

Salisilik Asit Uygulamalarının Tuz Stresi Altındaki Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Çeşitlerinde Çimlenme ve Tohum Özellikleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi

Ferda Özkorkmaz¹ , Fatih Öner¹ 

¹Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Ordu

Geliş Tarihi / Received Date: 11.07.2022

Kabul Tarihi / Accepted Date: 03.10.2022

Öz

Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Laboratuvarında 2022 yılında yürütülen bu çalışmada tuz stresi altındaki arpa çeşitlerinde salisilik asit uygulamalarının çimlenme ve tohum özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bitki materyali olarak 3 farklı arpa çeşidi (Larende, Beyşehir, Kral) kullanılmıştır. Dört farklı tuz konsantrasyonu (0-50-100-150 mM) ve dört farklı salisilik asit konsantrasyonu (0-0.25-0.5-1 mM) arpa tohumlarına uygulanmıştır. Araştırma, tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre üç tekrarlı olarak yürütülmüştür. Araştırmada çimlenme oranı (%), çimlenme süresi (gün), toplam yaş ve kuru ağırlık (g), radikula yaş ve kuru ağırlığı (g), koleoptil yaş ve kuru ağırlığı (g), radikula uzunluk (mm) ve koleoptil uzunluk (mm) değerleri hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda tüm uygulamalarda en iyi sonuç veren çeşitler Larende ve Beyşehir arpa çeşitleri olmuştur. Tuz dozlarının artmasıyla birlikte hemen hemen incelenen tüm parametrelerde olumsuz yönde değişiklikler meydana gelmiş, salisilik asit uygulamalarıyla bu olumsuz değişiklikler tamamen ortadan kaldırılamasa da etkileri azaltılmıştır. Tuzun özellikle 150 mM dozu en kritik değişikliklerin meydana geldiği tuz dozu olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: arpa, çimlenme, salisilik asit, tuz stresi

Determination of the Effects of Salicylic Acid Treatments on Germination and Seed Properties of Barley (*Hordeum vulgare* L.) Cultivars under Salt Stress

Abstract

In this study, which was carried out in laboratory of department of Field Crops of Ordu University Faculty of Agriculture in 2022, it was aimed to determine the effects of salicylic acid applications on germination and seed characteristics of barley varieties under different salt stress. Three different barley varieties (Larende, Beyşehir, Kral) were used as plant material. Four different salt concentrations (0-50-100-150 mM) and four different salicylic acid concentrations (0-0.25-0.5-1 mM) were applied to barley seeds. The experiment was established the factorial design in randomized plots with 3 replications In the study, germination rate (%), germination time (days), total fresh and dry weight (g), radicular fresh and dry weight (g), coleoptile fresh and dry weight (g), radicular length (mm) and coleoptile length (mm) values were calculated. As a result of the study, Larende and Beyşehir barley cultivars were the varieties that gave the best results in all applications. Negative changes occurred in almost all the parameters examined with the increase in salt doses, and although these negative changes could not be completely eliminated with salicylic acid applications, their effects were reduced. In particular, the 150 mM dose of salt was determined as the salt dose at which the most critical changes occurred.

Keywords: barley, germination, salicylic acid, salt stress

Giriş

Bitkilerde stres, üretimi sınırlayan önemli nedenlerin başında gelmektedir. Bitkilerde stres biyotik (bitki, mikroorganizma, vs) ve abiyotik (tuz, kuraklık, sıcaklık, vb.) olmak üzere ikiye ayrılır. Tuz stresi abiyotik stres faktörleri içerisinde üretimi en çok sınırlayanlardan birisidir. Tuz stresi bitkilerde osmotik ve iyon stresine neden olarak büyüme ve gelişmeyi engellemektedir (Parida ve Das, 2005). Osmotik stres sonucu bitkiler toprakta var olan sudan yeteri kadar faydalanamadıkları için fizyolojik kuraklık meydana gelmektedir (Tuteja, 2007). Bitki kökleri toprağa doğrudan temas ettiği için tuz stresinde kök ve sürgün yapılarının tepkilerinin belirlenmesi oldukça önemlidir (Öner vd., 2018). Tuz stresi tüm bitki gelişim evrelerinde olumsuz etki göstermekle birlikte çimlenme tuzluluğa en hassas olan evredir (Khan vd., 2009). Ortamdaki fazla tuz miktarı çimlenme oranını düşürmekte ve çimlenmeyi geciktirmektedir (Bojović vd., 2010). Tuza dayanıklı tohumlar, çimlenme çalışmalarında NaCl kaynaklı iyonik stres oluşturularak belirlenebilmektedir (Öner ve Kırılı, 2018). Salisilik asit stres faktörlerine karşı bitkinin korunma mekanizması oluşturmak amacıyla ürettiği bir sinyal molekülüdür (Senaratna vd., 2000) ve bitki büyüme düzenleyicisi olarak sınıflandırılmaktadır (Raskin, 1992). Dışardan uygulanan salisilik asitin çevresel stres şartlarında bitkilerin savunma mekanizması olarak kullandığı önemli bir molekül olduğu bilinmektedir (Senaratna vd., 2000). Ayrıca salisilik asitin bitkilerde tohum çimlenmesi, iyon alınımı ve taşınımı, fotosentez, büyüme ve gelişme gibi pek çok fizyolojik olayda da yer aldığı bildirilmiştir (Torun, 2012). Torun ve Ayaz (2019) salisilik asitin bitki türü ve uygulanan konsantrasyona bağlı olarak arpada tuz stresinin etkilerini önlediği açıklamışlardır. Arpa tahıllar arasında adaptasyon yeteneği yüksek olan bir bitkidir ve tuzluluğa dayanıklılığı yüksektir. Tuz stresi diğer bitkilerde olduğu gibi arpada da büyüme ve gelişmeyi olumsuz etkilemekte ve bu etki en fazla çimlenme ve çıkışta görülmektedir (Begum vd., 1992; Parlak, 1999). Bitkilerin tuzluluğa olan toleransı sadece aynı tür içerisinde değil, aynı türün çeşitleri ve hatta türe ait çeşidin farklı bölgelerinde farklı tepkiler gösterebilmektedir (Torun, 2012). Çeşit seçimi tohumların çimlenme performansını etkileyen önemli bir faktördür (Öner ve Kırılı, 2018). Tuzluluğun fazla olduğu topraklarda verimli bir bitki yetiştiriciliği yapılması için tuzluluğa toleranslı uygun çeşitlerin kullanılması ve tuz stresini inhibe edecek uygulamaların kullanılması gerekmektedir. Çalışmamızda salisilik asit uygulamalarının tuz stresine maruz kalan farklı arpa çeşitlerinde çimlenme ve tohum özelliklerine olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışmamızda bitki materyali olarak 3 farklı Arpa çeşidi (Larende, Kral, Beyşehir) kullanılmıştır.

Yöntem

Bu araştırma Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla bitkileri bölümü laboratuvarında in vitro şartlarda 2022 yılında yürütülmüştür. Çalışmada 3 arpa çeşidi (Larende, Beyşehir, Kral), 4 farklı tuz dozu (0-50-100-150 mM), ve 4 farklı salisilik asit dozu (0-0.25-0.5-1 mM) kullanılmıştır. Tuz kaynağı olarak sodyum klorür (NaCl) kullanılmıştır. Denemede 11 cm çapında petri kaplarına 25 adet tohum konulmuş, her petriye hazırlanan solüsyonlardan 10 ml eklenmiştir. Petri kapları parafilm ile kapatılarak 25 ±1 °C'de karanlık ortamda inkübatöre yerleştirilmiştir. Parametreler ISTA kurallarına uygun olarak yapılan ölçüm ve sayımlarla elde edilmiştir. Radikula uzunluğu 2 mm olan tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir. Uygulamalar sonucu arpa tohumlarında çimlenme oranı (%), çimlenme süresi (gün), toplam yaş ve kuru ağırlık (g), radikula yaş ve kuru ağırlık (g), koleoptil yaş ve kuru ağırlık (g), radikula uzunluğu (mm) ve koleoptil uzunluğu (mm) hesaplanmıştır. Kuru ağırlıklar için yaş örnekler 105 °C'de 2 saat kurutulmuştur (Yıldız ve Özgen, 2004).

Çimlenme oranı (%) = (çimlenen tohum sayısı / toplam tohum sayısı) ×100

Ortalama Çimlenme süresi= $\sum(fx)/\sum f$ (Matthews ve KhajehHosseini, 2007).

Formülde f: sayım gününde çimlenen tohum sayısı, x: başlangıçtan sayımın yapıldığı zamana kadar geçen gün sayısıdır.

Deneme tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak kurulmuştur.

İstatistik Analizler

Elde edilen verilerde varyans analizleri JMP-13.0 istatistik programında, çoklu karşılaştırmalar %5 önem seviyesinde LSD testi kullanılarak yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Çalışma sonucu elde edilen verilere ilişkin varyans analiz tablosu Tablo 1’de verilmiştir. Tablo 1’e bakıldığında, çeşitlerin incelenen tüm özelliklere etkisi %1 düzeyinde önemli çıktığı görülmektedir. SA uygulamalarının etkisinin çimlenme oranı, çimlenme süresi, toplam kuru ağırlık, koleoptil yaş ve kuru ağırlık özellikleri üzerine etkisi %5 oranında, radikula yaş ve kuru ağırlık ile radikula uzunluk üzerine etkisi %1 oranında önemli çıkarken, toplam yaş ağırlık ve koleoptil uzunluk üzerine etkisi önemsiz çıkmıştır. Tuz uygulamalarının etkisine bakıldığında, koleoptil yaş ağırlık ve koleoptil uzunluk üzerine etkisi %5 oranında, çimlenme oranı, radikula yaş ve kuru ağırlık, koleoptil kuru ağırlık ve radikula uzunluk üzerine etkisi %1 oranında, çimlenme süresi, ile toplam yaş ve kuru ağırlık değerleri üzerine etkisi ise önemsiz çıkmıştır. ÇeşitxSA interaksiyonlarının toplam yaş ağırlık ve radikula uzunluğuna etkisi %5, çimlenme oranı, çimlenme süresi, toplam kuru ağırlık, radikula yaş ve kuru ağırlık, koleoptil yaş ve kuru ağırlık üzerine etkisi %1 oranında önemli çıkarken koleoptil uzunluk üzerine etkisi önemsiz çıkmıştır. ÇeşitxTuz interaksiyonlarının toplam yaş ve kuru ağırlık, radikula yaş ağırlık, koleoptil yaş ve kuru ağırlık ve radikula uzunluk üzerine etkisi %1 oranında önemli çıkarken çimlenme oranı, çimlenme süresi, radikula kuru ağırlık ve koleoptil uzunluk üzerine etkisi önemsiz çıkmıştır. SAxTuz interaksiyonlarının radikula kuru ağırlık üzerine etkisi %5 oranında, toplam yaş ve kuru ağırlık, radikula yaş ağırlık, koleoptil yaş ağırlık üzerine etkisi %1 oranında önemli çıkarken, çimlenme oranı, çimlenme süresi, koleoptil kuru ağırlık, radikula ve koleoptil uzunluk üzerine etkisi önemsiz çıkmıştır. ÇeşitxSAxTuz interaksiyonuna baktığımızda çimlenme süresi ve radikula üzerine etkisi %5 oranında, toplam yaş ve kuru ağırlık, radikula yaş ve kuru ağırlık, koleoptil yaş ve kuru ağırlık üzerine etkisi %1 oranında önemli çıkmış, çimlenme oranı ve koleoptil uzunluk üzerine etkisi ise önemsiz çıkmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Arpa Çeşitlerinin Farklı Tuz Konsantrasyonları ve Farklı Salisilik Asit Konsantrasyonlarında

V.K.	SD	F değerleri									
		Ç.O.	Ç.S.	T.Y.A.	T.K.A.	R.Y.A.	R.K.A.	K.Y.A.	K.K.A.	R.U.	K.U.
Ç	2	35.43**	11.77**	79.90**	41.85**	276.4**	129.88**	103.95**	37.38**	55.11**	29.23**
SA	3	2.92 *	2.80 *	2.29 öd	5.59 *	15:6**	21.84**	7.44 *	6.88*	14.70**	0.74 öd
T	3	24.12**	1.18 öd	1.78 öd	0.82 öd	15.62**	7.92**	6.65 *	9.31**	22.55**	4.25 *
ÇxSA	6	2.39 **	6.48 **	3.76 *	7.38**	19.53**	15.30**	6.57**	8.41**	3.79 *	1.14 öd
ÇxT	6	0.15 öd	0.88 öd	6.37**	9.17**	8.76**	2.81 öd	12.77**	12.71**	5.36**	3.29 öd
SAxT	9	0.26 öd	1.06 öd	7.47**	5.23**	6.98**	3.29 *	11.67**	1.85öd	1.02öd	1.50 öd
ÇxSAxT	18	1.61 öd	1.83 *	4.24**	3.90**	5.608**	4.65 **	7.88**	8.09**	2.87 *	1.16 öd

Ç: Çeşit, SA: Salisilik asit, T: Tuz, Ç.O: Çimlenme oranı, Ç.S: Çimleme süresi, T.Y.A: Toplam yaş ağırlık, T.K.A: Toplam kuru ağırlık, R.Y.A: Radikula yaş ağırlık, R.K.A: Radikula kuru ağırlık, K.Y.A: Koleoptil yaş ağırlık, K.K.A: Koleoptil kuru ağırlık, R.U: Radikula uzunluk, K.U: Koleoptil uzunluk

İncelenen Parametrelere İlişkin Varyans Analizi

Çimlenme Oranı (%)

Çimlenme oranı değerleri %51.00-97.33 arasında belirlenmiş olup en yüksek çimlenme oranı Beyşehir çeşidinde, tuz ve SA kullanılmayan tohumlardan, en düşük çimlenme oranı ise Kral çeşidinde 150 mM tuz ve 0.2 mM SA interaksiyonundan elde edilmiştir (Tablo 2). Çeşitlerin çimlenme oranına etkisi

önemli çıkmıştır. Farklı genetik ve adaptasyon yapısına sahip oldukları için farklı çeşitlerde farklı çimlenme oranlarının olması beklenen bir özelliktir. Tuz dozları arttıkça çimlenme oranı düşerken en fazla düşüş 150 mM tuz konsantrasyonunda görülmüştür. SAxTuz interaksyonuna baktığımızda SA dozları arttıkça tuz dozlarının çimlenme oranı üzerindeki olumsuz etkisini engellediği görülmektedir. Benzer şekilde Torun ve Ayaz (2019) arpada yaptıkları çalışmada SA uygulamalarının tuzun arpada çimlenme özellikleri üzerine olumsuz etkilerini engellediğini belirtmişlerdir. Yapılan çalışmalar SA bitkilerin çeşitli stres faktörlerine karşı özellikle ilk gelişim dönemlerinde hassasiyetini belirlemede önemli bir rol oynadığını göstermiştir (Borsani vd., 2001; Dat vd., 1998; Rao vd., 1999) Kontrol gruplarında en yüksek çimlenme oranı değerleri elde edilirken, tuz dozları arttıkça düşüşlerin meydana geldiği çizelgede görülmektedir (Tablo 2). Çimlenmenin başlayabilmesi için ilk olarak tohum içine su girişinin olması gerekmektedir. Tuz dozlarının artmasıyla tuzun toksik etkisinin artması ya da su alımını engellemesiyle tohumun su girişinin engellenmesi sonucu çimlenme azalmaktadır. Artan tuz oranlarının çimlenme oranlarında düşüş meydana getirdiğini birçok araştırmacı belirtmişlerdir (Benlioğlu ve Özkan, 2015; Karaca Öner ve Kırılı, 2020; Öner vd., 2018; Öner ve Kırılı, 2018; Özkorkmaz vd., 2020)

Tablo 2. Salisilik Asit Uygulamalarının Tuz Stresi Altındaki Arpa Çeşitlerinde Çimlenme Oranına (%) Ait Ortalamalar ve İstatistik Gruplar

		Salisilik Asit Dozları (SA) (mM)					Çeşit (Ort.)
Çeşit	Tuz Dozları (mM)	0	0.25	0.5	1	ÇeşitxTuz (Ort.)	
Larende	0	90.66	89.33	94.66	88.00	90.66	
	50	86.66	89.33	90.66	85.33	88.00	
	100	86.66	78.66	78.66	78.66	80.66	
	150	68.00	74.66	72.00	68.00	70.66	
	ÇeşitxSA (Ort.)	83.00 ^{AB}	83.00 ^{AB}	84.00 ^{AB}	80.00 ^{ABC}		85.50 ^A
Kral	0	94.66	56.00	78.66	77.33	76.66	
	50	89.33	56.00	73.33	69.33	72.00	
	100	53.33	76.00	61.33	66.66	64.33	
	150	60.00	51.00	56.00	60.00	56.75	
	ÇeşitxSA (Ort.)	74.33 ^{CD}	59.75 ^E	67.33 ^{DE}	68.33 ^D		67.43 ^B
Beyşehir	0	97.33	92.00	86.66	84.00	90.00	
	50	92.00	88.00	77.33	86.66	86.00	
	100	88.00	84.00	77.33	76.00	81.33	
	150	76.00	78.00	70.66	66.66	72.83	
	ÇeşitxSA (Ort.)	88.33 ^A	85.50 ^{AB}	78.00 ^{BC}	78.33 ^{BC}		82.54 ^A
SAxT (Ort.)							
		Salisilik Asit Dozları (mM)				Tuz (Ort.)	
		0	0.25	0.5	1		
Tuz Dozları (mM)	0	94.22	79.11	86.66	83.11	85.77 ^A	
	50	89.33	77.77	80.44	80.44	82.00 ^A	
	100	76.00	79.55	72.44	73.77	75.44 ^B	
	150	68.00	67.88	66.22	64.88	66.75 ^C	
	SA (Ort.)	81.88 ^a	76.44 ^b	76.08 ^b	75.55 ^b		

Çimlenme Süresi (gün)

En uzun çimlenme süresi 4.00 gün ile Kral çeşidinde 150 mM tuz dozu ile 0.25 mM SA dozu interaksyonundan, en kısa çimlenme süresi ise 1.74 gün ile Larende çeşidinde 0.25 mM SA dozu ile tuzun uygulanmadığı tohumlarda belirlenmiştir. Çeşitlerde Larende ve Kral en uzun çimlenme

süresine sahiptir ve aynı grupta yer almışlardır (Tablo 3). Tuz ve SA dozları artarken çimlenme süresi artmıştır (Tablo 3). Benzer şekilde başka araştırmacılar da tuz dozlarının artmasıyla birlikte çimlenme hızının arttığını bildirmişlerdir (Pancholi vd., 2001; Prazak, 2001). Anaya vd. (2015) tuz stresi altındaki baklada tuz dozlarının artışıyla çimlenme sürelerinin arttığını, SA uygulamalarının ise tuzun etkisini ortadan kaldırdığını belirtmişlerdir. Salisilik asit bitkilerde katalaz enziminin aktivitesini engelleyebilmektedir. Katalaz enziminin aktivitesinin azalmasıyla birlikte hidrojen peroksit artarak tohumda çimlenmeyi geliştirebilir (Nun vd., 2003).

Tablo 3. Salisilik Asit Uygulamalarının Tuz Stresi Altındaki Arpa Çeşitlerinde Çimlenme Süresine (gün) Ait Ortalamalar ve İstatistik Gruplar

Çeşit	Tuz Dozları (mM)	Salisilik Asit Dozları (SA) (mM)				Çeşit (Ort.)
		0	0.25	0.5	1	ÇeşitxTuz (Ort.)
Larende	0	2.48 ^{d-k}	1.74 ^k	2.21 ^{h-k}	3.26 ^{a-e}	2.42
	50	2.20 ^{h-k}	2.73 ^{b-j}	2.89 ^{b-h}	2.82 ^{b-i}	2.66
	100	2.47 ^{e-k}	2.67 ^{c-j}	2.65 ^{c-j}	3.50 ^{abc}	2.82
	150	2.71 ^{c-j}	2.02 ^{ijk}	3.07 ^{b-g}	3.31 ^{a-d}	2.77
	ÇeşitxSA (Ort.)	2.46 ^{BCD}	2.29 ^{CDE}	2.70 ^{BC}	3.22 ^A	2.67 ^A
Kral	0	2.18 ^{h-k}	2.62 ^{d-j}	2.37 ^{f-k}	2.64 ^{d-j}	2.45
	50	2.12 ^{h-k}	2.90 ^{b-h}	2.80 ^{b-i}	2.35 ^{g-k}	2.54
	100	2.55 ^{d-k}	3.14 ^{b-f}	2.23 ^{g-k}	3.55 ^{ab}	2.87
	150	2.20 ^{h-k}	4.00 ^a	2.20 ^{h-k}	2.31 ^{g-k}	2.68
	ÇeşitxSA (Ort.)	2.26 ^{DE}	3.17 ^A	2.40 ^{BCD}	2.71 ^B	2.64 ^A
Beyşehir	0	2.70 ^{c-j}	1.69 ^k	1.99 ^{ijk}	2.11 ^{h-k}	2.13
	50	1.92 ^{jk}	2.19 ^{h-k}	2.47 ^{d-k}	2.34 ^{g-k}	2.23
	100	2.45 ^{e-k}	1.96 ^{jk}	2.47 ^{d-k}	2.09 ^{h-k}	2.24
	150	2.17 ^{g-k}	2.09 ^{ijk}	2.48 ^{d-k}	2.14 ^{h-k}	2.22
	ÇeşitxSA (Ort.)	2.31 ^{B-E}	1.98 ^E	2.35 ^{B-E}	2.17 ^{DE}	2.20 ^B
SAXT (Ort.)						
Salisilik Asit Dozları (mM)						
Tuz Dozları (mM)		0	0.25	0.5	1	Tuz (Ort.)
	0	2.46	2.48	2.13	2.56	2.41
	50	2.10	2.51	2.58	2.60	2.45
	100	2.35	2.51	2.64	2.65	2.54
	150	2.48	2.41	2.59	3.00	2.64
SA (Ort.)	2.35 ^B	2.48 ^{AB}	2.49 ^{AB}	2.70 ^A		

Toplam Yaş Ağırlık (g)

En yüksek toplam yaş ağırlık 3.21 g ile Larende çeşidinde 50 mM tuz dozu ile 1 mM SA interaksyonunda, en düşük toplam yaş ağırlık değeri ise 0.56 g ile Kral çeşidinde 0.25 mM SA dozu ile tuzun uygulanmadığı tohumlardan elde edilmiştir. 50 mM tuz dozunda toplam yaş ağırlık değeri kontrole kıyasla daha yüksekken, diğer tuz dozlarında azalış meydana gelmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Salisilik Asit Uygulamalarının Tuz Stresi Altındaki Arpa Çeşitlerinde Toplam Yaş Ağırlık (g) Değerlerine Ait Ortalamalar ve İstatistik Gruplar

Çeşit	Tuz Dozları (mM)	Salisilik Asit Dozları (SA) (mM)				ÇeşitxTuz(Ort.)	Çeşit (Ort.)
		0	0.25	0.5	1		
Larende	0	2.44 ^{bc}	1.99 ^{b-e}	1.92 ^{b-f}	1.50 ^{e-k}	1.94 ^{AB}	1.81 ^A
	50	1.70 ^{d-i}	1.31 ^{g-n}	2.44 ^{bc}	3.21 ^a	2.15 ^A	
	100	2.46 ^b	1.88 ^{d-h}	1.96 ^{b-e}	1.21 ^{h-p}	1.84 ^{BC}	
	150	1.25 ^{h-o}	1.29 ^{h-n}	1.26 ^{h-o}	1.50 ^{e-k}	1.32 ^{DE}	
	ÇeşitxSA (Ort.)	1.95 ^A	1.58 ^{CD}	1.87 ^{AB}	1.85 ^{ABC}		
Kral	0	1.36 ^{f-m}	0.56 ^r	1.18 ^{i-q}	0.70 ^{o-r}	0.95 ^F	0.91 ^C
	50	0.86 ^{l-r}	1.03 ^{j-r}	0.96 ^{k-r}	1.02 ^{j-r}	0.96 ^F	
	100	0.87 ^{l-r}	0.64 ^{qr}	1.00 ^{j-r}	0.87 ^{l-r}	0.84 ^F	
	150	0.94 ^{j-r}	0.99 ^{k-r}	0.78 ^{n-r}	0.90 ^{l-r}	0.95 ^F	
	ÇeşitxSA (Ort.)	1.01 ^E	0.80 ^E	0.98 ^E	0.87 ^E		
Beyşehir	0	1.27 ^{h-n}	2.07 ^{b-e}	1.15 ^{i-q}	0.84 ^{l-r}	1.33 ^{DE}	1.42 ^B
	50	1.40 ^{f-l}	0.92 ^{l-r}	0.83 ^{m-r}	1.96 ^{b-e}	1.27 ^E	
	100	1.77 ^{d-i}	2.00 ^{b-e}	0.67 ^{pqr}	1.51 ^{d-k}	1.47 ^{DE}	
	150	1.56 ^{d-k}	1.27 ^{h-n}	1.54 ^{d-j}	2.00 ^{b-e}	1.60 ^{CD}	
	ÇeşitxSA (Ort.)	1.48 ^D	1.56 ^D	1.05 ^E	1.59 ^{BCD}		
SAxT (Ort.)							
Salisilik Asit Dozları (mM)							
		0	0.25	0.5	1	Tuz (Ort.)	
Tuz Dozları (mM)	0	1.69 ^b	1.53 ^{bc}	1.40 ^{b-e}	1.01 ^f	1.41	
	50	1.30 ^{c-f}	1.09 ^{ef}	1.41 ^{b-e}	2.06 ^a	1.46	
	100	1.68 ^b	1.47 ^{bcd}	1.20 ^{def}	1.19 ^{def}	1.38	
	150	1.25 ^{c-f}	1.18 ^{def}	1.19 ^{def}	1.48 ^{bcd}	1.27	
	SA (Ort.)	1.49	1.31	1.30	1.44		

Tuz toksik etkiye sahip olmasına rağmen düşük dozlarda tohumda besin elementi görevi görmektedir (Kacar vd., 2009). Artan tuz dozlarıyla birlikte toplam yaş ağırlık değerleri azalırken SA uygulamaları ile azalış oranları düşmektedir. SA tuzun olumsuz etkisini inhibe ettiği görülmektedir (Tablo 4). Anaya vd. (2015) yaptıkları çalışmada tanede yaş ağırlığının tuz uygulamaları ile azaldığını, SA uygulamalarının ise meydana gelen azalışı engellemekle birlikte kontrolden daha düşük değerler elde edildiğini bildirmişlerdir.

Toplam Kuru Ağırlık (g)

En yüksek toplam kuru ağırlık değeri 0.54 g ile Larende çeşidinde 1 mM SA dozu ile tuzun uygulanmadığı tohumlardan, en düşük değer ise 0.20 g ile Kral çeşidinde 150 mM tuz dozu ile 0.25 mM SA dozu interaksyonundan elde edilmiştir. Çeşitlerin toplam kuru ağırlık değerleri üzerine etkisi önemli çıkarken en yüksek toplam kuru ağırlık Larende çeşidinden elde edilmiş olup onu sırasıyla Beyşehir ve Kral çeşitleri izlemektedir. Tuzun tek başına toplam kuru ağırlık üzerine etkisi önemsiz çıkarken SAxT interaksyonlarının etkisi önemli çıkmıştır. Artan SA dozlarıyla birlikte toplam kuru ağırlık değerleri artış göstermektedir (Tablo 5). Deef (2007) arpada tuz dozlarının artışıyla birlikte kuru ağırlığın azaldığını, SA dozlarının ise kuru ağırlığı arttırdığını bildirmiş, SAxT konsantrasyonunda ise artış olduğunu fakat bu artışın SA in tek uygulamalarından elde edilen artıştan daha düşük olduğunu bildirmiştir.

Tablo 5. Salisilik Asit Uygulamalarının Tuz Stresi Altındaki Arpa Çeşitlerinde Toplam Kuru Ağırlık (g) Değerlerine Ait Ortalamalar ve İstatistik Gruplar

		Salisilik Asit Dozları (SA) (mM)					Çeşit (Ort.)
Çeşit	Tuz Dozları (mM)	0	0.25	0.5	1	ÇeşitxTuz(Ort.)	
Larende	0	0.30 ^{g-p}	0.39 ^{bcd}	0.33 ^{b-l}	0.54 ^a	0.39 ^A	
	50	0.38 ^{b-e}	0.37 ^{b-h}	0.37 ^{b-h}	0.49 ^a	0.40 ^A	
	100	0.37 ^{b-h}	0.37 ^{b-g}	0.30 ^{g-p}	0.35 ^{b-j}	0.35 ^{BC}	
	150	0.28 ^{j-r}	0.33 ^{c-m}	0.35 ^{b-i}	0.35 ^{b-i}	0.33 ^{CD}	
	ÇeşitxSA (Ort.)	0.33 ^{BC}	0.36 ^B	0.34 ^{BC}	0.43 ^A		0.37 ^A
Kral	0	0.30 ^{e-q}	0.33 ^{b-l}	0.21 ^{rs}	0.30 ^{g-p}	0.29 ^{EF}	
	50	0.32 ^{d-n}	0.26 ^{m-s}	0.30 ^{h-p}	0.31 ^{f-o}	0.29 ^{DE}	
	100	0.22 ^{qrs}	0.31 ^{f-p}	0.25 ^{n-s}	0.25 ^{n-s}	0.26 ^F	
	150	0.40 ^{bc}	0.20 ^s	0.34 ^{b-k}	0.22 ^{qrs}	0.29 ^{EF}	
	ÇeşitxSA (Ort.)	0.31 ^{CDE}	0.27 ^{EF}	0.27 ^{DEF}	0.27 ^F		0.28 ^C
Beyşehir	0	0.40 ^b	0.41 ^b	0.30 ^{f-p}	0.35 ^{b-i}	0.37 ^{AB}	
	50	0.35 ^{b-i}	0.24 ^{o-s}	0.23 ^{p-s}	0.32 ^{d-n}	0.29 ^{EF}	
	100	0.41 ^b	0.38 ^{b-f}	0.27 ^{k-s}	0.31 ^{f-p}	0.34 ^{BC}	
	150	0.26 ^{k-s}	0.29 ^{i-p}	0.30 ^{f-p}	0.26 ^{l-s}	0.28 ^{EF}	
	ÇeşitxSA (Ort.)	0.35 ^B	0.33 ^{BC}	0.27 ^{DEF}	0.31 ^{CD}		0.32 ^B
SAxT (Ort.)							
Salisilik Asit Dozları (mM)							
		0	0.25	0.5	1	Tuz (Ort.)	
Tuz Dozları (mM)	0	0.33 ^{a-d}	0.32 ^{b-f}	0.36 ^a	0.31 ^{c-f}	0.33	
	50	0.30 ^{def}	0.29 ^f	0.35 ^{abc}	0.37 ^a	0.33	
	100	0.28 ^{ef}	0.33 ^{a-d}	0.29 ^{ef}	0.37 ^a	0.32	
	150	0.27 ^f	0.35 ^{a-d}	0.33 ^{a-e}	0.30 ^{def}	0.31	
	SA (Ort.)	0.30 ^B	0.32 ^A	0.33 ^A	0.34 ^A		

Radikula Yaş Ağırlık (g)

Tüm uygulamaların radikula yaş ağırlık değerleri üzerine etkisi önemli çıkmıştır. En yüksek radikula yaş ağırlık değeri 0.36 g ile Larende çeşidinde tuz ve SA uygulanmayan kontrol grubundan, en düşük değer ise 0.01 g ile Kral çeşidinde 100 ve 150 mM tuz konsantrasyonu ile SA tüm dozlarının interaksyonundan elde edilmiştir. En yüksek radikula yaş ağırlık değeri Larende çeşidinde elde edilmiş olup bunu sırasıyla Beyşehir ve Kral çeşitleri izlemektedir. Tuz dozları ve SA dozları arttıkça radikula yaş ağırlık değerlerinde azalış meydana gelmektedir. Tuz dozlarının etkisi incelendiğinde en fazla azalış 150 mM tuz dozundan elde edilirken 50 ve 100 mM tuz dozlarından elde edilen radikula yaş ağırlık değerleri aynı istatistik grupta yer almıştır. SA değerleri arttıkça tuz stresi altında tohumların radikula yaş ağırlık değerleri azalmaktadır (Tablo 6). Çalışmamızla benzer olarak radikula yaş ağırlık değerlerinde artan tuz dozlarına bağlı olarak azalış meydana geldiğini başka araştırmacılar da bildirmişlerdir (Jamil ve Rha, 2007; Khadri vd., 2007; Öner ve Soysal, 2020; Özkorkmaz vd., 2020; Petrović vd., 2016).

Tablo 6. Salisilik Asit Uygulamalarının Tuz Stresi Altındaki Arpa Çeşitlerinde Radikula Yaş Ağırlık (g) Değerlerine Ait Ortalamalar ve İstatistik Gruplar

		Salisilik Asit Dozları (SA) (mM)				Çeşit (Ort.)
Çeşit	Tuz Dozları (mM)	0	0.25	0.5	1	ÇeşitxTuz(Ort.)
Larende	0	0.36 ^a	0.27 ^b	0.34 ^a	0.18 ^{d-h}	0.29 ^A
	50	0.21 ^{c-f}	0.20 ^{d-g}	0.21 ^{c-f}	0.27 ^b	0.22 ^B
	100	0.24 ^{bcd}	0.13 ^{h-l}	0.21 ^{c-f}	0.22 ^{b-e}	0.20 ^B
	150	0.20 ^{def}	0.08 ^{l-p}	0.08 ^{l-p}	0.23 ^{b-e}	0.15 ^C
	ÇeşitxSA (Ort.)	0.25 ^A	0.17 ^C	0.21 ^B	0.22 ^{AB}	0.21 ^A
Kral	0	0.14 ^{g-j}	0.02 ^{qr}	0.11 ^{j-n}	0.04 ^{pqr}	0.07 ^{EF}
	50	0.10 ^{j-o}	0.08 ^{l-p}	0.06 ^{n-r}	0.04 ^{pqr}	0.07 ^F
	100	0.01 ^r	0.01 ^r	0.04 ^{pqr}	0.04 ^{pqr}	0.02 ^G
	150	0.045 ^{o-r}	0.04 ^{pqr}	0.050 ^{o-r}	0.01 ^r	0.03 ^G
	ÇeşitxSA (Ort.)	0.07 ^E	0.03 ^{FG}	0.06 ^{EF}	0.03 ^G	0.05 ^C
Beyşehir	0	0.16 ^{f-j}	0.22 ^{b-e}	0.07 ^{m-r}	0.03 ^{pqr}	0.12 ^D
	50	0.13 ^{h-l}	0.14 ^{h-k}	0.02 ^{qr}	0.12 ^{i-m}	0.10 ^{DE}
	100	0.18 ^{e-i}	0.26 ^{bc}	0.03 ^{pqr}	0.06 ^{n-r}	0.13 ^{CD}
	150	0.10 ^{j-o}	0.09 ^{k-o}	0.075 ^{m-q}	0.05 ^{n-r}	0.08 ^{EF}
	ÇeşitxSA (Ort.)	0.14 ^D	0.17 ^C	0.04 ^{EFG}	0.069 ^E	0.11 ^B
SAxT (Ort.)						
Salisilik Asit Dozları (mM)						
		0	0.25	0.5	1	Tuz (Ort.)
Tuz Dozları (mM)	0	0.22 ^a	0.17 ^{bdc}	0.17 ^b	0.08 ^{fg}	0.16 ^A
	50	0.15 ^{bcd}	0.141 ^{cd}	0.09 ^{fg}	0.145 ^{bcd}	0.13 ^B
	100	0.145 ^{bcd}	0.13 ^{de}	0.09 ^{fg}	0.10 ^{ef}	0.12 ^B
	150	0.11 ^{def}	0.07 ^g	0.07 ^g	0.10 ^{fg}	0.09 ^C
	SA (Ort.)	0.15 ^A	0.13 ^B	0.11 ^C	0.10 ^C	

Radikula Kuru Ağırlık (g)

En yüksek radikula kuru ağırlık değeri 0.097 g ile Beyşehir çeşidinde, 0.25 mM SA dozu ile tuzun uygulanmadığı tohumlardan, en düşük radikula değeri ise 0.01 g ile Kral çeşidinde 0.25 mM SA dozu ile 100 mM tuz interaksyonundan elde edilmiştir. En yüksek radikula kuru ağırlık değeri ile aynı grupta yer alan birçok değer Larende çeşidinde SA'nın tüm dozları ile tuz uygulamasının 0 ve 50 mM dozunun interaksyonlarında belirlenmiştir. Tuz dozları ve SA dozları arttıkça radikula kuru ağırlık değerleri azalış göstermektedir. SAxTUZ interaksyonlarına bakıldığından en yüksek değer kontrol grubunda yer alırken artan SA değerleri tuzu dozlarının etkisini azaltmaktadır (Tablo 7). Benzer şekilde Entesari vd. (2012) tuz stresi altındaki bürülcede SA uygulamalarının radikula kuru ağırlık değerlerini arttırdığını belirtmiştir.

Tablo 7. Salisilik Asit Uygulamalarının Tuz Stresi Altındaki Arpa Çeşitlerinde Radikula Kuru Ağırlık (g) Değerlerine Ait Ortalamalar ve İstatistik Gruplar

		Salisilik Asit Dozları (SA) (mM)				Çeşit (Ort.)
Çeşit	Tuz Dozları (mM)	0	0.25	0.5	1	ÇeşitxTuz (Ort.)
Larende	0	0.089 ^{abc}	0.059 ^{k-o}	0.080 ^{a-i}	0.080 ^{a-j}	0.08
	50	0.087 ^{a-d}	0.091 ^{ab}	0.081 ^{a-h}	0.083 ^{a-g}	0.07
	100	0.071 ^{c-l}	0.065 ^{f-l}	0.062 ^{h-n}	0.079 ^{a-j}	0.06
	150	0.089 ^{abc}	0.079 ^{a-j}	0.063 ^{h-n}	0.068 ^{d-l}	0.07
	ÇeşitxSA (Ort.)	0.08 ^A	0.073 ^B	0.071 ^B	0.076 ^{AB}	0.07 ^A
Kral	0	0.085 ^{a-e}	0.012 ^{uv}	0.060 ^{j-n}	0.024 ^{s-v}	0.04
	50	0.064 ^{g-m}	0.045 ^{m-r}	0.054 ^{l-q}	0.022 ^{s-v}	0.04
	100	0.017 ^{uv}	0.01 ^v	0.026 ^{r-v}	0.023 ^{p-t}	0.02
	150	0.041 ^{n-s}	0.034 ^{r-u}	0.028 ^{r-v}	0.01 ^{tuv}	0.03
	ÇeşitxSA (Ort.)	0.05 ^C	0.02 ^D	0.04 ^C	0.02 ^D	0.05 ^B
Beyşehir	0	0.065 ^{f-l}	0.097 ^a	0.036 ^{p-u}	0.034 ^{q-u}	0.05
	50	0.074 ^{b-k}	0.054 ^{l-p}	0.021 ^{s-v}	0.061 ⁱ⁻ⁿ	0.05
	100	0.066 ^{e-l}	0.084 ^{a-f}	0.027 ^{r-v}	0.040 ^{o-s}	0.05
	150	0.073 ^{b-l}	0.069 ^{d-l}	0.040 ^{o-s}	0.038 ^{p-t}	0.05
	ÇeşitxSA (Ort.)	0.06 ^B	0.076 ^{AB}	0.03 ^D	0.04 ^C	0.03 ^C
SAxT (Ort.)						
Salisilik Asit Dozları (mM)						
		0	0.25	0.5	1	Tuz (Ort.)
Tuz Dozları (mM)	0	0.080 ^a	0.056 ^{b-e}	0.059 ^{bcd}	0.046 ^{efg}	0.06 ^A
	50	0.075 ^a	0.063 ^{bc}	0.052 ^{c-f}	0.055 ^{cde}	0.06 ^A
	100	0.051 ^{def}	0.055 ^{cde}	0.038 ^g	0.052 ^{c-f}	0.05 ^B
	150	0.068 ^{ab}	0.060 ^{bcd}	0.043 ^{fg}	0.041 ^{fg}	0.04 ^B
	SA (Ort.)	0.06 ^A	0.05 ^B	0.04 ^C	0.04 ^C	

Koleoptil Yaş Ağırlık (g)

Tüm uygulamaların koleoptil yaş ağırlık değerleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur. En yüksek koleoptil yaş ağırlık değeri 1.64 g ile Larende çeşidinde 50 mM tuz dozu ile 1 mM SA dozunun interaksyonundan, en düşük koleoptil yaş ağırlık değeri ile 0.10 g ile Beyşehir çeşidinde 100 mM tuz dozu ile 0.5 mM SA dozu interaksyonundan elde edilmiştir. Çeşitlere baktığımızda en yüksek koleoptil yaş ağırlık değeri Larende çeşidinden elde edilmiş olup onu sırasıyla Beyşehir ve Kral çeşitleri takip etmektedir. Tuz dozları arttıkça koleoptil yaş ağırlık değerleri azalış göstermiş kontrol grubu ile 50 mM tuz dozundan elde edilen değer aynı istatistik grupta yer almıştır. Tuz stresi altındaki arpa tohumlarında artan SA dozları ile koleoptil yaş ağırlık değerleri azalış göstermektedir (Tablo 8). Benzer sonuçlar arpa (Deef, 2007) ve baklada da (Anaya vd., 2015) bildirilmiştir.

Tablo 8. Salisilik Asit Uygulamalarının Tuz Stresi Altındaki Arpa Çeşitlerinde Koleoptil Yaş Ağırlık (g) Değerlerine Ait Ortalamalar ve İstatistik Gruplar

		Salisilik Asit Dozları (SA) (mM)				Çeşit (Ort.)
Çeşit	Tuz Dozları (mM)	0	0.25	0.5	1	ÇeşitxTuz (Ort.)
Larende	0	0.69 ^{d-g}	0.98 ^{bc}	0.72 ^{def}	0.36 ^{i-p}	0.69 ^B
	50	0.60 ^{e-j}	0.60 ^{e-i}	1.01 ^{bc}	1.64 ^a	0.96 ^A
	100	0.99 ^{bc}	0.50 ^{f-n}	0.78 ^{cde}	0.47 ^{g-o}	0.68 ^B
	150	0.54 ^{f-l}	0.47 ^{g-o}	0.29 ^{m-q}	0.44 ^{h-o}	0.43 ^{CD}
	ÇeşitxSA (Ort.)	0.70 ^{AB}	0.64 ^{ABC}	0.70 ^{AB}	0.72 ^A	0.69 ^A
Kral	0	0.57 ^{e-k}	0.10 ^q	0.28 ^{n-q}	0.32 ^{l-q}	0.32 ^{DE}
	50	0.24 ^{opq}	0.27 ^{n-q}	0.25 ^{opq}	0.38 ^{i-p}	0.28 ^E
	100	0.10 ^q	0.19 ^{p-q}	0.36 ^{j-p}	0.36 ^{j-p}	0.25 ^{EF}
	150	0.08 ^q	0.12 ^q	0.10 ^q	0.31 ^{l-q}	0.15 ^F
	ÇeşitxSA (Ort.)	0.25 ^{DE}	0.17 ^E	0.25 ^{DE}	0.34 ^D	0.25 ^C
Beyşehir	0	0.43 ^{h-o}	0.93 ^{bcd}	0.24 ^{opq}	0.34 ^{k-q}	0.48 ^C
	50	0.57 ^{e-k}	0.30 ^{m-q}	0.18 ^{pq}	0.70 ^{d-g}	0.43 ^{CD}
	100	0.68 ^{efg}	0.66 ^{e-h}	0.10 ^q	0.29 ^{m-q}	0.43 ^{CD}
	150	0.57 ^{e-l}	0.51 ^{f-m}	0.41 ^{i-p}	1.07 ^b	0.64 ^B
	ÇeşitxSA (Ort.)	0.56 ^C	0.60 ^{BC}	0.23 ^{DE}	0.60 ^{BC}	0.50 ^B
SAXT (Ort.)						
Salisilik Asit Dozları (mM)						
		0	0.25	0.5	1	Tuz (Ort.)
Tuz Dozları (mM)	0	0.56 ^{bcd}	0.34 ^{ef}	0.41 ^e	0.67 ^b	0.49 ^{AB}
	50	0.47 ^{cde}	0.91 ^a	0.48 ^{cde}	0.39 ^{ef}	0.56 ^A
	100	0.59 ^{bc}	0.37 ^{ef}	0.41 ^e	0.45 ^{de}	0.45 ^{BC}
	150	0.40 ^{ef}	0.60 ^{bc}	0.27 ^f	0.36 ^{ef}	0.41 ^C
	SA (Ort.)	0.50 ^{AB}	0.55 ^A	0.39 ^C	0.47 ^B	

Koleoptil Kuru Ağırlık (g)

En yüksek koleoptil kuru ağırlık değeri 0.138 g ile Larende çeşidinde 100 mM tuz dozu ile 1 mM SA dozu interaksyonundan, en düşük koleoptil kuru ağırlık değeri ise 0.043 g ile Kral çeşidinde 150 mM tuz dozu ile 0.25 mM SA dozu interaksyonundan elde edilmiştir. Larende ve Beyşehir çeşitlerinden aynı koleoptil kuru ağırlık değeri elde edilmiş olup Kral çeşidinden elde edilen değerden yüksektir. Tuz dozları arttıkça koleoptil kuru ağırlık değerleri azalırken SA değerleri arttıkça artmaktadır. SAXTuz interaksyonlarının etkisi ise önemsiz çıkmıştır (Tablo 9). Tuzun koleoptil kuru ağırlık üzerindeki ağırlık azaltıcı etkisini birçok araştırmacı çalışmalarında belirtmişlerdir (Hakim vd., 2010; Jamil ve Rha, 2007; Öner ve Soysal, 2020).

Tablo 9. Salisilik Asit Uygulamalarının Tuz Stresi Altındaki Arpa Çeşitlerinde Koleoptil Kuru Ağırlık (g) Değerlerine Ait Ortalamalar ve İstatistik Gruplar

		Salisilik Asit Dozları (SA) (mM)				Çeşit (Ort.)
Çeşit	Tuz Dozları (mM)	0	0.25	0.5	1	ÇeşitxTuz (Ort.)
Larende	0	0.094 ^{d-g}	0.059 ^{n-q}	0.088 ^{d-h}	0.098 ^{cde}	0.085 ^{BCD}
	50	0.064 ^{k-p}	0.107 ^{cd}	0.072 ^{h-p}	0.055 ^{pq}	0.074 ^E
	100	0.131 ^{a^b}	0.115 ^{bc}	0.061 ^{nop}	0.138 ^a	0.11 ^A
	150	0.088 ^{d-h}	0.068 ^{i-p}	0.063 ^{m-p}	0.065 ^{j-p}	0.071 ^{EF}
	ÇeşitxSA (Ort.)	0.094 ^A	0.087 ^{AB}	0.071 ^{CD}	0.098 ^A	0.08 ^A
Kral	0	0.070 ^{h-p}	0.053 ^{pq}	0.053 ^{pq}	0.077 ^{f-n}	0.063 ^{FG}
	50	0.084 ^{e-j}	0.062 ^{nop}	0.068 ^{i-p}	0.082 ^{e-m}	0.074 ^E
	100	0.068 ^{i-p}	0.059 ^{n-q}	0.099 ^{cde}	0.053 ^{pq}	0.069 ^{EF}
	150	0.064 ^{j-p}	0.043 ^q	0.058 ^{n-q}	0.056 ^{opq}	0.055 ^G
	ÇeşitxSA (Ort.)	0.071 ^{CD}	0.054 ^E	0.069 ^D	0.067 ^D	0.06 ^B
Beyşehir	0	0.084 ^{e-k}	0.106 ^{cd}	0.100 ^{cde}	0.063 ^{i-p}	0.088 ^B
	50	0.087 ^{d-i}	0.067 ^{j-p}	0.096 ^{c-f}	0.064 ^{i-p}	0.078 ^{CDE}
	100	0.087 ^{d-i}	0.061 ^{n-q}	0.083 ^{e-l}	0.075 ^{g-o}	0.076 ^{DE}
	150	0.102 ^{cde}	0.082 ^{e-k}	0.094 ^{d-g}	0.069 ^{h-p}	0.086 ^{BCD}
	ÇeşitxSA (Ort.)	0.090 ^A	0.079 ^{BC}	0.093 ^A	0.068 ^D	0.08 ^A
SAXT (Ort.)						
Salisilik Asit Dozları (mM)						
		0	0.25	0.5	1	Tuz (Ort.)
Tuz Dozları (mM)	0	0.088	0.078	0.081	0.095	0.086 ^A
	50	0.067	0.078	0.078	0.078	0.075 ^{BC}
	100	0.079	0.072	0.080	0.083	0.079 ^B
	150	0.063	0.064	0.071	0.084	0.071 ^C
	SA (Ort.)	0.074 ^B	0.073 ^B	0.078 ^B	0.085 ^A	

Radikula Uzunluk (mm)

En uzun radikula uzunluk değeri 102.25 mm ile Larende çeşidinde 0.5 mM SA ile tuzun uygulanmadığı tohumlardan, en düşük radikula uzunluk değeri ise 21.88 mm ile Kral çeşidinde 150 mM tuz dozu ile SA uygulanmadığı tohumlardan elde edilmiştir. Tuz dozları arttıkça radikula uzunluğu değerleri dozların artışıyla ters orantılı olacak şekilde azalış meydana gelmiştir. SA dozlarının artmasıyla birlikte de radikula uzunluk değerlerinde azalış görülmektedir. Benzer şekilde Nasırcılar vd. (2020) SA uygulamalarının artan dozlarla birlikte kök uzunluğu üzerinde azaltıcı etkisi olduğunu bildirmişlerdir. Tuzun 50 mM dozu ile kontrol grubu aynı istatistik grupta yer alırken, en fazla düşüş 150 mM tuz dozundan elde edilmiştir. SAXTuz interaksiyonlarının etkisi ise önemsiz bulunmuştur. (Tablo 10). Çizelge 1’de görüldüğü gibi tuz dozlarında en fazla düşük 150 mM dozunda meydana gelmiştir Çavuşoğlu vd. (2007) artan tuzluluk seviyelerinin arpa tohumlarının fide büyüme parametreleri üzerinde engelleyici bir etkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Tablo 10. Salisilik Asit Uygulamalarının Tuz Stresi Altındaki Arpa Çeşitlerinde Radikula Uzunluk (mm) Değerlerine Ait Ortalamalar ve İstatistik Gruplar

		Salisilik Asit Dozları (SA) (mM)				Çeşit (Ort.)
Çeşit	Tuz Dozları (mM)	0	0.25	0.5	1	ÇeşitxTuz (Ort.)
Larende	0	89.46 ^{ab}	90.96 ^{ab}	102.25 ^a	70.80 ^{b-g}	88.37 ^A
	50	65.82 ^{c-i}	82.81 ^{a-f}	87.26 ^{abc}	64.53 ^{e-j}	75.10 ^B
	100	85.71 ^{a-e}	52.83 ^{g-n}	57.37 ^{g-m}	65.13 ^{d-j}	65.26 ^{BC}
	150	67.16 ^{c-h}	48.73 ^{h-p}	30.52 ^{o-r}	39.10 ^{k-r}	46.38 ^{DE}
	ÇeşitxSA (Ort.)	77.04 ^a	68.83 ^{ab}	69.35 ^{ab}	59.89 ^{bc}	68.78 ^A
Kral	0	86.74 ^{a-d}	33.02 ^{n-r}	63.75 ^{f-j}	48.81 ^{h-p}	58.08 ^C
	50	90.27 ^{ab}	37.90 ^{l-r}	47.53 ^{h-p}	43.90 ^{l-r}	54.90 ^{CD}
	100	45.10 ^{l-r}	36.80 ^{m-r}	39.45 ^{k-r}	36.84 ^{m-r}	39.55 ^E
	150	21.88 ^q	24.10 ^q	35.55 ^{m-r}	32.03 ^{n-r}	28.39 ^F
	ÇeşitxSA (Ort.)	61.00 ^{bc}	32.96 ^f	46.57 ^{de}	40.39 ^{ef}	45.23 ^B
Beyşehir	0	51.31 ^{g-o}	47.73 ^{h-p}	33.55 ^{n-r}	32.43 ^{n-r}	41.26 ^E
	50	64.88 ^{d-j}	47.12 ^{h-p}	29.40 ^{pqr}	31.32 ^{n-r}	43.18 ^E
	100	60.60 ^{g-k}	59.57 ^{g-l}	27.75 ^{pqr}	38.29 ^{l-r}	46.55 ^{DE}
	150	46.86 ^{g-r}	45.61 ^{l-p}	38.31 ^{l-r}	22.85 ^q	38.41 ^{EF}
	ÇeşitxSA (Ort.)	55.91 ^{cd}	50.01 ^{cde}	32.25 ^f	31.22 ^f	42.35 ^B
SAXT (Ort.)						
Salisilik Asit Dozları (mM)						
		0	0.25	0.5	1	Tuz (Ort.)
Tuz Dozları (mM)	0	75.84	57.24	66.52	50.68	62.57 ^A
	50	73.66	55.94	54.73	46.59	57.73 ^A
	100	63.80	49.74	41.52	46.75	50.45 ^B
	150	45.30	39.48	34.79	31.33	37.72 ^C
	SA (Ort.)	64.65 ^A	50.60 ^B	49.39 ^{BC}	43.84 ^C	

Koleoptil Uzunluk (mm)

Koleoptil uzunluk değerleri üzerine çeşit ve tuz dozlarının haricinde diğer uygulamaların etkisi önemsiz bulunmuştur. En yüksek koleoptil uzunluğu 38.38 mm ile Larende çeşidinden elde edilmiştir. Larende çeşidini sırasıyla Beyşehir ve Kral çeşitleri takip etmektedir. Tuz dozlarının etkisine baktığımızda 150 mM dozuna kadar elde edilen değerler aynı istatistik grupta yer alırken 150 mM dozunda en düşük koleoptil uzunluk değeri belirlenmiştir (Tablo 11).

Tablo 11. Salisilik Asit Uygulamalarının Tuz Stresi Altındaki Arpa Çeşitlerinde Koleoptil Uzunluk (cm) Değerlerine Ait Ortalamalar ve İstatistik Gruplar

		Salisilik Asit Dozları (SA) (mM)				Çeşit (Ort.)
Çeşit	Tuz Dozları (mM)	0	0.25	0.5	1	ÇeşitxTuz(Ort.)
Larende	0	50.64	46.12	47.40	39.70	45.96
	50	41.67	36.67	45.66	33.99	39.50
	100	37.31	36.25	38.50	32.10	36.04
	150	31.53	45.20	25.44	25.98	32.04
	ÇeşitxSA (Ort.)	40.29	41.06	39.25	32.94	38.38 ^A
Kral	0	31.52	24.54	30.89	28.00	28.74
	50	29.39	28.61	24.89	26.93	27.45
	100	30.15	33.41	24.31	28.17	29.01
	150	12.02	17.73	25.70	25.11	20.14
	ÇeşitxSA (Ort.)	25.77	26.07	26.45	27.05	26.34 ^C
Beyşehir	0	31.02	27.21	29.83	21.12	27.29
	50	31.08	33.56	35.62	28.90	32.29
	100	28.16	34.86	24.62	32.75	30.10
	150	28.30	31.08	25.34	40.06	31.19
	ÇeşitxSA (Ort.)	26.64	31.68	28.85	30.70	30.22 ^B
SAXT (Ort.)						
Salisilik Asit Dozları (mM)						
		0	0.25	0.5	1	Tuz (Ort.)
Tuz Dozları (mM)	SA	37.73	32.62	36.04	29.61	34.00 ^A
	50	34.05	32.95	35.39	29.94	33.08 ^A
	100	31.87	34.84	29.14	31.01	31.72 ^A
	150	23.95	31.34	25.49	30.38	28.03 ^B
	SA (Ort.)	35.59	32.49	31.52	30.23	

Sonuç

Salisilik asit uygulamalarının 3 farklı arpa çeşidinde çimlenme ve tohum özelliklerinin tuz stresi altındaki tepkilerinin belirlenmesini amaçlayan çalışmamızda tüm uygulamalarda en iyi sonuç veren çeşitler Larende ve Beyşehir arpa çeşitleri olmuştur. Salisilik asit uygulamalarının tek başına etkisi toplam yaş ağırlık ve koleoptil uzunluğu değerlerinin haricinde diğer incelenen özelliklerde önemli çıkmıştır. Özellikle ağırlık değerleri üzerinde SAXTuz interaksyonunun etkisini önemli çıkmış, tuz dozlarının artmasıyla birlikte hemen hemen incelenen tüm parametrelerde olumsuz yönde değişiklikler meydana gelmiş, salisilik asit uygulamalarıyla bu olumsuz değişiklikler tamamen ortadan kaldırılamasa da etkileri azaltılmıştır. Çalışmamız sonucunda uygulanan 1 mM salisilik asit dozunun tuz stresi etkisini azaltması açısından diğer dozlara nazaran daha fazla etkisi olduğu belirlenmiştir.

Yazar Katkısı

Ferda Özkorkmaz, deneysel ortamını hazırladı ve deneysel süreci takip etti. *Fatih Öner*, verilerin toplanması ve istatistiksel analizleri gerçekleştirdi. Yazarlar makaleyi birlikte yazdı, okudu ve onayladı.

Etik

Bu makalenin yayınlanmasıyla ilgili herhangi bir etik sorun bulunmamaktadır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını belirtmektedir.

ORCID

Ferda Özkorkmaz  <https://orcid.org/0000-0003-4345-9711>

Fatih Öner  <https://orcid.org/0000-0002-6264-3752>

Kaynaklar

- Anaya, F., Fghire, R., Wahbi, S. ve Loutfi, K. (2017). Antioxidant enzymes and physiological traits of *Vicia faba* L. as affected by salicylic acid under salt stress. *J Mater Environ Sci*, 8(7), 2549-2563. https://www.imaterenvirosci.com/Document/vol8/vol8_N7/274-JMES-2438-Ayana.pdf
- Begum, F., Karmoker, J. L., Fattah, Q. A. ve Maniruzzaman, A. F. M. (1992). The effect of salinity and its correlation with K⁺, Na⁺. Claccumulation in germinating seeds of *Triticum aestivum* L. cv. Akbar. *Plant Cell Physiology*, 33(7), 1009-1114. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.pcp.a078324>
- Benlioğlu, B. ve Özkan, U. (2015). Bazı arpa çeşitlerinin (*Hordeum vulgare* L.) çimlenme dönemlerinde farklı dozlardaki tuz stresine tepkilerinin belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 24(2), 109-114. <https://dergipark.org.tr/en/pub/tarbitderg/issue/11533/137355>
- Bojović, B., Đelić, G., Topuzović, M. ve Stanković, M. (2010). Effects of NaCl on seed germination in some species from families Brassicaceae and Solanaceae. *Kragujevac Journal of Science*, 32, 83-87. <https://scindeks.ceon.rs/article.aspx?artid=1450-96361032083B>
- Borsani, O., Valpuesta, V. ve Botella, M. A. (2001). Evidence for a role of salicylic acid in the oxidative damage generated by NaCl and osmotic stress in *Arabidopsis* seedlings. *Plant physiology*, 126(3), 1024-1030. <https://doi.org/10.1104/pp.126.3.1024>
- Çavuşoğlu, K., Kılıç, S. ve Kabar, K. (2007). Arpa tohumlarının çimlenmesi sırasında gibberellik asit, kinetin ve etilen ile tuz stresinin hafifletilmesinde bazı morfolojik ve anatomik gözlemler. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 2(1), 27-40. <https://dergipark.org.tr/en/pub/sdufeffd/issue/11265/134606>
- Dat, J. F., Lopez-Delgado, H., Foyer, C. H. ve Scott, I. M. (1998). Parallel changes in H₂O₂ and catalase during thermotolerance induced by salicylic acid or heat acclimation in mustard seedlings. *Plant Physiology*, 116(4), 1351-1357. <https://doi.org/10.1104/pp.116.4.1351>
- Deef, H. E. (2007). Influence of salicylic acid on stress tolerance during seed germination of *Triticum aestivum* and *Hordeum vulgare*. *Advanced in Biological Research*, 1(1-2), 40-48. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=2f68f82fe25fc45075de1330dae82519cc0514c8>
- Entesari, M., Sharif-Zadeh, F., Zare, S., Farhangfar, M. ve Dashtaki, M. (2012). Effect of seed priming on mung bean (*Vigna radiata*) cultivars with salicylic acid and potassium nitrate under salinity stress. *International Journal of Agriculture: Research and Review*, 2(Special issue), 926-932. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20133031522>
- Hakim, M. A., Juraimi, A. S., Begum, M., Hanafi, M. M., Ismail, M. R. ve Selamat, A. (2010). Effect of salt stress on germination and early seedling growth of rice (*Oryza sativa* L.). *African Journal of Biotechnology*, 9(13), 1911-1918. <https://doi.org/10.5897/AJB09.1526>
- Jamil, M. ve Rha, E. S. (2007). Gibberellic acid (GA₃) enhance seed water uptake, germination and early seedling growth in sugar beet under salt stress. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10(4), 654-658. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2007.654.658>

- Kacar, B., Katkat, V. ve Öztürk, Ş. (2009). *Bitki Fizyolojisi* (No: 848, 3. Baskı). Nobel Yayınları.
- Karaca Öner, E., ve Kırılı, A. (2020). Determination the effect of salt and gibberellic acid on germination for sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Black Sea Journal of Agriculture*, 3(1), 1-5. <https://dergipark.org.tr/en/pub/bsagriculture/issue/49364/555409>
- Khadri, M., Tejera, N. A. ve Lluch, C. (2007). Sodium chloride–ABA interaction in two common bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars differing in salinity tolerance. *Environmental and Experimental Botany*, 60(2), 211-218. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2006.10.008>
- Khan, H., Ayup, A., Pervez, C. M., Bilal, M. A., Shahid, R. M. ve Ziaf, M. A. (2009). Effect of seed priming with NaCl on salinity tolerance of hot pepper (*Capsicum annum* L.) at seedling stage. *Soil Environment*, 28, 81-87. <https://researchrepository.murdoch.edu.au/id/eprint/63920/>
- Matthews, S. ve Khajeh-Hosseini, M. (2007). Length of the lag period of germination and metabolic repair explain vigour differences in seed lots of maize (*Zea mays*). *Seed Science and Technology*, 35(1), 200-212. <https://www.researchgate.net/publication/233504883>
- Nasırcılar, A. G., Ulukapı, K. ve Kurt, Z. (2020). Kuraklık stresi koşullarında dışarıdan uygulanan salisilik asitin turp (*Raphanus sativus* L.) çeşitlerinin çimlenme ve vejetatif büyüme özellikleri üzerine etkisi, 8(11), 2293-2299. *Turkish Journal of Agriculture: Food Science and Technology*. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i11.2293-2299.3087>
- Nun, N. B., Plakhine, D., Joel, D. M. ve Mayer, A. M. (2003). Changes in the activity of the alternative oxidase in Orobanche seeds during conditioning and their possible physiological function. *Phytochemistry*, 64(1), 235-241. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(03\)00165-1](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(03)00165-1)
- Öner, F. ve Kırılı, A. (2018). Effects of salt stress on germination and seedling growth of different bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *Akademik Ziraat Dergisi*, 7(2), 191-196. <https://doi.org/10.29278/azd.476365>
- Öner, F. ve Soysal, A. Ö. (2020). Determination of germination and seedling growth parameters of rice (*Oryza sativa* L.) varieties under stress conditions. *Notulae Scientia Biologicae*, 12(3), 693-701. <https://doi.org/10.15835/nsb12310766>
- Öner, F., Özkorkmaz, F. ve Yılmaz, N. (2018). Tuz stresi altında gibberellik asit uygulamalarının yulafta bazı çimlenme parametreleri üzerine etkisi. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 1(1), 33-35. <https://ijans.org/index.php/ijans/article/view/412>
- Özkorkmaz, F., Yılmaz, N. ve Öner, F. (2020). Researching germination properties of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under polyethylene glycol osmotic stress and saline conditions. *Akademik Ziraat Dergisi*, 9(2), 251-258. <https://doi.org/10.29278/azd.671472>
- Pancholi, S. R., Bhargava, S. C. ve Singh, A. K. (2001). Screening of wheat genotypes at different salinity levels for germination percentage. *Annals of Agri Bio Research*, 6(2), 53-56. <http://sjafs.selcuk.edu.tr/sjafs/article/view/1331/0>
- Parida, A. K. ve Das, A. B. (2005). Salt tolerance and sali-nity effects on plants: A review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60(3), 324-349. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2004.06.010>
- Parlak, M. (1999). *Farklı gelişim aşamalarında iki arpa (Hordeum vulgare L.) çeşidinin tuza toleransı* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Ankara Üniversitesi.
- Petrović, G., Jovičić, D., Nikolić, Z., Tamindžić, G., Ignjatov, M., Milošević, D. ve Milošević, B. (2016). Comparative study of drought and salt stress effects on germination and seedling growth of pea. *Genetika-Belgrade*, 48(1), 373-381. <https://doi.org/10.2298/GENSR1601373P>
- Prazak, R. (2001) Salt tolerance of *Triticum monococcum* L. *T. dicoccum* (Schrank) Schubl. *T. durum* Desf. and *T. aestivum* L. seedlings. *Journal of Applied Genetics*. 42(3), 289-292.

<https://agro.icm.edu.pl/agro/element/bwmeta1.element.agro-article-b2b0dcab-1dad-4441-b0bd-db46f5d8374f>

- Rao, M. V. ve Davis, K. R. (1999). Ozone-induced cell death occurs via two distinct mechanisms in Arabidopsis: the role of salicylic acid. *The Plant Journal*, 17(6), 603-614. <https://doi.org/10.1046/j.1365-313X.1999.00400.x>
- Raskin, I. (1992). Role of salicylic acid in plants. *Annual review of plant biology*, 43(1), 439-463. <https://doi.org/10.1146/annurev.pp.43.060192.002255>
- Senaratna, T., Touchell, D., Bunn, E. ve Dixon, K. 2000. Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. *Plant Growth Regul.* 30, 157-161. <https://doi.org/10.1023/A:1006386800974>
- Torun, H. (2012). *Tuz stresine maruz bırakılan arpa (Hordeum vulgare L.) çeşitlerinde salisilik asit muamelesinin içsel fitohormonlar düzeyinde fizyolojik ve biyokimyasal etkilerinin araştırılması* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Torun, H. ve Ayaz, F. A. (2019). Tuz stresi koşullarında salisilik asidin zamana bağlı uygulanmasının arpa (*Hordeum vulgare* L.) köklerinin antioksidan savunma sistemi üzerine etkileri. *Anadolu University Journal of Science and Technology C-Life Sciences and Biotechnology*, 8(1), 69-84. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/estubtdc/issue/43264/525538>
- Tuteja, N. (2007). Mechanisms of high salinity tolerance in plants. *Methods in Enzymology*, 428, 419-438. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(07\)28024-3](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(07)28024-3)
- Yıldız M. ve Özgen M. (2004). The effect of a submersion pretreatment on in vitro explant growth and shoot regeneration from hypocotyls of flax (*Linum usitatissimum*). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 77(1), 111-115. <https://doi.org/10.1023/B:TICU.0000016493.03592.c3>