



Determination of Salt Tolerance Levels of Some Radish Cultivars and Evaluation of the Effectiveness of Salicylic Acid on Germination in Saline Conditions[#]

Kamile Ulukapı¹, Ayşe Gül Nasırcılar^{2*}, Zehra Kurt³

¹Department of Plant and Animal Production, Vocational School of Technical Sciences, Akdeniz University, 07070 Antalya, Turkey

²Department of Mathematics and Science Education, Faculty of Education, Akdeniz University, 07070 Antalya, Turkey

³Horticulture Division, Institute of Science, Akdeniz University, 07070 Antalya, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>[#]This study was presented as an oral presentation at the 1st International Congress of the Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology (Antalya, TURJAF 2019)</p> <p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 20/11/2019 Accepted : 13/12/2019</p> <p>Keywords: Germination <i>Raphanus sativus</i> L. Salicylic acid Salt stress Vegetative growth</p>	<p>This study was conducted to determine tolerance levels of different radish varieties (white, black, red, little red radish) under salt stress conditions and to evaluate the effectiveness of exogenous salicylic acid (SA) application on germination and vegetative development. For this purpose; germination percentage (%), germination time (day), germination index calculated, and then number of leaves, shoot length (cm), root length (cm), leaf width (cm), leaf length (cm), stem diameter (mm), plant fresh and dry weights (g) were measured. Radish seeds were germinated at control, 100 mM, 150 mM and 200 mM salt concentrations. Salt stress did not inhibit germination at a high level but negatively affected the vegetative growth of plants. According to the results of the statistical analysis of the data obtained, 150 mM was determined as the threshold value. Then, SA was applied to seeds treated with 150 mM salt concentration at different doses (0.25, 0.50, 0.75, 1.00 mM). SA had a positive effect on germination in saline conditions in general and it was concluded that 0.50 mM SA could be applied for germination percentages in all cultivars. However, 1 mM SA inhibited the germination of big red and little red radish cultivars, causing sudden and severe germination losses (10%, 8%, respectively). The effects of SA on vegetative growth parameters differed by cultivar and it was found to be inhibitory in terms of vegetative growth characteristics of white radish cultivar. On the other hand, 0.50 mM SA in black and big red, 0.75 mM SA in little red cultivar gave promoting results for vegetative growth.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8(3): 632-637, 2020

Bazı Turp Çeşitlerinin Tuza Tolerans Düzeylerinin Belirlenmesi ve Tuzlu Koşullarda Çimlenme Üzerine Salisilik Asidin Etkinliğinin Değerlendirilmesi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 20/11/2019 Kabul : 13/12/2019</p> <p>Anahtar Kelimeler: Çimlenme <i>Raphanus sativus</i> L. Salisilik asit Tuz stresi Vejetatif gelişim</p>	<p>Bu çalışma, farklı turp çeşitlerinin (beyaz, siyah, kırmızı, kırmızı fındık turp) tuz stresi koşullarında tolerans düzeylerini belirlemek ve dışarıdan salisilik asit (SA) uygulamasının çimlenme ve vejetatif gelişim üzerine etkinliğini tespit etmek amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla; çimlenme yüzdesi (%), çimlenme süresi, çimlenme indeksi hesaplanmış, ayrıca yaprak sayısı (adet), sürgün boyu (cm), kök uzunluğu (cm), yaprak genişliği (cm), yaprak uzunluğu (cm), gövde çapı (mm), bitki yaş ve kuru ağırlıkları (g) ölçülmüştür. Turp tohumları kontrol, 100 mM, 150 mM ve 200 mM tuz konsantrasyonlarında çimlenmeye tabi tutulmuştur. Tuz stresi çimlenmeyi yüksek oranda inhibe etmemiş ancak bitkilerin vejetatif gelişimlerini olumsuz etkilemiştir. Elde edilen verilerin istatistik analiz sonuçlarına göre 150 mM eşik değer olarak belirlenmiştir. Daha sonra 150 mM tuz konsantrasyonu uygulanan tohumlara farklı dozlarda (0,25, 0,50, 0,75, 1,00 mM) SA ilavesi yapılmış ve çimlenme yüzdeleri açısından tüm çeşitlerde 0,50 mM SA uygulanabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte 1 mM SA uygulaması iri kırmızı ve kırmızı fındık turp çeşitlerinde çimlenmeyi inhibe etmiş, ani ve ciddi çimlenme kayıplarına neden olmuştur (%10, %8, sırasıyla). SA'nin vejetatif gelişim parametreleri üzerine olan etkileri çeşide göre farklılık göstermiş olup, beyaz turp çeşidinde vejetatif gelişim özellikleri açısından inhibe edici olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan siyah ve iri kırmızı turp çeşitlerinde 0,50 mM, kırmızı fındık turp çeşidinde ise 0,75 mM SA uygulaması vejetatif gelişim açısından olumlu sonuç vermiştir.</p>

^a kamileonal@akdeniz.edu.tr <https://orcid.org/0000-0001-8184-8967> ^b nasircilar@akdeniz.edu.tr <https://orcid.org/0000-0002-2602-804X>
^c zehrakurt_64@hotmail.com <https://orcid.org/0000-0003-4651-9919>



Giriş

Bitkilerin büyüme süresince maruz kaldıkları tuz stresinin kaynağı, toprakta bulunan çözünür tuzlar ve uygulanan su rejimlerinin nicelik ve niteliği ile ilişkili olup, bitkisel üretimde karşılaşılan en eski ve süregelen sorun olmaya devam etmektedir. Tarımı yapılan bitkilerde verim kayıplarının başlıca sorumlularından biri olan tuzluluk, çimlenme üzerinde de etkili bir stres faktörüdür (William, 1986; Karim ve ark., 1990; Adams, 1991; Gosh ve ark., 2014). Tuz stresinin yarattığı olumsuzlukların bir kısmı da kuraklık stresini indüklemesi ve bu şekilde hücre büyümesi, bölünmesi, yapraklarda fotosentez ve transpirasyon üzerinde oluşturduğu olumsuz etkiler aracılığı ile olmaktadır (Maas ve Hoffman, 1977).

İnsanlar tarafından sevilerek tüketilen, zengin besin içeriğine sahip olmasının yanı sıra medikal özellikleri de bulunan ve dünyanın farklı iklimsel bölgelerinde yetiştirilen turp (*Raphanus sativus* L.) (Larry, 1977; Gosh ve ark., 2014; Kalantari ve ark., 2009) bitkisinin tuza hassasiyeti farklı araştırmacılar tarafından; tuza orta derecede hassas (Maas ve Hoffman, 1977), veya düşük duyarlılık (Sonneveld, 1988) derecesine sahip olarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflamaya rağmen, yapılan çalışmalar, tuz koşullarının turp bitkisinin çimlenme, vejetatif gelişim parametreleri, klorofil ve mineral madde içeriğinde olumsuz etki yaptığını ve incelenen parametrelerde önemli ölçüde düşüşe neden olduğunu göstermiştir (Jamil ve ark., 2007; Yıldırım ve ark., 2008).

Bitkilerde bulunan ve birçok metabolik yolda görev alan bitki büyüme düzenleyicileri birbirini etkileyen sinyal iletim ağının bir parçası olup, karmaşık bir mekanizma ile bu etkiyi göstermektedir (Santner ve Estelle, 2010). SA de, diğer bitkisel hormonlarda olduğu gibi çevrede oluşan değişimlere cevap oluşturulması için fonksiyon gören bir endojen hormon olup, biyotik ve abiyotik stres koşulları altında bitkinin savunma mekanizmalarını harekete geçirmektedir. Bu özelliği nedeniyle araştırmacılar özellikle stres koşulları altında bitkilere eksojen olarak uygulamalar üzerinde yoğunlaşmışlardır (Mehdy, 1994; Klesig ve Malamy, 1994; Senaratna ve ark., 2000). Tuz stresi koşullarında SA etkileri birçok bitkide olduğu gibi turpta da çalışılmış (Marcelis ve ark., 1999; Chaparzadeh ve Hosseinzad-Behboud 2015; Jasim ve ark., 2016) ve etkilerinin incelenen parametreler açısından farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Bu noktadan hareketle bu çalışmada turp bitkilerinin; a) çimlenme ve bitki gelişim kriterleri üzerine tuzun etkilerinin değerlendirilerek tuza tolerans düzeylerinin belirlenmesi b) eksojen olarak tohumlara ön hormon uygulaması (hormonal priming) şeklinde gerçekleştirilen SA uygulamalarının turp çeşitlerinin tuza toleransı üzerine yaptığı etkiler belirlenmiştir. Bu sonuçlara dayanarak SA'ın özellikle bitki gelişiminin ilk basamağı olan çimlenme aşamasında kullanım potansiyelinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışmada ticari bir firmadan satın alınan siyah, beyaz, iri kırmızı ve kırmızı fındık olmak üzere dört çeşit turp (*Raphanus sativus* L.) tohumu bitki materyali olarak kullanılmıştır. Tuz stresi NaCl' ün 100, 150 ve 200 mM' lık konsantrasyonları ile oluşturulmuş ve tohumlar, ön hormon uygulaması olarak SA'ın farklı dozları (0,25, 0,50, 0,75, 1 mM) ile muamele edilmiştir.

Metot

Çimlenme parametrelerinin hesaplanması

Çalışma Akdeniz Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Organik Tarım Programı Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. İki aşamalı olarak planlanan çalışmanın ilk aşamasında çeşitlerin tuza tolerans düzeylerini belirlemek amacıyla tohumlar, petri plaklarına yerleştirilen çift katlı kurutma kağıtlarının üzerine konmuştur. Tuz stresi tohumların üzerine eşit miktarda eklenen NaCl' ün 100, 150 ve 200 mM' lık konsantrasyonları kullanılarak oluşturulmuştur. Kontrol bitkilerine tuzlu su yerine aynı miktarda distile su eklenmiştir. Denemeler 3 tekrarlı olacak şekilde yapılmış ve deneme başına petrilere 20 adet tohum yerleştirilmiştir. Petri plakları 24±1°C sıcaklık ve tamamen karanlık koşullarda çimlenmeye bırakılmıştır. Denemeyi takip eden günlerde çimlenen tohum sayıları günlük olarak kayıt edilmiş ve deneme sonunda çimlenme yüzdesi, çimlenme hızı ve süresi hesaplanmıştır. Çimlenme testleri ISTA kuralları uygulanarak 14 günde tamamlanmıştır (ISTA 2007).

$$\text{ÇY} = \frac{\text{ÇTS}}{\text{PTS}} \times 100 \text{ (Gosh ve ark., 2014)}$$

ÇY = Çimlenme yüzdesi (%)

Çts = Çimlenen tohum sayısı

PTS = Petri plaklarına konulan toplam tohum sayısı

$$\text{Çİ} = \sum n / d$$

(Copeland ve McDonald, 2001; Sivritepe, 2012).

Çİ = Çimlenme indeksi

n = d gününde elde edilen normal fide sayısı

d = Testin başlangıcından itibaren sayılan günler

$$\text{OÇS} = \sum D_n / \sum n$$

(Ellis ve Roberts, 1981; Sivritepe, 2012).

OÇS = Ortalama çimlenme süresi

D = testin başlangıcından itibaren sayılan günler

n = D gününde çimlenen tohum sayısı

Tuzlu koşullarda vejetatif parametrelerin belirlenmesi

Radikulanın testadan çıkması çimlenme için baz alınmış ve çimlenme gerçekleşikten sonra denemeler 16/8 saat aydınlık/karanlık fotoperiyota sahip, aynı sıcaklık derecesindeki bitki büyütme odasında sürdürülmüştür. Deneme süresince filtre kağıtlarının kuruma durumu göz önünde bulundurularak gerekli olduğunda tohumları ıslatacak miktarda sıvı ilavesi yapılmıştır. Vejetatif parametreler için denemeler 21 gün sürdürülmüş olup, bu süre sonunda çimlenen bitkilerde sürgün uzunluğu (cm), kök uzunluğu (cm), yaprak genişliği (cm), yaprak uzunluğu (cm), bitki yaş ve kuru ağırlıkları (g) ölçülmüş ve yaprak sayısı belirlenmiştir.

Farklı SA dozlarının tuzlu koşullarda çimlenme ve vejetatif gelişim üzerine etkisinin belirlenmesi

Tuzlu koşullarda SA'ın etkilerini belirlemek için 4 farklı SA dozu (0,25, 0,50, 0,75, 1 mM) kullanılmış olup, turp çeşitlerine ait tohumlar 24 saat süresince 0,25, 0,50, 0,75, 1 mM'lık SA solusyonlarında bekletilmiştir. Farklı SA konsantrasyonlarında bekletilen tohumlar, eşik tuz

değeri olarak belirlenen 150 mM'lık tuz çözeltisi ile sulanmış ve bu aşamanın diğer tüm deneyleri ilk aşama deneylerine benzer koşullarda yürütülmüştür.

Verilerin Analizi

Her iki aşamada elde edilen veriler MINITAB 17 paket programı ile istatistik değerlendirmeye tabi tutulmuş olup, vejetatif büyüme parametrelerinin değerlendirilmesi varyans analizi ile yapılmış ve farklılıklar Tukey testi ile saptanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

İki kısımdan oluşan bu çalışmanın birinci bölümünü tuz stresinin, turp çeşitlerinin çimlenme parametreleri ve çimlenme sonrası bitki gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi oluşturmaktadır. Şekil 1'de de görüldüğü gibi uygulanan tuz seviyesine göre çeşitlerin çimlenme yüzdeleri, çimlenme süreleri ve çimlenme hızları arasında farklılıklar tespit edilmiştir. Tuz seviyesindeki yükselme tüm çimlenme parametrelerini olumsuz etkilemiştir. Çimlenme yüzdesi bakımından en fazla etkilenen çeşitler iri kırmızı turp ve kırmızı fındık turp olarak belirlenmiştir. Kontrol gruplarında %100 olan çimlenme oranları 150 mM tuz uygulaması sonucunda her iki çeşitte de %72,5'e gerilemiştir. Siyah turp çeşidi %80 çimlenme gösterirken, en az etkilenen çeşit ise 150 mM'da %90 çimlenme yüzdesi ile beyaz turp olarak belirlenmiştir. Deneme sonunda tüm çeşitlerin çimlenme sürelerinin tuz konsantrasyonunun artışıyla paralel olarak uzadığı ve çeşitler arasında çok yüksek bir fark olmadığı saptanmış, bununla birlikte çimlenme süresindeki artışın en fazla kırmızı turp çeşidinde (6,98) olduğu tespit edilmiştir. Çeşitlerin çimlenme hızlarında da beklendiği gibi tuz konsantrasyonuna bağlı olarak azalma meydana gelmiştir. Diğer sonuçlarla benzer şekilde, kırmızı turp çeşidi (-1,73) çimlenme hızı bakımından en fazla etkilenen çeşit olmuştur.

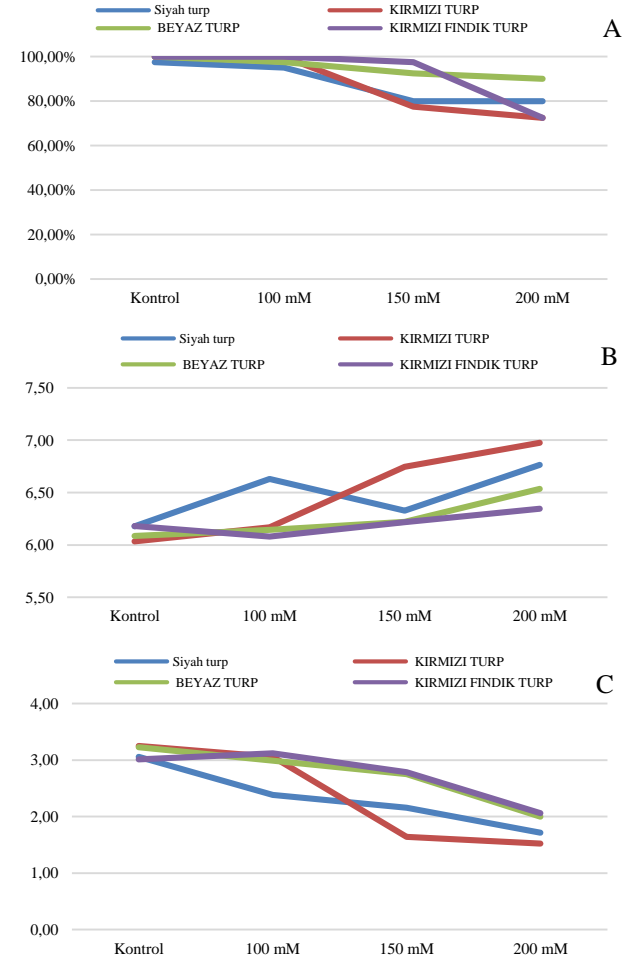
Gosh ve ark. (2014), tarafından yapılan ve tuzluluğun turp bitkisinin çimlenme, gelişim ve verim parametreleri üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada tuz stresinin etkileri çeşide bağlı olarak değişim göstermiş olup, bu çalışma da benzer şekilde etkilerin hem uygulanan tuz konsantrasyonuna hem de çeşide bağlı olduğu belirlenmiştir.

Turp çeşitlerinin çimlenme sonrası vejetatif gelişimlerinin, tuz stresinden etkilenme seviyelerinin ortaya konabilmesi amacıyla yapılan istatistik analizler (Çizelge 1), tuz konsantrasyonlarının tüm vejetatif gelişim parametreleri üzerine 0.05 düzeyinde istatistiksel olarak etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca çeşidin, kök ve sürgün uzunluğu ile bitki taze ağırlığı üzerine istatistiksel olarak etkide bulunduğu fakat yaprak özellikleri üzerinde istatistiksel olarak bir etkisinin bulunmadığı belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, yaprak genişliği ve uzunluğu dışındaki bütün parametreler için çeşit ile tuz konsantrasyonu arasında interaksyon olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 2'de de görüldüğü gibi, yaprak sayısı hariç tüm vejetatif parametreler artan tuz konsantrasyonundan olumsuz etkilenmiştir. Siyah turp çeşitlerinde yaprak gelişimi açısından tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak gelişim değerlerinde azalma olmasına rağmen uygulamalar arasında istatistiksel bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde kırmızı fındık turp çeşidinin yaprak genişliği ve yaprak sayısının da tuz konsantrasyonlarından istatistiksel olarak etkilenmediği belirlenmiştir. Tablonun

tümü ve elde edilen sonuçlar incelendiğinde stresin şiddetine paralel şekilde çeşitlerin tamamında vejetatif gelişimin gerilediği görülmektedir. Bu gerileme 100 mM tuz uygulamasında hemen kendini göstermiş, konsantrasyon 200 mM'a ulaştığında ise bitkilerin neredeyse hiç gelişmediği tespit edilmiştir.

Biyokütle olarak da ifade edilen sürgün yaş ve kuru ağırlığındaki artış, tarım ürünlerinin büyüme ve verim açısından değerlendirilmesini sağlayan en önemli faktörlerden biridir (Munir ve ark., 2013). Munir ve ark. (2013) iki farklı turp çeşidinin tuzlu koşullarda fizyolojik ve biyokimyasal parametrelerindeki değişimi inceledikleri çalışmada, tuz stresinin sürgün yaş ve kuru ağırlıklarını önemli ölçüde azalttığını, özellikle 120 mM'lık tuz konsantrasyonunda bu etkinin çok daha fazla gözlemlendiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada ise tuz stresi koşullarında turp çeşitlerinin özellikle vejetatif gelişim sonuçları göz önüne alınarak, eşik tuz değeri olarak 150 mM belirlenmiştir. Bu değer Munir ve ark. (2013) tarafından belirlenen 120 mM'lık değerden biraz yüksek olup, çalışmalarda farklı çeşitlerin kullanılmasının bu sonuca neden olduğu düşünülmektedir.



Şekil 1. Farklı tuz seviyelerinde turp çeşitlerinin çimlenme parametrelerinde meydana gelen değişim; A: Çimlenme yüzdesi, B: Çimlenme süresi, C: Çimlenme hızı

Figure 1. Changes in germination parameters of radish cultivars at different salt levels; A: Germination percentage, B: Germination time, C: Germination rate

Tablo 1. Turp çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarında vejetatif gelişimlerine ait varyans analiz sonuçları
 Table 1. Variance analysis results of vegetative growth of radish cultivars at different salt concentrations

Varyasyon kaynağı	Df	Sürgün uzunluğu	Kök uzunluğu	Yaprak genişliği	Yaprak uzunluğu	Yaprak sayısı	Bitki taze ağırlığı
Çeşit	3	*	*	ÖD	ÖD	ÖD	*
Uygulama	3	*	*	*	*	*	*
Çeşit*Uygulama	9	*	*	ÖD	ÖD	*	*

ÖD: önemli değil, * Önemli P<0,05.

Çizelge 2. Turp çeşitlerinin tuz stresi koşullarında vejetatif gelişimi

Table 2. Vegetative development of radish cultivars under salt stress conditions

Çeşit	Uygulama	Sürgün Uzunluğu	Kök Uzunluğu	Yaprak Uzunluğu	Yaprak Genişliği	Yaş Ağırlığı	Yaprak sayısı
Beyaz	Kontrol	15,83 ^a	12,33 ^a	0,58 ^a	0,84 ^a	3,25 ^a	2,00
	100 mM	5,56 ^b	3,80 ^b	0,51 ^{ab}	0,78 ^{ab}	2,41 ^b	2,00
	150 mM	4,06 ^b	2,28 ^{bc}	0,37 ^{bc}	0,57 ^{ab}	1,85 ^c	1,89
	200 mM	1,11 ^c	0,46 ^c	0,27 ^c	0,37 ^b	1,24 ^d	1,89
Siyah	Kontrol	15,11 ^a	10,72 ^a	0,53	1,22	1,68 ^a	2,00
	100 mM	3,23 ^b	2,40 ^b	0,52	0,62	1,13 ^b	2,00
	150 mM	2,49 ^b	1,31 ^b	0,51	0,61	1,08 ^c	2,00
	200 mM	1,41 ^b	0,58 ^b	0,46	0,57	0,87 ^d	2,00
Kırmızı	Kontrol	14,56 ^a	10,00 ^a	0,59 ^a	0,72 ^a	3,20 ^a	2,00 ^a
	100 mM	10,06 ^b	7,79 ^a	0,54 ^a	0,70 ^a	2,83 ^b	2,00 ^a
	150 mM	6,07 ^b	4,14 ^b	0,44 ^{ab}	0,63 ^a	1,85 ^c	2,00 ^a
	200 mM	1,88 ^c	0,93 ^b	0,29 ^b	0,19 ^b	1,04 ^d	1,67 ^b
Kırmızı Fındık	Kontrol	16,06 ^a	13,72 ^a	0,63 ^a	0,78	2,72 ^a	2,00
	100 mM	8,34 ^b	7,21 ^b	0,59 ^{ab}	0,76	1,81 ^b	2,00
	150 mM	5,20 ^{bc}	3,63 ^c	0,54 ^{ab}	0,70	1,71 ^c	2,00
	200 mM	2,33 ^c	1,41 ^c	0,38 ^b	0,52	0,97 ^d	2,00

İstatistiksel farklılıklar aynı sütunlarda farklı harflerle ifade edilmiştir (P<0,05).

Çizelge 3. Tuz stresi koşullarında salisilik asit uygulamasının varyans analiz sonuçları

Table 3. Variance analysis results of salicylic acid application under salt stress conditions

Varyasyon kaynağı	Df	Yaprak sayısı	Sürgün uzunluğu	Kök uzunluğu	Yaprak genişliği	Yaprak uzunluğu	Bitki taze ağırlığı	Bitki kuru ağırlığı
Çeşit	3	**	ÖD	**	**	**	**	**
Uygulama	4	**	**	**	**	**	**	**
Çeşit×Uygulama	12	**	**	**	**	**	**	**

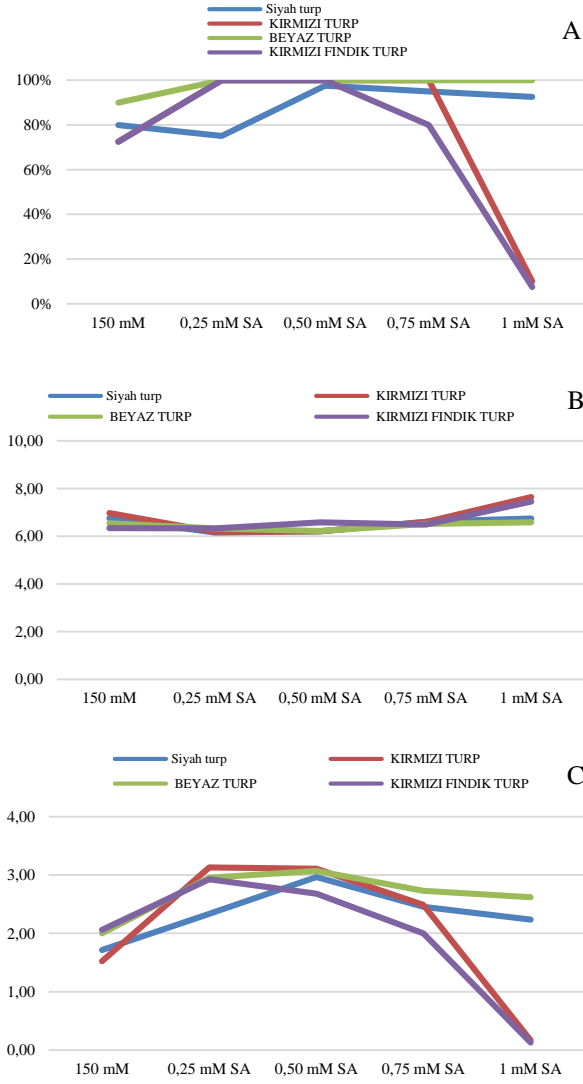
ÖD: önemli değil, * Önemli P<0,05.

Çizelge 4. Tuz stresi koşullarında salisilik asit uygulanan turp çeşitlerinin vejetatif gelişimleri (Kontrol =150mM)

Table 4. Vegetative development of radish cultivars treated with salicylic acid under salt stress conditions

Çeşit	Uygulama	Sürgün uzunluğu	Kök uzunluğu	Yaprak uzunluğu	Yaprak genişliği	Bitki taze ağırlığı	Bitki kuru ağırlığı	Yaprak sayısı
Beyaz	Kontrol	4,06 ^a	2,28 ^a	0,37	0,57	1,24 ^a	0,9170 ^a	1,89
	0,25 mM	3,04 ^{ab}	2,22 ^a	0,31	0,60	1,09 ^c	0,7120 ^c	1,89
	0,50 mM	3,02 ^{ab}	1,66 ^a	0,46	0,66	1,14 ^b	0,8760 ^b	1,89
	0,75 mM	2,99 ^{ab}	1,40 ^{ab}	0,37	0,60	1,04 ^d	0,0920 ^d	1,89
	1,00 mM	2,42 ^b	0,48 ^b	0,33	0,56	1,03 ^e	0,0838 ^e	1,78
Siyah	Kontrol	3,05 ^b	0,58 ^{bc}	0,46 ^b	0,61 ^b	0,87 ^c	0,650 ^b	2,00
	0,25 mM	3,14 ^{ab}	0,81 ^b	0,68 ^{ab}	0,76 ^{ab}	0,96 ^b	0,500 ^c	2,00
	0,50 mM	4,04 ^a	1,79 ^a	0,76 ^a	0,95 ^a	1,52 ^a	0,830 ^a	2,00
	0,75 mM	3,00 ^b	0,31 ^c	0,51 ^{ab}	0,50 ^b	0,69 ^d	0,482 ^d	2,00
	1,00 mM	1,41 ^c	0,29 ^c	0,40 ^b	0,478 ^b	0,65 ^e	0,450 ^e	2,00
Kırmızı	Kontrol	1,88 ^c	0,93 ^b	0,31 ^b	0,31 ^b	1,32 ^c	0,992 ^a	1,67 ^b
	0,25 mM	3,64 ^{ab}	1,83 ^a	0,32 ^b	0,69 ^a	2,60 ^b	0,793 ^b	2,00 ^a
	0,50 mM	3,87 ^a	2,03 ^a	0,58 ^a	0,86 ^a	2,89 ^a	0,670 ^c	2,00 ^a
	0,75 mM	2,78 ^{bc}	1,58 ^a	0,37 ^{ab}	0,47 ^b	1,04 ^d	0,612 ^d	2,00 ^a
	1,00 mM	0,73 ^d	0,20 ^c	0,29 ^b	0,19 ^c	0,72 ^e	0,570 ^e	2,00 ^a
Kırmızı Fındık	Kontrol	2,33 ^b	1,41 ^{ab}	0,38 ^b	0,52 ^{bc}	0,97 ^d	0,315 ^d	2,00 ^a
	0,25 mM	1,99 ^b	0,50 ^{cd}	0,00	0,00	0,90 ^e	0,263 ^e	0,00 ^a
	0,50 mM	2,73 ^{ab}	0,94 ^{bc}	0,71 ^a	0,78 ^{ab}	2,54 ^b	0,925 ^b	2,00 ^a
	0,75 mM	3,81 ^a	1,54 ^a	0,86 ^a	0,81 ^a	2,78 ^a	1,166 ^a	1,89 ^a
	1,00 mM	2,27 ^b	0,42 ^d	0,34 ^b	0,37 ^c	1,50 ^c	0,650 ^c	1,33 ^b

İstatistiksel farklılıklar aynı sütunlarda farklı harflerle ifade edilmiştir (P<0,05).



Şekil 2. 150 mM tuz seviyesinde salisilik asit uygulamalarının turp çeşitlerinin çimlenme parametreleri üzerine etkileri; A: Çimlenme yüzdesi, B: Çimlenme süresi, C: Çimlenme hızı
 Figure 2. Effects of salicylic acid applications at 150 mM salt level on germination parameters of radish cultivars; A: Germination percentage, B: Germination time, C: Germination rate

Eşik tuz değeri nispeten yüksek bulunmuş olmasına rağmen, bu değerde çalışmada kullanılan turp çeşitlerinin tümünde biyokütle bir göstergesi olarak sayılan sürgün uzunluğu ve bitki yaş ağırlığı önemli ölçüde düşüş göstermiştir. Gosh ve ark. (2014) tarafından 3 farklı turp çeşidi kullanılarak yapılan çalışmada ise, bu çalışmada da incelenen diğer vejetatif büyüme parametrelerinden yaprak uzunluğu, yaprak genişliği, kök uzunluğu gibi parametrelerde benzer şekilde düşüş olmuştur. Yüksek tuz konsantrasyonlarında yaprak alanının küçülmesinin tuber/sürgün oranındaki artışla ilgili olduğu ve yüksek tuz konsantrasyonunda tuber oluşumunun başlamasının, normal koşullarda yetişen turp bitkilerine kıyasla çok daha küçük boydaki küçük boydaki bitkilerde görüldüğü bildirilmiştir (Marcelis ve Van Hooijdonk, 1999).

Denemenin ikinci aşamasında 150 mM olarak belirlenen eşik tuz değeri çeşitlere uygulanmış ve ilave olarak çimlenme ve bitki gelişimi üzerine etkilerini

belirlemek amacıyla SA tatbik edilmiştir. SA uygulaması tüm çeşitlerde çimlenme parametrelerini olumlu etkilemiştir (Şekil 2). Elde edilen verilere göre; 150 mM tuz konsantrasyonunda, kırmızı, beyaz ve kırmızı findık turp için 0,25 mM SA uygulaması (%100), siyah turp içinse 0,50 mM SA uygulaması (%98) en yüksek çimlenme yüzdelere ulaşılmasını sağlamıştır. Çimlenme süresi bakımından da SA uygulamalarından olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Tüm çeşitler için en kısa sürede çimlenme 0,25 mM SA uygulanan tohumlarda gerçekleşmiştir. Kontrol grubuna göre çimlenme hızında meydana gelen artış çeşitlere göre farklılık göstermiş, beyaz turp çeşidi için 0,50 mM SA, diğer çeşitler için 0,25 mM en iyi sonuçların alındığı dozlar olmuştur.

Jasim ve ark (2016) tarafından yapılan çalışmada SA ön uygulamasına tabi tutulmuş turp tohumlarında; 1,3 dS/ml, 5 dS/ml ve 10 dS/ml konsantrasyondaki tuz uygulamalarında çimlenme oranının düştüğü, buna karşın 2,5 dS/ml NaCl konsantrasyonlarında SA'ın çimlenmeyi teşvik edici etki yaptığı bulunmuştur. Bu çalışmada ise eşik değer olarak belirlenmiş 150 mM tuz konsantrasyonunda beyaz turp çeşidi için 0,50 mM SA, diğer çeşitler için 0,25 mM SA uygulamalarının çimlenme oranı ile çimlenme hızında artış sağladığı bulunmuştur.

Varyans analiz tablosuna (Çizelge 3) göre, sadece sürgün uzunluğu üzerine çeşidin önemli olmadığı, diğer tüm parametreler için hem çeşidin hem de tuz konsantrasyonlarının 0,05 seviyesinde istatistik olarak etkili olduğu saptanmıştır. Ayrıca tüm parametreler açısından çeşit ve tuz konsantrasyonları arasında interaksyon olduğu belirlenmiştir.

Turp çeşitleri için eşik değer olarak tespit edilen 150 mM tuz konsantrasyonuna maruz bırakılan tohumlara çimlenme öncesi farklı dozlarda SA uygulanmış ve elde edilen bitkilerde bu uygulamaların vejetatif gelişim parametreleri üzerine etkileri belirlenmiştir (Çizelge 4). Sonuçlar çeşitlere göre farklılık göstermiştir. Beyaz turp çeşidinin yaprak gelişimi üzerine SA'nın istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin bulunmadığı, diğer gelişme kriterleri üzerine ise inhibe edici etkisi olduğu tespit edilmiştir. Siyah turpta uygulanan 0,50 mM SA'nın vejetatif gelişimi teşvik edici etkisi olduğu belirlenmiş, sadece yaprak sayısı üzerine istatistiksel olarak bir etkisi olmadığı ve tüm uygulamalardan aynı sayıda yaprak elde edildiği saptanmıştır. İri kırmızı turpta elde edilen sonuçlar da siyah turp sonuçları ile benzer olup, 0,50 mM SA uygulamasının bu çeşitte de ön plana çıktığı görülmektedir. Farklılık olarak, sadece bitki kuru ağırlığında en yüksek değer kontrol grubundan elde edilmiştir. Kırmızı findık turpunun istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4'te de görüldüğü gibi oldukça ilginçtir. 0,25 mM uygulandığında çimlenme olmuş, sürgün ve kök gelişimi devam etmiş ancak yaprak oluşumuna rastlanmamıştır. 0,50 mM SA uygulamasında bitki gelişimi hızlanmış ancak en iyi sonuçlar 0,75 mM SA uygulamasından elde edilmiştir. 1 mM'a yükseltilen SA'ın ise engelleyici etki yaptığı belirlenmiştir.

Chaprazadeh ve Hosseinzad-Behboud (2015) turp bitkilerini ilk yaprakların çıkışı takiben üç gün boyunca 0,2 mM SA ile muamele etmiş ve ardından 180 mM NaCl'ye tabi tutmuşlardır. Tuzlu ortamda SA uygulamasının bitkilerin sürgün ve kök taze ağırlığı, klorofil a, klorofil b, flavonoidler ve membran stabilite

indeksini azalttığı, buna karşın yaprak ve köklerde antosiyanin, yaprak karotenoidleri, fenolik bileşikler, prolin ve hidrojen peroksit miktarının arttığını tespit etmişlerdir. Sonuç olarak eksojen SA'ın tuzlu koşulların tolere edilmesi üzerine etkisinin doza bağlı olabileceği ve tuzlulukla birlikte uygulanan SA'ın bitkilerde güçlü sekonder oksidatif stres oluşturduğu sonucuna varmışlardır. Bu çalışmada da benzer şekilde SA'ın bazı çimlenme ve gelişim parametreleri üzerinde olumlu etki yaparken bazılarında özellikle doza bağlı olarak tamamen inhibe edici etki yaptığı belirlenmiştir. Ayrıca SA'ın bu etkileri büyük ölçüde çeşide de bağlı olarak değişmiştir. Jasim ve ark. (2016) turp tohumlarını tuz stresine maruz bırakmadan önce 24 saat SA ile muamele etmiş ve ardından bitkinin endojen giberellik asit (GA) ve indol asetik asit (IAA) konsantrasyonlarını ölçmüşlerdir. Çalışma sonucunda SA ile muamele edilen bitkilerde GA ve IAA konsantrasyonlarında düşüş olduğunu belirlemişlerdir. SA ile muamele edilen turp bitkilerinde tuzlu koşullarda bitki boyu, sürgün ve kök yaş ağırlığı gibi parametrelerde düşüş ortaya çıkmış ve bu durumun serbest IAA ve GA miktarlarındaki azalma ile ilişkili olduğu sonucu çıkarılmıştır.

Bu çalışmadan elde edilen veriler ışığında, tuzlu koşulların turp bitkisinin hem çimlenme hem de vejetatif gelişim parametreleri üzerinde doz ve çeşide bağlı olarak olumsuz etki yaptığı bulunmuş ve bu koşullarda uygulanan SA'ın de yine uygulama dozu ve çeşide bağlı olarak bazı parametreler üzerinde tuza tolerans sağlarken diğer bazıları üzerinde inhibe edici etki yaptığı belirlenmiştir. Tuz stresinin etkilerinin çeşide bağlı olarak değişim gösterdiği göz önünde bulundurulduğunda, tuzlu koşullarda tarımsal üretimdeki verim kayıplarını önlemek amacıyla tuza toleran olduğu belirlenen turp çeşitlerinin kullanılmasının yanında, tohumlara çeşide bağlı olarak düşük dozlarda (0,25 ve 0,50 mM) SA uygulanması da özellikle çimlenme aşamasında fide kayıplarının önüne geçilmesini sağlayacak uygulamalar olarak önerilebilir.

Kaynaklar

Adams P. 1991. Effects of increasing the salinity of the nutrient solution with major nutrients or sodium chloride on the yield, quality and composition of tomatoes grown in rockwool. *Journal of Horticultural Science*, 66: 201–207.

Chaparzadeh, N, Hosseinzad-Behboud E. 2015. Evidence for enhancement of salinity induced oxidative damages by salicylic acid in radish (*Raphanus sativus* L.). *Journal of Plant Physiology and Breeding*, 5(1): 23-33.

Coopland OL, McDonald MB. 1995. Seed science and technology. 3rd Edn. Chapman and Hall. New York, pp: 240.

Ellis RH, Roberts EH. 1981. The Quantification of Ageing and Survival in Orthodox Seeds. *Seed Science and Technology*, 9: 373-409.

Gosh P, Dash PK, Rituraj S, Mannan MA. 2014. Effect of salinity on germination, growth and yield of radish (*Raphanus sativus* L.) varieties. *International Journal of Biosciences*, 5(1): 37-48.

ISTA 1985. International Rules for Seed Testing. *Seed Science Technology* 13.

Jamil M, Rehman S, Lee KJ, Kim JM, Kim HS, Rha ES. 2007. Salinity reduced growth ps2 photochemistry and chlorophyll content in radish. *Scientia Agricola*, 64(2): 111-118.

Jasim AH, Al Timmen WMA, Abid AS. 2016. Effect of salt stress on plant growth and free endogenous hormones of primed radish (*Raphanus sativus* L.) seeds with salicylic acid. *International Journal of ChemTech Research*, 9(6): 339-346.

Kalantari H, Kooshapur H, Rezaii F, Ranjbari N, Moosavi M. 2009. Study of the protective effect of *Raphanus sativus* (radish), seed in liver toxicity induced by carbon tetrachloride in mice. *Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products*, 4: 24–31.

Karim Z, Hussain SG, Ahmed M. 1990. Salinity problems and crop intensification in the coastal regions of Bangladesh. *Seminar proceedings on BARC (Bangladesh Agricultural Research Council)*. Dhaka, 1.

Klessig DF, Malamy J. 1994. The salicylic acid signal in plants. *Plant molecular biology*, 26(5): 1439-1458.

Larry KH. 1977. Commercial vegetables crops development of Horticulture. Washington State University, Pullman, Washington. *American Journal of Horticulture*, 99(2): 164.

Maas EV, Hoffman GJ. 1977. Crop salt tolerance - Current assessment. *Netherland Journal of Irrigation and Drainage*, 103(2): 115–134.

Marcelis LFM, Van Hooijdonk J. 1999. Effect of salinity on growth, water use and nutrient use in radish (*Raphanus sativus* L.). *Plant and Soil*, 215(1): 57-64.

Mehdy MC. 1994. Active oxygen species in plant defense against pathogens. *Plant physiology*, 105(2): 467.

Munir S, Siddiqi EH, Bhatti KH, Nawaz K, Hussain K, Rashid R, Hussain, I. 2013. Assessment of inter-cultivar variations for salinity tolerance in winter radish (*Raphanus sativus* L.) using photosynthetic attributes as effective selection criteria. *World Applied Sciences Journal*, 21(3): 384-388.

Panwar P, Bhardwaj SD. 2005. *Handbook of practical forestry*. Agrobios (India).

Santner A, Estelle M. 2010. The ubiquitin-proteasome system regulates plant hormone Signalling. *The Plant Journal*, 61: 1029–1040.

Senaratna T, Touchell D, Bunn E, Dixon K. 2000. Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. *Plant Growth Regulation*, 30(2): 157-161.

Sivritepe HÖ. 2012. Tohum Gücünün Değerlendirilmesi. *Alatırım Dergisi*, 11(2), 33-44.

Sonneveld C. 1988. Salt tolerance of greenhouse crops. *Netherlands Journal of Agricultural Science*. 36: 63–73.

William MJR. 1986. The national and international drought and salinity effects on agricultural production. *Australian Journal of Plant Physiology*. 13, 1-3.

Yildirim E, Turan M, Donmez F. 2008. Mitigation of salt stress in radish (*Raphanus Sativus* L.) by plant growth promoting rhizobacteria. *Romanian Biotechnological Letters*, 1395: 3933-3943.