



Karpuz Genotiplerinde [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.] Tohum ve Fide Yaprak Özellikleri ile Tuz Toleransı Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi

Özlem ÜZAL*, Fikret YAŞAR

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Van, TÜRKİYE

Geliş Tarihi/Received: 25.04.2017

Kabul Tarihi/Accepted: 19.09.2017

ORCID ID (Yazar sırasına göre / by author order)

orcid.org/0000-0002-1538-820X orcid.org/0000-0001-6598-8580

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: ozlemuzal@yyu.edu.tr

Özet: Tuza tolerans ile tohum ve fide özellikleri arasındaki ilişkiyi belirleyebilmek amacıyla Türkiye'nin çeşitli bölgelerinden toplanan 16 adet karpuz genotipi ile 3 adet standart ve 2 adet F₁ hibrit çeşit çalışmada materyal olarak kullanılmıştır. Fideler atmosfer kontrollü iklim odasında su kültüründe Hoagland besin çözeltisi kullanılarak yetiştirilmiş, fideler 4-5 gerçek yapraklı oldukları zaman ortama 100 mM'lık NaCl tuz stresi uygulanmıştır. Karpuz genotipleri içinden tuz stresine karşı fide gelişimi ve iyon alımında farklı tepkiler ortaya koyduğu anlaşılmıştır. Tohum ağırlıkları ve kotiledon yaprakları büyük olan 18, 22, 28, 31 ve 41 no'lu karpuz genotipleri iyon alımında daha seçici davranarak tuz zararından daha az etkilenmişlerdir. Tohum ağırlıkları ve kotiledon yaprak ağırlıkları az olan 33, 38, 39, 40 ve 44 no'lu karpuz genotipleri iyon alımında seçici davranmamış ve tuz zararından daha çok etkilenmişlerdir. Çalışmada kullanılan parametrelerin birbirleriyle yüksek düzeyde korelasyon gösterdikleri görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Karpuz genotipi, tuz stresi, iyon birikimi, tohum ağırlığı, kotiledon yaprak ağırlığı

Determination of the Relationship Between Seed and Seedling Leaf Characteristics and Salt Tolerance in Watermelon [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.] Genotypes

Abstract: In order to determine the relationships between salt tolerance, seed and seedling characteristics, 16 watermelon genotypes collected from various regions of Turkey, and 3 standard and 2 F₁ hybrid varieties were used as material in the study. The seedlings were grown in Hoaglands nutrient solution in aqua culture in an atmospheric controlled climatic environment, and 100 mM NaCl salt stress was applied when the seedlings had 4-5 true leaves. It has been understood that watermelon genotypes have different responses to salt stress in seedling growth and ion uptake. The watermelon genotypes 18, 22, 28, 31 and 41, with large seed weights and large cotyledon leaves were less affected from salt damage by being more selective in ion uptake. Watermelon genotypes 33, 38, 39, 40 and 44 with low seed weights and cotyledon leaf weights were not selective on ion uptake and were more affected by salt damage. It has been observed that the parameters used in the study have a high correlation with each other.

Keywords: Watermelon genotype, salt stress, ion accumulation, seed weight, cotyledon leaf weight

1. Giriş

Yıllar boyunca, topraklardaki yüksek tuz yoğunluğundan kaynaklanan çevresel stres, kültür

bitkileri içerisinde toprak tuzluluğuna çok duyarlı olanların verimliliğini sınırlayan en önemli faktörlerden biri olmuştur. Bugün hala gittikçe

artan tuzluluk değerleri, dünyanın sulu tarım bölgelerinin büyük bölümünde tarımsal üretimi negatif yönde etkilemeyi sürdürmektedir (Boyer, 1982). Tuzluluk; bitkilerin anatomisi ve morfolojisini etkilediği kadar, bitkinin bütün mekanizmasını da etkilemiştir (Levitt, 1980). Zamanla pek çok nedenden dolayı toprakların tuzlanması ve böyle toprakların tuzluluktan arındırılması çok maliyetli ve meşakkatli olması, uzmanların daha ekonomik ve uygulanabilir çözümler aramasına yol açmıştır. Tuza dayanıklı bitki türleri ile bunlara ait tuza toleransı yüksek genotiplerin ya da çeşitlerin belirlenerek kullanılması dünyada da sıkça başvuru bir yöntem olmuştur. Zira, bitkilerin tuzluluk karşısındaki davranışları geniş bir varyasyon içermektedir (Yaşar, 2003; Üzal, 2009). Bitkiler genotipler düzeyinde tuzluluğa karşı farklı tepkilerde bulunduğundan dolayı tuza tolerans mekanizmasının anlaşılabilmesi için çok farklı özellikler incelenmiş olup; çok değişik bitki türlerinde, farklı genotiplerde yıllar boyunca çalışılmış; ancak, tuza toleransın belirlenmesinde etkin tek bir yöntem belirlenmemiştir. Son yıllarda 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; Sykes, 1987; Yaşar, 2003), bitkilerin organik madde biriktirme ve sentezleme yetenekleri ile hücre düzeyinde meydana gelen oksidatif stresten kaynaklanan zararlanmalar üzerinde durulmaktadır (Yaşar, 2003; Yaşar ve ark., 2008; Yaşar ve ark., 2016).

Sebze tarımında önemli bir yere sahip olan karpuz, tuzluluktan olumsuz etkilenmekte ve topraktaki tuzluluk 2 dS m^{-1} 'nin üzerine çıktığında verimde azalmalar başlamakta; tuzluluk 4.5 dS m^{-1} olduğunda ise, % 50 oranında ürün kaybı meydana gelmektedir (Maas, 1990). Ülkemizde sebze üretim miktarı incelendiğinde, domatesten sonra karpuz üretimi en çok üretilen sebzeler arasında yer alır. Karpuz üretimi Türkiye'de genellikle geniş alanlarda turfanda veya tarla sebzeciliği şeklinde yapılmaktadır (Vural ve ark., 2000). Dölek ve Eker (2010), 15 farklı karpuz genotipinde yapmış oldukları tuz uygulaması sonucunda; 216, 260 ve 98 no'lu genotiplerin tuza tolerant olduğunu; 37, 59, 178 genotipleri ve Crimson Sweet, Crimson Tide ticari çeşitlerinin ise tuza duyarlı olduklarını bildirmişlerdir. Yine Alsabbagh (2016); 10 *Citrillus lanatus* var. *citroides*, 8 *Citrillus lanatus* var. *lanatus* kaynaklı karpuz genotipi ile 1 ticari standart karpuz (Bera) çeşidinin tuza tolerans düzeylerini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, *Citrillus lanatus* var. *lanatus* genotiplerinden 1, 4 ve 6 numaralı

genotipler, *Citrillus lanatus* var. *citroides* genotiplerinden 5 ve 8 numaralı genotipler diğerlerine göre daha tolerant bulunmuştur. Aynı çalışmada en hassas genotipler ise, *Citrillus lanatus* var. *citroides* genotiplerinden 1, 3, 4, 7 ve 9 numaralı genotipler olmuştur.

Yürütülen bu çalışmada, farklı karpuz genotiplerinin bazı morfolojik özellikleri ile tuz stresine karşı gösterdikleri tolerans arasındaki ilişkiler araştırılmış ve incelenen değişik parametrelerin birbiriyle ilişkileri ortaya konulmuştur. Böylelikle tuz stresine tolerans gösterebilecek karpuz genotiplerinin seçiminde etkin morfolojik özellikleri belirlemek amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırma; Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Fizyoloji Laboratuvarı'nda yürütülmüştür. Ülkemizin çeşitli bölgelerinden toplanan *lanatus* türüne ait olan 16 karpuz genotipi, 3 adet standart çeşit ve 2 adet F_1 hibrit çeşit çalışmada materyal olarak kullanılmıştır (Tablo 1).

2.2. Yöntem

2.2.1. Tohum ağırlıklarının belirlenmesi

Her genotip ve çeşide ait 10 adet tohum tartılarak, elde edilen değerlerden 1000 tohum ağırlıkları hesaplanmıştır.

2.2.2. Fidelerin yetiştirilmesi ve tuz uygulaması

Her genotipe ait 25'er adet tohum plastik kaplarda pomza içine ekilerek çimlendirilmiştir. Çimlenmeden 4 gün sonra kotiledon yaprakları yatay duruma gelen ve ilk gerçek yaprakları görülmeye başlayan fideler atmosfer kontrollü iklim odasında Hoagland besin çözeltisine (Hoagland ve Arnon, 1938) alınmıştır. Hoagland besin çözeltisi doldurulmuş $25 \times 25 \times 18$ cm boyutlarındaki plastik küvetler üzerine fide dikimi için üstünde delikler olan plastik tablalar ile kapatılmış ve fide kökleri besin çözeltisinde olacak şekilde üç tekerrürlü ve her tekerrürde 5 fide olacak şekilde küçük sünger parçaları ile sarılmak suretiyle yerleştirilmiştir. Bitki kökleri besin çözeltisinde olacak şekilde tablalar küvetlerin üzerine konulmuş ve havalandırma işlemi çalışma boyunca sürekli olarak akvaryum hava pompası ile yapılmıştır. Birer haftalık aralıklarla besin çözeltileri tazelenmiştir. Hoagland besin çözeltisi içine alınan karpuz fideleri aynı ortamda 15 gün süre ile büyütüldükten sonra, kademeli olarak tuz uygulaması yapılmıştır. Birinci gün 50 mM, ikinci

günde 50 mM NaCl uygulanarak, besin solüsyonundaki toplam tuz konsantrasyonu 100 mM olmuştur (Yaşar ve ark., 2008).

2.2.3. Kotiledon yaprak alanlarının belirlenmesi

Tuz uygulanmadan önce her bir karpuz genotipinden beşer adet fide örneği alınarak, fidelerin kotiledon yaprak ölçümleri yapılmıştır. Karpuz genotiplerinin kotiledon alanları plano metre ile (cm² bitki⁻¹) ve ağırlıkları (g bitki⁻¹) ise 1/100000'lik hassas terazi ile ölçülmüştür. Yaprak yaş ağırlıkları (g) ve yaprak sayıları (adet) da tespit edilmiştir.

2.2.4. Skala değerinin oluşturulması

Tuz uygulamasından 8 gün sonra, fidelerde morfolojik olarak ortaya çıkan zararlanmanın derecesini ortaya koyabilmek amacıyla, aşağıda belirtilen semptomlara göre fidelere 0'dan 5'e kadar puan verilerek bir skala oluşturulmuştur (Kuşvuran ve ark., 2007).

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

2.2.5. İyon analizlerinin yapılması

Kontrol ve tuz uygulamalarının her bir tekrarından tesadüfi olarak seçilen 3'er bitkinin Na⁺, K⁺ ve Ca²⁺ iyon analizleri Taleisnik ve ark. (1997)'na göre yapılmıştır.

2.2.6. Verilerin değerlendirilmesi

Tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulan denemelerden elde edilen sayısal değerler, varyans analizine tabi tutulmuş ve uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistiksel açıdan önemlilik derecesi ortaya konulmuştur. Bunun için Anonymous (1985) paket programından yararlanılarak Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış ve farklılık dereceleri, % 0.1 düzeyinde harflendirme yoluyla gösterilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan karpuz genotipi çeşitlerinin genotip numarası, kodu, alındığı kaynak, temin edildiği ilçe-il

Genotip durumu	Genotip no	Genotip kodu	Yöredeki ismi	Kaynak	İlçe/İl
Genotip	6	TR 46442	Tunceli I	ETAE, Gen Bankası	Menemen-İzmir
Genotip	7	TUN 61	Tunceli II	Çiftçi	Tunceli
Genotip	12	---	Adıyaman	Çiftçi	Adıyaman
Genotip	13	TR 48613	Gaziantep	ETAE, Gen Bankası	Menemen-İzmir
Genotip	14	TR 50751	Erzurum	ETAE, Gen Bankası	Menemen-İzmir
Genotip	16	---	Elazığ	Çiftçi	Palu-Elazığ
Genotip	18	---	Malatya	Çiftçi	Malatya
Genotip	22	TR 47864	Urfa	ETAE, Gen Bankası	Menemen-İzmir
Genotip	23	TR 45802	Erzurum	ETAE, Gen Bankası	Menemen-İzmir
Genotip	28	---	Burdur	Çiftçi	Koyulhisar-Burdur
Genotip	30	---	Diyarbakır I	ABKAE, Gen Bankası	Erdemli-Mesin
Genotip	31	---	Urfa	ABKAE, Gen Bankası	Erdemli-Mesin
Standart çeşit	33	---	Yalova	İntra Tohum	Konya
			Washington		
Genotip	36	---	Midyat	ABKAE, Gen Bankası	Erdemli-Mesin
Standart çeşit	38	---	Galactica	Agro East Tohumculuk	Bursa
F1 hibrit	39	---	Golden Crown F1	Jungseed	Randoph/Amerika
F1 hibrit	40	---	Celebration F1	Syngenta	İzmir
Genotip	41	---	Midyat	Çiftçi	Midyat-Mardin
Genotip	42	Diyarbakır II	---	ABKAE, Gen Bankası	Erdemli-Mesin
Standart çeşit	44	---	Crimson Sweet	İntra Tohum	Konya
Genotip	47	---	---	Çiftçi	Çukurca-Hakkari

ETAE: Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, ABKAE: Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü

3. Bulgular

3.1. 1000 tohum ağırlığı, kotiledon yaprağı ağırlığı ve alanındaki değişimler

Araştırmada incelenen genotipler içerisinde en yüksek 1000 tohum ağırlığı 174.80 g ile 28 no'lu karpuz genotipinden elde edilmiş, bu değeri 31 (173.20 g), 36 (173.20 g) ve 41 (171.70 g) no'lu genotipler takip etmiştir. En düşük 1000 tohum ağırlığı ise 39 (35.40 g) no'lu genotipte saptanmıştır. Çalışmada, 1000 tohum ağırlığı yönünden genotipler arasındaki bu farklılık istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur (Tablo 2).

Yapılan kotiledon yaprağı ağırlık ölçümleri sonucunda; en yüksek değer 41 (1.38 g), en düşük değerler ise 39 (0.27 g) ve 38 (0.28 g) numaralı genotiplerde bulunmuştur. Kotiledon yaprak ağırlığı yönünden genotipler arasındaki bu farklılık istatistiksel açıdan önemli ($p<0.05$) çıkmıştır (Tablo 2).

Kotiledon yaprak alanı bakımından genotipler arasında istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) farklılıklar bulunmuştur. En yüksek değer 41 (25.60 cm²) no'lu genotipte belirlenmiş olup; bu değer ile 42 (24.60 cm²), 31 (24.06 cm²) ve 18 (23.40 cm²) no'lu genotiplerin kotiledon yaprak alanı değerleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemsiz çıkmıştır. En düşük yaprak alanı değeri ise 7.03 cm² ile 39 no'lu genotipte belirlenmiştir (Tablo 2).

3.2. Skala değerlendirmesi

Strese dayanım skalası olarak belirlediğimiz 0-5 skalasına göre en düşük değerleri alan genotipler en az zararlanan, en yüksek değeri alanlar ise en fazla zararlanan genotipler olmuştur. Buna göre 38 (5.00), 39 (5.00), 40 (4.25) ve 44 (4.20) numaralı genotiplerde en yüksek değerleri alarak en fazla tuz zararı görülen genotipler olurken; 31 (1.00), 28 (1.50), 18 (1.50) ve 42 (1.50) numaralı genotipler ise en düşük değerleri alarak en az etkilenen genotipler olmuştur (Tablo 2)

3.3. Fide yaş ağırlığı ve yaprak sayısında meydana gelen değişimler

Karpuz çeşit ve genotiplerine ait fidelere tuz stresi uygulandığında kontrol bitkilerine göre, gelişimlerinde azalmaların olduğu ve genotipler arasında da fide yaş ağırlığı bakımından farklılıkların ($p<0.05$) olduğu görülmüştür. Kontrol grubu bitkilerinde en yüksek fide yaş ağırlığı, istatistiksel anlamda birinci grubu oluşturan 42 (8.34 g) ve 28 (8.28 g) numaralı genotiplerde; en düşük değerler ise, 44 (1.34 g), 38 (1.46 g), 33 (1.63 g) ve 39 (2.00) no'lu genotiplerde belirlenmiştir. NaCl uygulaması yapılan bitkilerde ise en yüksek değerler kontrol grubunda olduğu gibi yine 42 (6.18 g) ve 28 (6.13 g) numaralı genotiplerde; en düşük değerler ise 39 (0.77 g), 44 (0.99 g), 38 (1.11 g) ve 33 (1.20 g) numaralı genotiplerde bulunmuştur. Tuz

Tablo 2. Karpuz genotiplerinin kotiledon yaprak alanı (cm² bitki⁻¹), kotiledon yaprak ağırlığı (g bitki⁻¹) ve 1000 tohum ağırlığı (g) ile tuzdan zararlanma durumunu gösteren 0-5 skalası*

Genotip	Kotiledon yaprak alanı	Kotiledon yaprak ağırlığı	1000 tohum ağırlığı	Skala
6	19.70 c-e	1.07 c	163.20 g	2.00 d
7	12.13gh	0.67 f	93.50 o	4.00 b
12	14.33 fg	0.82 e	155.20 j	2.00 d
13	8.37 i-k	0.54 g	89.60 p	3.00 c
14	22.03 b-d	1.03 c	164.00 f	3.00 c
16	20.25 c-e	1.08 c	160.20 h	2.00 d
18	23.40 ab	1.11 c	168.30 e	1.50 de
22	11.30 h	0.68 f	107.50 n	2.00 d
23	12.06 gh	0.83 e	143.40 l	3.00 c
28	22.43 bc	1.23 b	174.80 a	1.50 de
30	18.60 e	0.83 e	157.30 i	2.00 d
31	24.06 ab	0.93 d	173.20 b	1.00 e
33	15.26 f	0.69 f	86.50 q	4.00 b
36	19.76 c-e	0.58 g	172.20 c	2.00 d
38	7.73 jk	0.28 i	52.90 s	5.00 a
39	7.03 k	0.27 i	35.40 u	5.00 a
40	10.26 h-j	0.52 g	40.60 t	4.25 c
41	25.60 a	1.38 a	171.70 d	2.00 d
42	24.60 ab	1.27 b	149.80 k	1.50 de
44	10.73 h1	0.41 h	56.90 r	4.00 b
47	14.73 fg	0.80 e	138.20 m	3.00 c

*: Aynı sütunda aynı harfi alan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p<0.05$)

uygulanan genotiplerin kontrole göre değişimi en fazla olan genotipler sırasıyla 16 (% -68.75), 6 (% -67.94) ve 12 (% -66.35) no'lu genotipler olmuştur (Tablo 3).

Kontrol ve tuz uygulanan bitkilerin gelişim süresi boyunca oluşturdukları yaprak sayılarına bakılarak gelişimlerini devam ettirip ettirmediklerini anlayabilmek için yaprak sayımları yapılmıştır. Tuz uygulaması yapılmış bitkilerin yaprak sayılarında kontrol bitkilerine göre azalma olduğu gözlenmiştir. Buna göre genotipler arasında, hem kontrol grubunda ve hemde uygulama grubunda farklı yaprak sayılarına sahip genotipler belirlenmiş ve bu farklılık istatistiksel açıdan $p < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Tuz uygulanmamış kontrol bitkilerinin yaprak sayısı bakımından en yüksek değeri sırasıyla, 47 (7.66 adet) ve 22 (6.66 adet) no'lu genotipler alırken; en düşük değer ise 38 (2.33 adet) no'lu genotipte saptanmış, bunu 40 (2.66 adet) ve 44 (3.00 adet) no'lu genotipler takip etmiştir. NaCl tuz stresi uygulanmış bitkilerin yaprak sayıları bakımından incelendiğinde ise, en yüksek yaprak sayısı 41 (5.20 adet) ve 28 (4.93 adet) no'lu genotiplerde; en düşük değerler ise 44 (0.83 adet), 39 (0.98 adet), 6 (1.34 adet) ve 40 (1.46 adet) no'lu genotiplerde saptanmıştır. Tuz uygulanan genotiplerin kontrole göre değişimi en fazla olan genotipler sırasıyla; 47 (% -77.81), 6 (% -74.86), 39 (% -70.57) ve 36 (% -66.20) no'lu genotipler olmuştur (Tablo 3).

3.4. Yeşil aksam Na^+ , K^+ , Ca^{++} iyonları birikimleri

Araştırmada kontrol ve tuz uygulanmış karpuz genotiplerine ait bitkilerin Na^+ , K^+ ve Ca^{+2} iyon birikimlerine ait değerler Tablo 4'te verilmiştir. İyon birikimleri bakımından genotipler arasında farklılıklar ($p < 0.05$) görüldüğü gibi, uygulamalar arasında da farklılıklar belirlenmiştir (Tablo 4).

Na^+ birikimi bakımından incelendiğinde, genotiplerin Na^+ birikimi kontrol bitkilerine göre artış göstermiştir. Bu artış oranı genotiplere göre değişmekle birlikte, % 5.23 ile % 684.81 arasında değişiklik göstermiştir. Kontrol grubu genotiplerin bitkilerinin yapraklarındaki Na^+ birikimi, en fazla 30 (58.03 $\mu g\ mg^{-1}$ T.A) numaralı genotipte olurken, en düşük değerler ise 36 (9.31 $\mu g\ mg^{-1}$ T.A), 41 (9.62 $\mu g\ mg^{-1}$ T.A), 13 (11.06 $\mu g\ mg^{-1}$ T.A) ve 40 (11.57 $\mu g\ mg^{-1}$ T.A) numaralı genotiplerde bulunmuştur. NaCl uygulaması yapılan bitkilerde ise Na^+ birikimi yönünden en yüksek değerler, aralarındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığı 23 (154.53 $\mu g\ mg^{-1}$ T.A), 30 (151.96 $\mu g\ mg^{-1}$ T.A) ve 39 (136.58 $\mu g\ mg^{-1}$ T.A) numaralı genotiplerde; en düşük değerler ise sırasıyla 7 (17.15 $\mu g\ mg^{-1}$ T.A), 42 (17.54 $\mu g\ mg^{-1}$ T.A), 41 (18.53 $\mu g\ mg^{-1}$ T.A) ve 47 (19.13 $\mu g\ mg^{-1}$ T.A) numaralı genotiplerde bulunmuştur (Tablo 4).

Tuz uygulamasıyla bazı genotiplerin yapraklarındaki K^+ birikimi azalırken (% -86.75),

Tablo 3. Tuz stresi uygulanmış ve uygulanmamış karpuz genotiplerinin toplam fide yaş ağırlığı (g) ve yaprak sayısı (adet)*

Genotip	Fide yaş ağırlığı			Yaprak sayısı		
	Kontrol	100 mM NaCl	Değişim (%)	Kontrol	100 mM NaCl	Değişim (%)
6	6.02 bc	1.93 e-g	-67.94	5.33 cd	1.34 jk	-74.86
7	2.96 e-g	1.69 f-h	-42.90	3.66 e-h	3.73 b-d	1.91
12	5.20 c	1.75 f-h	-66.35	5.66 b-d	2.42 f-h	-57.24
13	2.43 e-h	1.80 e-h	-25.93	3.66 e-h	3.48 b-e	-4.92
14	3.93 d	2.91 d	-25.95	4.00 e-g	2.77 e-g	-30.75
16	4.00 d	1.25 g-i	-68.75	4.66 d-f	2.50 fg	-46.35
18	5.61 c	4.46 bc	-20.50	6.00 b-d	4.08 bc	-32.00
22	6.29 b	4.66 b	-25.91	6.66 ab	3.69 b-d	-44.59
23	3.56 de	2.63 de	-26.12	3.66 e-h	3.72 b-d	1.64
28	8.28 a	6.13 a	-25.97	5.00 c-e	4.93 a	- 1.40
30	3.31 d-f	2.45 d-f	-25.98	3.33 f-h	3.34 c-e	0.30
31	3.85 d	2.36 d	-38.70	6.00 b-d	4.19 b	-30.17
33	1.63 gh	1.20 g-i	-26.38	3.33 f-h	2.21 gh	-33.63
36	3.74 d	2.77 d	-25.94	5.00 c-e	1.69 h-j	-66.20
38	1.46 gh	1.11 g-i	-23.97	2.33 h	3.02 d-f	29.61
39	2.00 gh	0.77 i	-61.50	3.33 f-h	0.98 jk	-70.57
40	2.20 f-h	1.63 f-h	-25.91	2.66 gh	1.46 i-k	-45.11
41	6.50 b	4.81 b	-26.00	6.00 b-d	5.20 a	-13.33
42	8.34 a	6.18 a	-25.90	6.33 bc	3.43 c-e	-45.81
44	1.34 h	0.99 h1	-26.12	3.00 gh	0.83 k	-72.33
47	2.59 e-g	1.91 e-g	-26.25	7.66 a	1.70 h-j	-77.81

* Aynı sütunda aynı harfi alan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($p < 0.05$)

Tablo 4. Tuz stresi uygulanmış karpuz genotiplerinin yapraklarındaki Na⁺, K⁺ ve Ca⁺² birikimleri (µg mg⁻¹ T.A.)*

Genotip	Na ⁺			K ⁺			Ca ⁺²		
	Kontrol	100 mM NaCl	Değişim (%)	Kontrol	100 Mm NaCl	Değişim (%)	Kontrol	100 mM NaCl	Değişim (%)
6	17.14 g	45.93 f-h	167.97	9.90 a	5.12 bc	-48.28	3.84 a-e	3.90 c-f	1.56
7	12.20 h ₁	17.15 h ₁	40.57	1.93 g	1.96 fg	1.55	3.01 f- ₁	3.01 ef	0.00
12	15.78 gh	59.00 eg	273.89	10.84 a	3.83 c-e	-64.67	3.99 a-d	3.78 c-f	-5.26
13	11.06 ₁	86.80 c-e	684.81	6.72 c	3.33 d-f	-50.45	3.56 b-h	3.15 ef	-11.52
14	26.49 d	101.30 cd	282.41	6.60 c	2.18 e-g	-66.97	2.94 g- ₁	3.77 c-f	28.23
16	17.43 g	80.03 de	359.15	8.15 b	1.08 g	-86.75	4.47 a	3.61 c-f	-19.24
18	17.48 g	23.46 h	34.21	2.67 fg	4.52 b-d	69.29	3.43 c- ₁	5.21 ab	51.90
22	21.84 ef	77.00 de	252.56	10.22 a	5.74 b	-43.84	4.23 ab	4.20 b-e	-0.71
23	25.54 de	154.53 a	505.05	4.32 de	2.77 e-g	-35.88	3.25 d- ₁	3.23 ef	-0.62
28	17.93 fg	38.12 g- ₁	112.60	3.23 e-g	5.17 bc	60.06	2.83 h ₁	5.86 a	107.07
30	58.03 a	151.96 a	161.86	3.04 e-g	2.06 fg	-32.24	3.60 b-h	4.23 b-e	17.50
31	17.43 fg	56.36 e-g	223.35	3.09 e-g	5.34 bc	72.82	3.27 d- ₁	4.53 b-d	38.53
33	15.59 gh	112.75 bc	623.22	2.71 fg	2.37 e-g	-12.55	2.74 ₁	3.36 d-f	22.63
36	9.31 ₁	70.31 ef	655.21	7.32 bc	3.24 d-f	-55.74	3.76 a-f	3.04 ef	-19.15
38	45.75 b	100.33 cd	119.30	5.11 d	3.03 d-f	-40.70	4.08 a-c	3.71 c-f	-9.07
39	31.10 c	136.58 ab	339.16	3.04 e-g	2.95 d-f	-2.96	3.84 a-e	3.05 ef	-20.57
40	11.57 ₁	72.18 d-f	523.85	7.67 bc	2.76 e-g	-64.02	3.69 b-g	3.27 ef	-11.38
41	9.62 ₁	18.53 h ₁	92.62	3.88 e-g	4.58 b-d	18.04	3.08 e- ₁	4.71 cd	52.92
42	15.28 gh	17.54 h ₁	14.79	3.93 d-f	7.34 a	86.77	3.56 b-h	4.01 c-f	12.64
44	19.40 fg	65.88 e-g	239.59	3.07 e-g	2.25 e-g	-26.71	3.18 e- ₁	2.86 f	-10.06
47	18.18 fg	19.13 h ₁	5.23	3.11 e-g	3.26 d-f	4.82	3.13 e- ₁	3.10 ef	-0.96

*: Aynı sütunda aynı harfi alan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir (p<0.05)

özellikle toleranslı olarak görülen genotiplerin K⁺ birikimleri kontrol bitkilerine göre artmıştır (% 86.77). Buna göre kontrol grubu bitkilerinde en yüksek K⁺ birikimi 12 (10.84 µg mg⁻¹ T.A), 22 (10.22 µg mg⁻¹ T.A) ve 6 (9.90 µg mg⁻¹ T.A) numaralı genotiplerde; en düşük K⁺ birikimi ise, 7 (1.93 µg mg⁻¹ T.A) numaralı genotipte belirlenmiştir. NaCl uygulaması yapıldığında ise; en yüksek 42 (7.34 µg mg⁻¹ T.A), en düşük K⁺ birikimi ise 16 (1.08 µg mg⁻¹ T.A) numaralı genotipte bulunmuştur (Tablo 4).

Karpuz genotiplerine ait bitkiler, Ca⁺² iyonuna da K⁺ birikiminde olduğu gibi benzer tepkileri vermişlerdir. Genotipler arasında Ca⁺² birikimi bakımından farklılıklar görülmüş, ancak kontrol uygulamasına göre tuz uygulanmış bitkilerin yapraklarındaki Ca⁺² birikimi bazı genotiplerde azalırken (% -20.57), bazılarında ise artmıştır (% 107.07). Kontrol grubu bitkilerinde en yüksek Ca⁺² birikimi 16 (4.47 µg mg⁻¹ T.A) no'lu genotipte belirlenirken; bu değer ile 22, 38, 12, 39, 6 ve 36 no'lu genotiplerde saptanan Ca⁺² değerleri (sırasıyla; 4.23, 4.08, 3.99, 3.84, 3.84 ve 3.75 µg mg⁻¹ T.A) arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Kontrol grubunda en düşük Ca⁺² birikimi ise, 33 (2.74 µg mg⁻¹ T.A) numaralı genotipte saptanmıştır. NaCl uygulamasında ise en yüksek değer 28 (5.86 µg mg⁻¹ T.A) no'lu genotipte belirlenmiş olup, 18 no'lu genotipte saptanan Ca⁺² birikimi değeri (5.21 µg mg⁻¹ T.A) ile aralarında istatistiksel olarak farklılık

bulunmamıştır. Ca⁺² birikimi yönünden en düşük değer ise, 44 (2.86 µg mg⁻¹ T.A) no'lu genotipte belirlenmiştir (Tablo 4).

3.5. Korelasyon analizi

Tuz stresi uygulanmış bitkilerin gelişim parametrelerinden fide yaş ağırlığı, yaprak sayısı ile kotiledon yaprak ağırlığı, kotiledon yaprak alanı, tohum ağırlığı ve oluşturulan skalanın birbirileri arasındaki ilişkilerin istatistiksel açıdan incelenmesinde korelasyon tablosundan da yararlanılmıştır. Buna göre hazırlanan Tablo 5'te yukarıda belirtilen arasındaki ilişkiler, p<0.01 hata sınırı esas alınarak istatistiksel olarak önem dereceleri bazında değerlendirilmiştir.

Denemede karpuz fidelerinin yaprak ve tohum özellikleri incelenmiş ve elde edilen sayısal veriler birbirleriyle ilişkilendirilmiştir. Buna göre, bitkilerde tuz stresi altında ölçülen ve bitkinin gelişme durumunu gösteren “yaş bitki ağırlığı ve yaprak sayısı” özellikleri; birbirleriyle 0.72 korelasyon katsayısına sahip olacak düzeyde ilişki halinde bulunmuştur. Kotiledon yaprak alanı yüksek olan bir % 83'lük bir olasılıkla yaş bitki ağırlığı bakımından da yüksek değerleri vermektedir. Aynı şekilde kotiledon ve tohum ağırlıkları bakımından da yaş bitki ağırlığı arasındaki ilişki 0.81 ve 0.83'lük bir katsayı ile birbirlerine paralel gelişme durumu sergilemişlerdir. Özellikle tohum ağırlığı ile skala arasında % 100'lük paralellik olduğu görülmüş,

bunun yanında yaprak sayısı ile skala arasında 0.90 katsayıyla bir ilişki bulunmuştur. Yine kotiledon yaprak ağırlığı ve alanıyla skala arasında 0.73 ve

0.76'lık bir katsayı ile paralellik olurken, yaş bitki ağırlığı ile de 0.81 ve 0.83'lük bir katsayı ile korelatif ilişkinin olduğu görülmüştür (Tablo 5).

Tablo 5. Karpuz genotiplerinin morfolojik özellikleri ile gelişim parametreleri arasındaki korelatif ilişki

	KYAL	KYA	Skala	TA	YBA	YS
Kotiledon yaprak alanı (KYAL)	1.00***					
Kotiledon yaprak ağırlığı (KYA)	0.86***	1.00***				
Skala	0.76***	0.73***	1.00***			
Tohum ağırlığı (TA)	0.86***	0.83***	1.00***	1.00***		
Yaş bitki ağırlığı (YBA)	0.83***	0.81***	0.87***	0.87***	1.00***	
Yaprak sayısı (YS)	0.69***	0.68***	0.90***	0.90***	0.72***	1.00***

***: 0.01'e göre istatistiksel olarak önemli

4. Tartışma ve Sonuç

Araştırmada kullanılan 21 adet karpuz genotipinde, 100 mM dozunda uygulanan toksik düzeydeki NaCl tuzunun ilk belirgin semptomik etkisi, bitki yaş ağırlığında azalma ve bitki büyümesinde duraklama şeklinde olmuştur. Bitkilerin, yeşil aksam yaş ağırlığına bakıldığında, en iyi gelişme 42, 28, 22, 18 ve 31 numaralı genotiplerde olmuş, en düşük gelişme ise 38, 39, 44 ve 33 numaralı genotiplerinde görülmüştür. Bazı genotiplerin düşük seviyede etkilenecek kontrol bitkileri ile eşdeğer gelişme göstererek tuzun gelişim üzerine inhibisyon etkisi görülmezken, bazılarında bu etki oldukça yüksek olmuştur. Diğer bazı bitki türlerinde olduğu gibi (Aktaş, 2002; Yaşar, 2003; Kuşvuran, 2004; Yaşar, 2007; Daşgan ve Koç, 2009), karpuzda da tuza tolerans özelliği bitkinin Na^+ , K^+ ve Ca^{+2} iyonları alım dengesini korumasıyla ilgili görülmektedir. Ayrıca, tohum ağırlıkları ve kotiledon büyüklüğü ile bitki yeşil aksam gelişimi arasında da paralel sonuçlar çıkmıştır. Levitt (1980) ve Yaşar (2003) farklı bitkilerle yapmış oldukları çalışmalarda, ortamda sodyum klorürün fazla olması durumunda, bitkiler tarafından Na^+ iyonunun gereğinden fazla alınması ile oluşan rekabet nedeniyle K^+ iyonu alımında azalmanın gerçekleştiğini belirtmiştir. Ancak, bizim çalışmamızda ve Yaşar ve ark. (2006)'nın daha önceki bazı karpuz genotiplerinde yapmış olduğu çalışmada Na^+ iyonu alımındaki artışlarla birlikte K^+ ve Ca^{+2} iyonu alımında da artışlar olmuştur. Hatta toleranslı olan genotiplerin tamamına yakınında tuz uygulanmış bitkilerin K^+ ve Ca^{+2} birikimi kontrol bitkilerinden daha fazla olmuştur. Na^+ birikimi kontrol bitkilerine oranla artan 18, 22, 28, 31 ve 42 numaralı genotiplerin, K^+ ve Ca^{+2} iyon birikimleri de kontrole göre artmıştır. Aynı zamanda bu genotiplerin, tohum ağırlıkları, kotiledon alan ve ağırlıkları en yüksek düzeyde bulunurken, tuzun toksik etkisinden zararlanma derecesi olan en düşük skala değerleri almışlar. Buna karşılık 38, 39 ve 44 numaralı

genotipler tuzdan fazla etkilendikleri için tersi durumlar görülmüştür. Daha önceden karpuzda 3 çeşitle yapılan bir çalışmada 50 mM'lık NaCl uygulamasında yapraklardaki K^+ birikimi artmış ancak 100 mM NaCl de azalmıştır (Yaşar ve ark., 2006). Karpuz genotiplerinin farklı oranlarda Na^+ , K^+ ve Ca^{+2} absorpsiyonu yapması ve böylece bünyelerinde farklı K^+/Na^+ ve Ca^{+2}/Na^+ oranlarına sahip olmasının (Na^+ - K^+ ve Na^+ - Ca^{+2} ayırımı özelliği) tuzluluğa dayanım konusunda rol oynadığı, Yu ve ark. (1998), Aktaş (2002), Yaşar (2003) ve Kuşvuran (2010) tarafından rapor edilmiştir.

Ayrıca bitkinin yeşil aksamına Na^+ gidişini engelleyebilen ve seçici olarak yüksek oranlarda K^+ ve Ca^{+2} gönderen genotiplerin tuz toksisitesine daha dayanıklı olduğu Greenway ve Munns (1980) ve Yaşar ve ark. (2006) tarafından da bildirilmektedir. Bu sonuçlara paralel olarak tohum ağırlıkları ve kotiledon yaprak ağırlığı ile kotiledon yaprak alanında oluşturulan skala değerleri ile % 70'in üzerinde uyum göstererek, ilk fide aşamasında bu parametrelerinde bir seçim kriteri olabileceklerini göstermiştir. Bu durum; büyük tohumlu genotiplerin daha toleranslı olmaları, tohum yapılarında fazla karbonhidrat ve vitamin içermelerinden dolayı fideyi ilk etapta hem iyi beslemelerine ve hem de bünyelerindeki enzimlerin daha iyi çalışmalarını sağlamalarına bağlı olabilir.

Tuzlu ortamlarda yetiştirilen bitkilerde ortaya çıkan zararlanma belirtilerine göre oluşturulan skala değerlendirmeleri; tüm karpuz genotiplerinin tuzdan morfolojik olarak hasar görme derecelerini gösteren ve diğer incelenen parametrelere bir çeşit kontrol oluşturan özellik taşımaktadır. Aktaş (2002) biberde, Yaşar (2007) karpuzda, Üzal (2009) çilekte, Kuşvuran (2010) kavunda yapmış oldukları çalışmalarda elde ettikleri sonuçlara benzer biçimde, bizim çalışmamızda da skala değerleri, bitki taze ağırlığı ve iyon alım

dengeyle uyumlu olduğu görülmüştür. Düşük skala değeri alan 18, 28, 31, ve 42 no'lu genotiplerin bitki gelişimleri ve K⁺ ve Ca²⁺ birikimleri yüksek, Na⁺ birikimleri düşük olurken, yüksek skala değerleri alan 38, 39, 40 ve 44 no'lu çeşitlerin bitki gelişimleri ve K⁺ ve Ca²⁺ birikimleri düşük bulunmuştur.

Elde edilen verilerden, karpuz genotiplerinin tuz stresine karşı bitki gelişimi ve iyon alımında farklı tepkiler ortaya koyduğu anlaşılmıştır. Tohum ağırlıkları ve kotiledon yaprakları büyük olan karpuz genotipleri, iyon alımında daha seçici davranmış ve tuz zararından daha az etkilenmişlerdir. Çalışmada kullanılan parametrelerin birbirleriyle nispeten yüksek düzeyde korelasyon gösterdikleri görülmüştür. Tuz stresi altındaki gelişim ve iyon biriktirme durumuna göre karpuz genotip ve çeşitleri sınıflandırmaya tabi tutulmuş, genel anlamda genotipler hibrit ve standart çeşitlerden daha tolerant oldukları tespit edilmiştir. Tüm karpuz varyeteleri içerisinde tuza en tolerant olanlar 18, 22, 28, 31 ve 41 no'lu genotipler, en duyarlı olanlar ise 35, 37, 38, 39 ve 40 no'lu çeşitler olmuştur. Çok sayıda genotiple yapılacak olan çalışmalarda tohum ağırlığı ve kotiledon yaprak ağırlıkları ön seçim kriteri olarak kullanılabilir.

Teşekkür

Bu çalışma; Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı "2007-ZF-B028" no'lu proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Aktaş, H., 2002. Biberde tuza dayanıklılığın fizyolojik karakterizasyonu ve kalıtımı. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Alsabbagh, M.H.A., Türkmen, Ö., Seymen, M., 2016. *Citrillus lanatus* var. *lanatus* ve *Citrillus lanatus* var. *citroides* kaynaklı bazı karpuz genotiplerinin tuza tolerans düzeylerinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(1): 24-38.
- Anonymous, 1985. SAS-INSTITUTE, Sas/ State User's Guide, Version 6.03 Edition Cary, SAS Institute, North Carolina, USA.
- Boyer, J.S., 1982. Plant productivity and environment. *Science*, 218: 443-448.
- Daşgan, H.Y., Koç, S., 2009. Evaluation of salt tolerance in common bean genotypes by ion regulation and searching for screening parameters. *Journal of Food, Agriculture Environment*, 7(2): 363-372.
- Dölek, M.N., Eker, S., 2010. Değişik karpuz genotiplerinin tuz stresine tolerans düzeylerinin belirlenmesi. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(3): 177-187.
- Greenway, H., Munns, R., 1980. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. *Annual Review of Plant Physiology*, 30: 149-190.
- Hasegawa, P.M., Bressan, R.A., Handa, A.V., 1986. Cellular mechanisms of salinity tolerance. *Horticultural Science*, 21: 1317-1324.
- Hoagland, D.R., Arnon, D.I., 1938. The Water Culture Method for Growing Plants Without Soil. Circular California Agricultural Experiment Station, pp. 347-461.
- Maas, E.V., 1990. Crop salt tolerance. In: Agricultural Salinity Assessment and Management, ed. K.K. Tanji, American Society of Civil Engineers Manuals and Reports on Engineering Practice No. 71: 263-326.
- Kuşvuran, Ş., 2004. Kavunda (*Cucumis melo* L.) tuz stresine toleransın belirlenmesinde antioksidant enzim aktivitesi ve lipid peroksidasyonundan yararlanma olanakları. Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kuşvuran, Ş., Ellialtıoğlu, S., Abak, K., Yasar, F., 2007. Responses of some melon (*Cucumis* sp.) genotypes to salt stress. *Journal of Agricultural Sciences*, 13(4): 395-404.
- Kuşvuran, Ş., 2010. Kavunlarda kuraklık ve tuzluluğa toleransın fizyolojik mekanizmaları arasındaki bağlantılar. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Levitt, J., 1980. Responses of plants to environmental stresses. Vol. II, 2nd ed., Academic Press, New York, p. 607.
- Sykes, S.R., 1987. Apparent variation in chloride accumulation between Vines of cultivars Italia and Matoro grown under furrow irrigation. *Australian Salinity Newsletter*, 38: 156-158.
- Taleisnik, E., Grunberg, K., 1994. Ion balance in tomato cultivars differing in salt tolerance. I. Sodium and potassium accumulation and fluxes under moderate salinity. *Physiologia Plantarum*, 92: 528-534.
- Taleisnik, E., Peyrano, G., Arias, C., 1997. Respose of chloris gayana cultivars to salinity. I. Germination and early vegetatif growth. *Tropical Grasslands*, 31: 232-240
- Üzal, Ö., 2009. Tuz stresi altında yetiştirilen bazı çilek çeşitlerinde jasmonik asitin bitki gelişimi ve antioksidant enzim aktiviteleri üzerine etkisi. Doktora tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ., 2000. Kültür Sebzeleri. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir.
- Yaşar, F., 2003. Tuz stresi altındaki pathican genotiplerinde bazı antioksidant enzim aktivitelerinin in vitro ve in vivo olarak incelenmesi. Doktora tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.

- Yaşar, F., 2007. Effects of salt stress on ion and lipid peroxidation content in green beans genotypes. *Asian Journal of Biochemistry*, 19(2): 1165-1169.
- Yaşar, F., Ellialtıoğlu, S., Yıldız, K., 2008. Effect of salt stress on antioxidant defense systems, lipid peroxidation and chlorophyll content in green bean. *Russian Journal of Plant Physiology*, 55: 782-786.
- Yaşar, F., Özpáy, T., Üzal, Ö., Ellialtıoğlu, Ş., 2006. Karpuzun tuz stresine olan tepkisinin belirlenmesi. *VI. Sebze Tarımı Sempozyumu*, 19-22 Eylül, Kahramanmaraş, s. 250-252.
- Yaşar, F., Üzal, Ö., Özpáy, T., Ellialtıoğlu, Ş., 2008. Tuz stresinin karpuzda [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.] antioksidatif enzim (SOD, CAT, APX ve GR) aktivitesi üzerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1): 51-55.
- Yaşar, F., Üzal, Ö., Yaşar, Ö., 2016. Antioxidant enzyme activities and lipidperoxidation amount of pea varieties (*Pisum sativum* sp. *aevense* L.) under salt stress. *Fresenius Environmental Bulletin*, 25(1): 37-42.
- Yu, B., Gong, H., Liu, Y., 1998. Effects of calcium on lipid composition and function of plasma membrane and tonoplast vesicles isolated from roots of barley seedlings under salt stress. *Journal of Plant Nutrition*, 21: 589-160.