adresi :

Fikret BAŞAR
Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Ziraat Fakültesi
Bahçe Bitkileri Bölümü - Van