

Giberellik Asit (GA₃) Ön Uygulamasına Tabi Tutulmuş Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Tohumunda Tuz (NaCl) Stresinin Çimlenme Özellikleri Üzerine Etkisi

Erol ORAL¹, Fevzi ALTUNER², Ruveyde TUNÇTÜRK³, İshak BARAN⁴

^{1,3,4}Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, 65080 Gevaş-Van, Türkiye ²Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Gevaş Mesleki Yüksek Okulu, Bitkisel Üretim Bölümü, 65080 Gevaş-Van, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0001-9413-1092>, ²<https://orcid.org/0000-0001-9419-2012>, ³<https://orcid.org/0000-0002-3759-8332>,

⁴<https://orcid.org/0000-0002-6299-8043>

✉: faltuner@gmail.com

ÖZET

Bu araştırma, kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) tohumlarına çimlenme öncesi uygulanan GA₃'ün tuzlu koşullarda çimlenme ve ilk gelişme üzerine etkilerinin incelenmesi amacıyla yürütülmüştür. "Titicaca" kinoa çeşidi dört farklı Giberellik asit (0, 100, 200 ve 300 ppm) ön uygulaması ve daha sonra dört farklı tuz (0, 100, 200 ve 400 mM NaCl) konsantrasyonunda strese maruz bırakılmıştır. Araştırmanın ikinci gününden itibaren çimlenme gücü (%), çimlenme oranı (%), çimlenme indeksi (%), ortalama çimlenme süresi (gün), hassaslık indeksi (%) ile 14. gün itibari ile kök uzunluğu (cm), gövde uzunluğu (cm), kök yaş ağırlığı (mg), kök kuru ağırlığı (mg), gövde yaş ağırlığı (mg) ve gövde kuru ağırlığı (mg) değerleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; artan tuz dozlarının, kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) tohumlarının çimlenme ve büyüme parametrelerini engellediği tespit edilmiştir. Tuz dozlarının aksine artan GA₃ (Giberellik asit) dozlarının ise çimlenme ve büyüme üzerine olumlu ve önemli etki yaptığı görülmüştür. Kinoa tohumunda en iyi çimlenme özellikleri 300 ppm giberellik asit + 0 mM (kontrol) tuz kombinasyonundan elde edilmiştir.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 30.04.2019

Kabul Tarihi : 27.12.2019

Anahtar Kelimeler

Kinoa
Giberellik Asit (GA₃)
Çimlenme
Tuz Stresi

The Impact of Salt (NaCl) Stress on Germination Characteristics of Gibberellic Acid (GA₃) Pretreated Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Seed

ABSTRACT

This research was conducted to examine the effects of gibberellic acid (GA₃), which was treated to quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) seeds before germination, on the germination and the seedling growth under saline conditions. Quinoa Titicaca variety, four different GA₃ (0.0, 100, 200 and 300 ppm), and four different salt (0.0, 100 mM, 200 mM and 400 mM NaCl) concentrations of exposed stress. Germination power (%), germination ratio (%), germination index (%), mean germination time (day), sensitivity index (%) as of the second day of the research, and radicle length (cm), plumula length (cm), radicle fresh weight (mg), radicle dry weight (mg), plumula fresh weight (mg), and plumula dry weight (mg) on the 14th day were examined. The results indicated that the increasing doses of salt prevented germination and growth parameters of kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seeds. It was observed that the doses of GA₃ (Gibberellic acid), which increased gradually before the doses of salt, affected germination and growth positively and significantly. The best results of germination characteristics of wheat seed were obtained from the combination of 300 ppm Gibberellic acid + 0 mM (control) salt.

Research Article

Article History

Received : 30.04.2019

Accepted : 27.12.2019

Keywords

Quinoa
Gibberellic Acid (GA₃)
Germination
Salt Stress

To Cite : Oral E Altunel F, Tunçtürk R, Baran İ 2020. Giberellik Asit (GA₃) Ön Uygulamasına Tabi Tutulmuş Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Tohumunda Tuz (NaCl) Stresinin Çimlenme Özellikleri Üzerine Etkisi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23 (2): 349-356. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.559368.

GİRİŞ

Günümüzde artan dünya nüfusuna paralel olarak

doğal kaynaklara olan bağımlılık ve tüketim giderek artmıştır. Bu zaman diliminde ayrıca artan küresel

ısınma yeterli ve dengeli beslenme konusunda önemli problemlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur (Kaya ve Karaer, 2017). Bu durum insanları yeni kaynakları bulmaya ve geliştirmeye sevk etmiştir. Özellikle hayvansal ve bitkisel üretimde kalite ve verimi artıracak her iklim ve doğal şartlar altında üretim yapma olanağı sağlayacak bitki tür ve çeşitlerinin kullanımı zorunlu hale gelmiştir (Kır, 2016). Özellikle insan beslenmesinde en temel besin kaynağını oluşturan buğday, arpa, pirinç gibi tahılların çölyak hastalığına neden olduğu bilinen bir gerçektir (Özkaya, 1999; Battais ve ark., 2005). Bu problemin çözümüne yönelik farklı bitki tür ve çeşitlerinin keşfi ve kullanımına yönelik bazı arayışlar bu dönemde kendini göstermiştir. Beslenme açısından bu olumsuz durumu ortadan kaldıracak potansiyele sahip, geniş bir coğrafyada yetiştiriciliği yapılabilen kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) alternatif bir bitki olarak önemli bir rol üstlenebilir. Botanik özellikleri itibariyle çift çenekli tek yıllık bir bitki olan kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) kazayağgiller veya ıspanakgiller (*Chenopodiaceae*) familyasındandır. Bolivya, Peru, Ekvator ve Şili gibi ülkelerde çok eski dönemlerden beri yetiştirilmekte olup, anavatanının Güney Amerika olduğu bilinmektedir. (Pearsall, 1992). Bu bitkinin zengin bir besin değerine sahip olması ekim alanlarının hızlı bir şekilde artmasına neden olmuştur. Ülkemizde çok az bilinen bu bitki özellikle Amerika ve Avrupa'da yoğun bir ilgi görmüştür. Bu ilgiye karşılık olarak 2013 yılı Birleşmiş Milletler tarafından kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) yılı olarak ilan edilmiştir (Miranda ve ark., 2012).

Özellikle Dünya nüfusunun yarısından fazlasının yetersiz ve düzensiz beslendiği günümüzde bu sorunu çözecek alternatif ürünlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bitkilerden biri olarak görülen kinoa "süper besin", "mucize tahıl" olarak isimlendirilir. Bu şekilde tanımlanmasının temel sebebi tanelerindeki yüksek miktarlarda protein ve amino asitlerin varlığıdır. Bu içeriğin yanı sıra A, B, C, D, E ve K vitaminleri çok yüksek seviyededir (FAO, 2017).

Ülkemizde ve bölgemizde tahıl tarımının yapıldığı yerlerde alternatif bir ürün olarak kinoa yetiştiriciliğinin yaygınlaştırılması gerekmektedir. Mayınlı ve nadasa bırakılan araziler başta olmak üzere birçok marjinal alanın üretime katılmasında önemli katkı sağlayacaktır (Kır ve Temel, 2017). Bu şekilde katma değeri yüksek bir tarımsal ürünün bölgeye kazandırılması sağlanacaktır. Özellikle toprak tuzluluğunun yoğun olduğu bölgelerde tuzluluğa dayanıklı bitki türlerinin tarımı teşvik edilmelidir.

Bölgemizde tarımsal üretimi kısıtlayan en önemli faktör sulama suyunun yetersiz oluşudur. Bu nedenle başarılı bir tarımsal üretim için toprakta su düzeyinin yeterli olması gerekmektedir. Kök

bölgesinde suyun azalması ile bitki su kullanımında azalma meydana gelir. Toprak tuzluluğu bitki-su ekonomisinin sekteye uğratan en temel sebeptir. Kök bölgesinde tuz konsantrasyonunun arttığı dönemlerde bitki daha fazla enerji harcayarak daha az su tüketmektedir. Bu durum bitkisel üretim açısından verim ve kalite kayıplarına neden olur. Tuzlu topraklarda bu kayıpları azaltacak dayanıklı bitki tür ve çeşitlerine ihtiyaç bulunmaktadır (Yurtseven ve Bozkurt, 1997; Yurtseven, 2000; Yurtseven ve ark., 2001).

'Yüksek besin içeriğinin yanında ekstrem ekolojik şartlara (kuraklık, don, tuzluluk vb) dayanıklılığı kinoayı ilgi odağı haline getirmiştir (Yazar ve Kaya, 2014). Bölgemizde aşırı tuzluluk ve alkalilik nedeniyle bir çok üründe yüksek kalite ve verim kayıpları görülmektedir. Marjinal alanların değerlendirilebilmesi için, bu bitkilerin tuzluluğa ne kadar toleranslı olduklarının bilinmesi gerekmektedir (Gonzalez ve ark., 2009).'

Bu çalışmada kinoa tohumlarına GA₃ (Giberellik asit) uygulanarak tuzlu topraklardaki tuzun olumsuz etkilerini ne kadar hafifletebileceği araştırılmıştır.

MATERYAL ve METOT

Bu çalışma, 2019 yılında, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölüm Laboratuvarında Faktöriyel Düzende Tesadüf Parselleri Deneme Deseni'ne göre 4 tekerrürlü olarak petri kaplarında yürütülmüştür. Araştırmada, "Titicaca" kinoa çeşidi kullanılmıştır.

Araştırmada, dört farklı GA₃ (0, 100, 200 ve 300 ppm) ve dört farklı tuz seviyesi (0, 100, 200 ve 400 mM NaCl) belirlenmiştir. Deneyler, 4 tekerrürlü olmak üzere toplam 64 petri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ardından, GA₃ (100, 200 ve 300 ppm) ve distile su (H₂O) içinde, nem içerikleri % 12-13 oluncaya dek, 12 saat boyunca 25±1°C'de karanlık koşullarda bekletilmiştir (Kuşcu ve ark., 2017). Bekleme süresi sonrasında tohumlar süzülüp iki kat kurutma kâğıdı yerleştirilmiş 9 cm çapındaki petri kaplarına 20'şer tohum olacak şekilde yerleştirilmiştir. Daha sonra hazırlanan farklı dozlardaki NaCl solüsyonlarından (50, 100, 200 mM) ve saf sudan (kontrol için kullanılan petrideki tohumların su ihtiyacı için 5'er ml uygulanmıştır). Bu uygulamalar sonrasında petrilerdeki tohumlar 25±1 °C sıcaklık koşullarında çimlenme ve çıkış testi için inkübatöre yerleştirilmiştir (Resim 1). Tohumlardaki başlangıç testleri ISTA (1996) kurallarına göre belirlenmiştir. Bu kurallar gereğince inkübasyon periyodu 14 gündür (ISTA, 1996).

Bu çalışmada;

Çimlenme gücü (%), çimlenme oranı (%), çimlenme indeksi(%), ortalama çimlenme süresi (gün), hassaslık



Şekil 1. Petri kaplarında çimlenmeye bırakılan kinoa tohumları
Figure 1. *Quinoa seeds for germination in petri dishes*

indeksi (%), kök uzunluğu (cm), gövde uzunluğu (cm), kök yaş ağırlığı (mg), kök kuru ağırlığı (mg), gövde yaş ağırlığı (mg) ve gövde kuru ağırlığı (mg) değerleri incelenmiştir. Buna göre;

1-Kinoanın 7. günde çimlenen tohum sayısının "çimlenme oranı",

2-14. günde çimlenen tohum sayısının "çimlenme gücü",

3-Çimlenme oranı (GR):14.güne kadar çimlenme yapan toplam tohum sayısı / Toplam ekilen tohum sayısı (Akıncı ve Çalışkan, 2010),

4-Çimlenme endeksi (GI): $GI = \sum (Gi / Tt)$ (Wang ve ark, 2004),

GI: Çimlenme endeksi; Gi: .ci gün tohum çimlenme oranı; Tt: gün sayısı

5-Ortalama çimlenme süresi (MGT): Aşağıdaki endeks kullanılarak hesaplanmıştır (Ellis ve Roberts, 1980),

$$MGT = \sum (fx) / \sum f$$

f: Çimlenen tohum sayısı; x: çimlenme günü

6-Hasaslık indeksi (SI) : Aşağıdaki formül kullanılmıştır (Foolad ve Lin, 1997).

$SI = \text{tuz uygulamasında MGT} / \text{kontrol uygulamasında MGT}$.

Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri COSTAT (sürüm 6.3) paket programı; verilerin çoklu karşılaştırma testleri ise Duncan testine göre yapılmıştır (Düzgünes ve ark. 1987).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; GA₃ (giberellik asit) ön uygulamasına tabi tutulmuş kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) tohumunda çimlenme

özelliklerine ait tüm parametrelerde tuzluluğun etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 1, Çizelge 2).

GA₃ ön uygulamasına tabi tutulmuş kinoa tohumlarında en yüksek çimlenme gücü % 60.00 ile 0 mM ile NaCl uygulamasından elde edilirken, en düşük değer ise (% 37.50) 400 mM tuz (NaCl) konsantrasyonundan elde edilmiştir (Çizelge 1). Artan tuz dozlarının çimlenme gücünü azalttığı görülmüştür (Sharma ve ark. 2004). Giberellik asit ön uygulamasının çimlenme gücü üzerine etkisi ise önemli olup, en yüksek çimlenme gücü % 88.33 oranı ile 300 ppm GA₃ uygulamasından en düşük değer ise %10.42 kontrol (0 ppm) uygulamasından elde edilmiştir. Tuz dozlarının aksine artan gibberellik asit dozlarının çimlenme oranı başta olmak üzere diğer çimlenme özellikleri üzerine etkisinin olumlu ve önemli olduğu tespit edilmiştir. Kinoa tohumları üzerine tuz x GA₃ interaksyonları önemli olup, en yüksek çimlenme gücü 0 mM tuz dozunda 300 ppm GA₃ kontrasyonundan (%100) elde edilirken, en düşük değerler (%8.33) 200 ve 400 mM tuz konsantrasyonu uygulamalarında tespit edilmiştir. Araştırmamızdan elde edilen sonuçlara göre; GA₃ uygulamaları, tohumların çimlenme güçlerinin artmasına neden olmuştur. Yürütülen benzer araştırmalarda artan tuz konsantrasyonlarının bu oranlar üzerinde olumsuz ve önemli etkilerinin olduğu belirtilmiştir (Khan ve ark. 2005; Kızılgücü ve ark. 2010).

Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre; kinoa tohumlarının çimlenme oranı (%) üzerine GA₃, tuz ve bunların interaksyonları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek ortalama çimlenme oranı (% 100) 0 mM tuz dozundan, en düşük oran (% 42.50) ise

400 mM tuz konsantrasyonundan elde edilmiştir. Artan tuz konsantrasyonunun bitkilerde su alımını azalttığı gibi çimlenme oranı üzerinde önemli ancak olumsuz etkileri olmuştur (Khan ve ark. 2005). Gibberellik asit dozlarında ise kademeli artışların çimlenme oranını olumlu etkilediği tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre en yüksek çimlenme oranı %91.66 oranı ile 300 ppm, en düşük oran (% 14.16) ise 0 ppm dozundan elde edilmiştir. Çimlenme oranı değerleri

GA₃ x tuz interaksiyon değerleri de istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek çimlenme oranı 0 ve 100 mM tuz konsantrasyonunda elde edilirken (% 100), en düşük oran ise 100, 200 ve 400 mM tuz konsantrasyonunda (% 8.33) tespit edilmiştir. Yuonesi ve Moradi (2015), yürüttükleri bir çalışmada tuz stresine karşı GA₃ ön uygulamasının çimlenme özelliklerine olumlu etki ettiğini belirtmişlerdir.

Çizelge 1. Gibberellik asit uygulamasına tabi tutulan kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) tohumlarında tuz stresinin çimlenme özellikleri üzerine etkisi

Table 1. Effect of salt stress on germination characteristics of kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Seeds treated with gibberellic acid

Stres Uygulamaları		Çimlenme Gücü (%)	Çimlenme Oranı (%)	Ortalama Çimlenme Süresi (gün)	Çimlenme İndeksi (%)	Hassaslık İndeksi (%)
Tuz Dozları	GA ₃					
Kontrol (T0)	GA0	16.67 d	16.67 c	3.66 b	0.67 c	0.00
	GA100	28.33 c	40.00 b	3.83 a	1.63 b	0.82
	GA200	95.00 a	95.00 a	2.38 c	4.69 a	0.28
	GA300	100.00 a	100.00 a	0.81 d	5.61 a	0.11
T0 Ortalama		60.00 A	62.92 A	2.67 A	3.15 A	0.30 B
100 mM (T100)	GA0	8.33 d	23.33 c	3.90 a	0.42 c	0.07
	GA100	40.00 c	43.33 b	4.10 a	1.31 b	0.33
	GA200	90.00 a	93.33 a	2.65 c	4.15 a	0.77
	GA300	100.00 a	100.00a	0.26 d	5.28 a	0.93
T100 Ortalama		59.58 A	65.00 A	2.72 A	2.79 A	0.52 A
200 mM (T200)	GA0	8.33 d	8.33 c	4.15 a	0.48 c	0.08
	GA100	26.67 c	40.00 b	2.91 c	0.81 c	0.14
	GA200	66.67 b	66.67 b	2.66 c	3.21 b	0.55
	GA300	83.33 a	90.00 a	0.40 d	4.32 a	0.76
T200 Ortalama		46.25 B	51.25 B	2.53 A	2.20 B	0.38 B
400 mM (T400)	GA0	8.33 d	8.33 c	3.66 b	0.42 c	0.07
	GA100	10.00 d	16.67 c	3.41 b	0.64 c	0.11
	GA200	61.67 b	68.33 b	1.25 d	2.48 b	0.44
	GA300	70.00 b	76.67 b	0.35 d	3.77 b	0.67
T400 Ortalama		37.50 B	42.50 B	2.16 B	1.82 B	0.32 B
GA3 Doz Ort.	GA0	10.42 C	14.16 D	3.84 A	0.49 D	0.06
	GA100	26.25 B	35.00 C	3.56 B	1.09 C	0.35
	GA200	84.17 A	80.83 B	2.23 C	3.63 B	0.51
	GA300	88.33 A	91.66 A	0.45 D	4.74 A	0.61
VK (%)		12.3	13.4	12.7	11.8	12.3

GA: Gibberellik asit, GA0: Kontrol dozu To: Kontrol Tuz Dozu, VK(%): Varyasyon katsayısı.

*Ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma metoduyla P<0.05 ve P<0.01 seviyesinde değerlendirilmiştir.

GA₃ ön uygulamasına tabi tutulmuş kinoa tohumlarında ortalama çimlenme gün sayısı üzerine GA₃, tuz ve bunların interaksiyonları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 1). En kısa ortalama çimlenme süresi 2.53 gün ile 200 mM tuz dozundan, en uzun süre ise 2.72 gün ile 100 mM tuz konsantrasyonundan elde edilmiştir. Artan tuz konsantrasyonu bitkilerde su alımını azalttığı gibi ortalama çimlenme sürelerini uzattığı tespit edilmiştir (Kuşcu ve ark., 2017). Gibberellik asit dozlarında ise kademeli artışların çimlenme sürelerini kısalttığı görülmüştür. En kısa çimlenme süresi 300 ppm (0.45 gün) en uzun süre ise 0 ppm

(3.84 gün) olarak ölçülmüştür. Ortalama çimlenme süresi üzerine GA₃ x tuz interaksiyonu önemli bulunmuştur (Çizelge 1). En uzun ortalama çimlenme süresi 4.15 gün ile 200 mM tuz konsantrasyonunda 0 ppm GA₃ ön uygulamasından elde edilirken, en kısa süre 0.26 gün ile 300 ppm GA₃ ön uygulamasındaki 100 mM tuz konsantrasyonundan elde edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlara göre; artan tuz dozlarının, çimlenme gün sayısı üzerine önemli ancak olumsuz etkileri olmuştur. Taiz ve Zeiger (2002), benzer bir çalışmada NaCl konsantrasyonlardaki artışın osmotik dengeyi bozarak çimlenme sürelerini uzattığını belirtmişlerdir.

Çimlenme indeksi değerlerini istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 1). Artan tuz konsantrasyonlarındaki çimlenme indeksi değerlerini azalttığı tespit edilmiştir (Kuşcu ve ark., 2017). En yüksek indeks değeri % 3.15 ile tuz uygulanmayan kontrol grupla elde edilirken, en düşük indeks değeri (% 1.82) 400 mM tuz konsantrasyonundan elde edilmiştir (Çizelge 1). Çimlenme indeksi değerlerinde en yüksek oran (% 3.77) 300 ppm GA₃ dozundan; en düşük oran (% 0.42) 0 ppm GA₃ dozundan elde edilmiştir. En düşük indeks değeri ise % 0.42 olarak bulunmuştur (100-400 mM, 0 ppm). Benzer araştırmalarda buna yakın sonuçlar elde edilmiştir (Yuonesi ve Moradi, 2015).

Çalışmamızda, kinoa tohumlarının hassaslık indeksi değerleri, artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak anlamlı değişimler göstermiştir (Çizelge 1). İndeks değeri, 100 mM NaCl uygulamasında % 0.52 ile en yüksek olurken; 200 ve 400 mM NaCl uygulamalarında azalmalar (% 0.38 ve 0.32) göstermiştir. Yuonesi ve Moradi de çalışmalarında (2015), artan tuz konsantrasyonlarının, çimlenme indeksi değerlerinde olduğu gibi hassaslık indeksi değerlerinde de azalmalara neden olduğunu belirtmişlerdir.

Laboratuvar ortamında elde edilen sonuçlara göre kinoa tohumlarında kök uzunluğu değerleri uygulamalar ve bunların interaksiyonları bakımından önemli çıkmıştır (Çizelge 2). En düşük kök uzunluğu (1.25 cm) 400 mM tuz konsantrasyonunda, en yüksek kök uzunluğu (4.57 cm) tuz uygulanmayan kontrol grupta elde edilmiştir. Tuz gibi stress kaynaklarının çimlenme ve kök uzunluğunu önemli ancak olumsuz yönde etkilediği belirtilmiştir (Ikuma ve Thimann, 1963) Gibrellik asit uygulamalarında ise en uzun kök 7.78 cm ile 300 ppm dozundan elde edilirken, 0 ppm GA₃ dozundan kök uzunluğu ölçülemez. Artan GA₃ ön uygulamaları tohumda çimlenmeyi teşvik ettiği gibi kök uzunluğunda artma meydana getirmiştir (Saharma ve ark., 2004). Tuz x GA₃ interaksiyonunda ise en uzun kök uzunluğu 11.87 cm (0 mM x 300 ppm) iken, tüm tuz dozları ile 0 ppm GA₃ dozunda kök uzunluğu ölçülemez. Tuz stres altındaki tohumların su alma yeteneklerinde önemli azalmalar meydana geldiğinden, kök ve sürgün oluşumu meydana gelmemiştir (Kızılgöçü ve Yıldırım, 2014).

Araştırma sonuçlarına göre; uygulamaların gövde uzunluğu üzerine etkileri önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak en uzun gövde uzunluğu (5.98 cm) 100 mM tuz dozundan, en kısa gövde uzunluğu (1.50 cm) 400 mM tuz dozundan ölçülmüştür. Tuzun bu baskılayıcı özelliğine rağmen artan gibrellik asit dozlarının gövde uzunluğunu artırdığı görülmüştür (Çavuşoğlu, 2006). En uzun gövde uzunluğu (5.59 cm) 300 ppm GA₃ dozundan, en düşük gövde uzunluğu (0.24 cm)

GA₃ uygulanmayan (0 ppm) gruptan elde edilmiştir. Tuz x GA₃ interaksiyonunda ise en uzun gövde uzunluğu 100 mM NaCl x 200 ppm GA₃ uygulamasından (10.78 cm) elde edilmiştir. GA₃ uygulanmadığında (0 ppm), 0 ve 400 mM tuz konsantrasyonlarında çıkış olmadığından gövde uzunluğu da ölçülemez. Tuz stres altındaki tohumların su alma yetenekleri azalarak, çimlenme ve ilk fide oluşumunu sekteye uğratarak azaltmıştır (Kızılgöçü ve Yıldırım, 2014).

Elde edilen sonuçlara göre; yaş ve kuru kök ağırlıkları üzerine uygulamalardan elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Tuz stresine maruz bırakılan kinoa tohumlarında en yüksek yaş ve kuru kök ağırlıkları sırasıyla 3.35 ve 0.42 mg ile 100 mM NaCl uygulamasından elde edilirken, en düşük değerler ise (0.90 ve 0.02 mg) 400 mM NaCl konsantrasyonundan elde edilmiştir. Artan tuz konsantrasyonları tohumların su alımının etkilediği gibi yaş ve kuru kök ağırlıklarını azalttığı görülmüştür (Kızılgöçü ve Yıldırım, 2014). Gibrellik asitin yaş ve kuru kök ağırlıkları üzerine etkileri önemli olup, en yüksek yaş ve kuru kök ağırlıkları 4.70 ve 0.04 mg ile 400 ppm uygulamasından elde edilmiştir. GA₃ 0 ppm dozunda ise en düşük değerler 0.01 ve 0.00 ile 0 ppm dozundan tespit edilmiştir. Artan GA₃ uygulamaları su alımını artmasına ve dolayısıyla enzimatik faaliyetlerin daha hızlanarak kök yaş ve kuru ağırlıklarına önemli ve olumlu etkisi olmuştur (Çavuşoğlu, 2006). Kinoa tohumları üzerine tuz x GA₃ interaksiyonları da istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. En yüksek yaş ve kuru kök ağırlıkları 7.50 ve 1.10 mg ile 0 mM tuz ve 300 ppm GA₃ konsantrasyonundan elde edilirken, en düşük ağırlık değerleri sırasıyla (0.01 ve 0.00 mg) tüm tuz konsantrasyonlarında 0 ppm GA₃ uygulamasında tespit edilmiştir. Araştırmamızda elde edilen sonuçlara göre GA₃ uygulamalarının yaş ve kuru kök ağırlığını nispeten artırdığı görülmüştür. Shahzad ve ark. (2012), yerel ekmeçlik buğday çeşitleri ile yürüttükleri bir çalışmada; artan tuz konsantrasyonlarında yaş ve kuru kök ağırlıklarının azaldığını tespit etmişlerdir. Bu parametrenin ıslah çalışmalarında kullanılabileceği belirtilmiştir.

Araştırma sonunda elde edilen sonuçlara göre; yaş ve kuru gövde ağırlıklarının uygulamaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 2).

Elde edilen sonuçlar itibari ile yaş ve kuru gövde ağırlıkları arasındaki sonuçlar uygulamalar itibari ile paralellik göstermektedir. En yüksek yaş ve kuru gövde ağırlıkları sırasıyla 40.25 ve 5.75 mg ile 100 mM (NaCl) uygulamasından elde edilirken, en düşük değerler ise (1.50, 0.50 mg) 400 mM tuz (NaCl) konsantrasyonundan elde edilmiştir. Benzer araştırmalarda artan tuz konsantrasyonlarının bitkilerde yaş ve kuru gövde ağırlıklarını azalttığı belirtilmiştir (Muhammad ve Hussain 2012; Akbari

ve ark., 2007; Kızılgücü ve Yıldırım, 2014). Giberellik asitin yaş ve kuru kök ağırlıkları üzerine etkileri önemli olup, en yüksek yaş ve kuru kök ağırlıkları 42.00 ve 5.50 mg ile 300 ppm uygulamasından elde

edilmiştir. GA₃ uygulamasının 0 ppm olduğu dozlarda yaş ve kuru gövde ağırlıkları elde edilememiştir. Kinoa tohumları üzerine tuz x GA₃ interaksyonlarında istatistiksel olarak önemli çıkmıştır.

Çizelge 2. Giberellik asit uygulamasına tabi tutulan kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) tohumlarında tuz stresinin çimlenme özellikleri üzerine etkisi

Table 2. Effect of salt stress on germination characteristics of kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Seeds treated with gibberellic acid

Stres Uygulamaları		Kök Uzunluğu (cm)	Gövde Uzunluğu (cm)	Kök Yaş Ağırlığı (mg)	Kök Kuru Ağırlığı (mg)	Gövde Yaş Ağırlığı (mg)	Gövde Kuru Ağırlığı (mg)
Kontrol (T0)	GA0	0.00 c	0.00 c	0.01c	0.00 c	0.00 d	0.00 c
	GA100	0.23 c	4.77 b	3.00 c	0.00 c	11.00 b	0.02 b
	GA200	6.18 a	6.35 a	2.90 a	0.60 b	68.00 a	7.00 a
	GA300	11.87 a	6.90 a	7.50 a	1.10 a	78.00 a	8.00 a
T0 Ortalama		4.57 A	4.50 AB	3.35 A	0.42 B	39.50 A	3.75 A
100 mM (T100)	GA0	0.00 c	0.51 c	0.01 c	0.00 c	1.00 d	0.00 c
	GA100	1.20 b	6.87 a	0.00 c	0.01 c	21.00 b	4.00 b
	GA200	5.46 a	10.78a	5.00 b	0.08 a	61.00 a	9.00 a
	GA300	10.46 a	5.78 a	5.10 a	0.08 a	78.00 a	10.00 a
T100 Ortalama		4.28 B	5.98 A	2.52 A	0.04 A	40.25 AB	5.75 A
200 mM (T200)	GA0	0.00 c	0.46 c	0.01 c	0.00 c	0.00 d	0.00 c
	GA100	0.12 c	2.60 b	1.00 c	0.01 c	2.00 c	0.00 c
	GA200	1.14 b	2.87 b	1.00 b	0.03 b	7.00 b	2.00 b
	GA300	5.43 a	6.28 a	3.90 b	0.06 a	8.00 b	3.00 b
T200 Ortalama		1.67 B	3.05 BC	1.47 B	0.03 B	4.25 BC	1.25 B
400 mM (T400)	GA0	0.00 c	0.00 c	0.01 c	0.00 c	0.00 d	0.00 c
	GA100	0.00 c	0.27 c	0.00 c	0.00 c	0.00 d	0.00 c
	GA200	1.62 b	2.32 b	1.20 b	0.04 b	3.00 c	1.00 b
	GA300	3.37 b	3.40 b	2.60 b	0.05 b	3.00 c	1.00 b
T400 Ortalama		1.25 B	1.50 C	0.90 B	0.02 B	1.50 C	0.50 B
GA3 Doz Ort.	GA0	0.00 C	0.24 C	0.01 C	0.00 C	0.00 C	0.00 C
	GA100	0.38 C	3.16 B	1.00 C	0.02 B	8.50 B	1.00 B
	GA200	3.60 B	5.58 A	2.50 A	0.04A	34.75 A	4.75 A
	GA300	7.78 A	5.59 A	4.70 A	0.04A	42.00 A	5.50 A
VK (%)		3.97	5.57	6.67	3.98	4.01	4.63

GA: Giberellik asit, GA0: Kontrol dozu To: Kontrol Tuz Dozu, VK(%): Varyasyon katsayısı.

*Ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma metoduyla P<0.05 ve P<0.01 seviyesinde değerlendirilmiştir.

En yüksek yaş ve kuru gövde ağırlıkları 78.00 ve 10.00 mg ile 100 mM tuz ve 300 ppm GA₃ konsantrasyonundan elde edilirken, en düşük değerler ise tuz stresinden dolayı çimlenme ve ilk fide gelişimi meydana gelmediğinden dolayı yaş ve kuru ağırlık değerleri elde edilememiştir. Benzer araştırmalarda (Datta ve ark., 1998; Kaur ve ark., 1998; Çavuşoğlu, 2006) GA₃, Kin ve E ön uygulamalarının tuz stresine maruz bırakılan buğday, arpa ve nohut fidelerinde koleoptil ve epikotil gelişme yüzdesi başta olmak üzere kök ve gövde uzaması ile taze yaş ağırlığı artırdığı tespit edilmiştir. Bu büyüme düzenleyicileri özellikle zarar gören hücre membranlarının (Taylor and Cosgrove, 1989) stabilizasyonunu sağlayarak hidrolitik enzimlerin sentezini teşvik etmektedir. (Taylor ve Cosgrove,

1989; Kaur ve ark., 1998). Bunun sonucunda; hücre bölünmesini (Liu and Loy, 1976) izleyen protein ve nükleik asit miktarlarının artmasına (Mozer, 1980) ve tuz teşvikli ABA inhibisyonunu ortadan kaldırarak olumlu etki yapmıştır (Khan ve Ungar, 2001).

SONUÇ

Bu araştırma sonuçlarına göre kinoa tohumlarında GA₃ ön uygulamasının artan tuz (NaCl) dozlarına karşı önemli ve olumlu etkisi olduğu görülmüştür. Birçok araştırmacı tarafından belirtilen çimlenme özelliklerine ait tüm parametrelerde tuz stresinin fizyolojik baskısı somut olarak tespit edilmiştir. Özellikle yüksek tuz konsantrasyonunda su alımı sekteye uğradığı gibi enzimatik aktivite yavaşlığına

bağlı büyüme gelişme geriliği görülmektedir. Ancak GA₃ dozlarının belli bir noktaya kadar tuzun bu olumsuz etkilerini azalttığı ve çimlenme özellik ve parametreleri üzerinde olumlu ve önemli katkı sağladığı görülmüştür.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Akıncı IE, Caliskan U 2010. Effect of lead on seed germination and tolerance levels in some summer vegetables. *Ekoloji Dergisi*, 19: 164-172.
- Azizi M, Chehrazai M, Zahedi SM 2011. Effects of salinity stress on germination and early growth of sweet william (*Dianthus barbatus* L.). *Asian Journal of Agricultural Sciences*, 3(6): 453-458.
- Çavuşoğlu K 2006. Geleneksel hormonlarla son yıllarda bulunan bazı hormonların ve büyüme düzenleyicilerinin yüksek sıcaklık ve tuz (NaCl) stresleri altındaki arpa ve turp tohumlarının çimlenmesi üzerindeki etkilerinin karşılaştırılması. SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 161 s.
- Datta KS, Varma SK, Angrish R, Kumar B, Kumari P 1998. Alleviation of salt stress by plant growth regulators in *Triticum aestivum* L. *Biologia Plantarum*, 40(2), 269-275.
- Duzgunes O, Kesici T, Kavuncu O, Gurbuz F 1987. Research and experimental methods. *Statistical Methods-II*. Ankara University, Agri Faculty Press, 1021, 295.
- Ellis RH, Roberts EH 1980. Towards a rational basis for testing seed quality. In *Seed Production* (Ed: P.D. Hebbleth waite), 1: 605-635.
- FAO., 2017. Plataforma de información de la quinua. <http://www.fao.org/in-action/quinua-platform/en/>. (Erişim tarihi : 25/05/2019).
- Foolad MR, Lin GY 1997. Genetic potential for salt tolerance during germination in *Lycopersicon* species. *Horticultural Science*, 32: 296-300.
- González JA, Gallardo M, Hilal M, Rosa Prado FE 2009. Physiological responses of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to drought and waterlogging stresses: Dry Matter Partitioning. *Botanical Studies*, 50: 35-42.
- Ikuma H, Thimann KV 1963. Action of kinetin on photosensitive germination of photosensitive lettuce seeds. *Plant and Cell Physiology*, 41, 169-185.
- ISTA 1996. International rules for seed testing, Edition 1996/6. International Seed Testing Association, Zurich. Switzerland, 196 p.
- Kaur S, Gupta AK, Kaur N 1998. Gibberellin (GA₃) reverses the effect of salt stress in chickpea (*Cicer arietinum* L.) seedlings by enhancing amylase activity and mobilization of starch in cotyledons. *Plant Growth Regulation*, 26, 85-90.
- Kaya E, Karaer M 2017. Kinoa yetiştiriciliği ve sağlık açısından önemi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*. 10 (2): 21-26.
- Khan BA, Khan AN, Khan TH 2005. Effect of salinity on the germination of fourteen wheat cultivars. *Gomal University Journal of Research*, 21: 31-33.
- Khan MA, Ungar IA 2001. Role of dormancy regulating chemicals in release of innate and salinity-induced dormancy in *Sporobolus arabicus* Boiss. *Seed Science Technology*, 29, 299-306.
- Kır AE, Temel S 2017. Iğdır ekolojik koşullarında farklı kinoa çeşit ve populasyonlarının tohum verimi ve bazı özelliklerinin belirlenmesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Fakültesi Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi 71s.
- Kızılgeçici F, Yıldırım M, Akıncı C 2010. Bazı ekmeklik buğday genotiplerinin tuzluluğa tepkilerinin belirlenmesi 1. Uluslararası Katılımlı Kamu-Üniversite-Sanayi İşbirliği Sempozyumu ve Mermercilik şurası, 24-26 Mayıs 2010: 301-307, Diyarbakır.
- Kuşçu H, Çayğaracı A, Ndayizeye JDD 2017. Tuz stresinin bazı kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) çeşitlerinin çimlenme özellikleri üzerine etkisi. *Ü. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32 (1): 89-99.
- Mozer TJ 1980. Control of protein synthesis in barley aleurone layers by the plant hormones gibberellic acid and abscisic acid. *Cell*, 20 (2): 479-485.
- Miranda M, Vega-Galvez A, Quispe-Fuentes I, Rodriguez MJ, Maureira H, Martinez EA 2012. Nutritional aspects of six quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.) ecotypes from there geographid areas of Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 72(2): 175-181.
- Özkaya B 1999. Tahılların neden olduğu alerjiler ve önemi-2. *Food Hi-Tech*, Mart, 82-88.
- Pearsall DM 1992. The origins of plant cultivation in South America. In: C.W.Cowan, P.J.Watson (Eds.), *The Origins of Agriculture*. Smithsonian Institute Press, Washington, DC, pp:173-205.
- Sharma AD, Thakur M, Rana M, Singh K 2004. Effect of plant growth hormones and abiotic stresses on germination, growth and phosphoaphatse activities in *Sorghum bicolor* (L.) moench seeds. *Africa Journal Biotechnology*, 3: 308-312.
- Taiz L, Zeiger E 2002. *Plant Physiology*. Sinauer Associates, Sunderland, MA. 690 p.
- Taylor A, Cosgrove DJ 1989. Gibberellic acid stimulation of Cucumber hypocotyl elongation: effects on growth, turgor, osmotic pressure, and cell wall properties. *Plant Physiology*, 90, 1335-1340.

- Wang YR, Yu L, Nan ZB, Liu YL 2004. Vigor tests used to rank seed lot quality and predict field emergence in four forage species. *Crop Sci.*, 44 (2):535-541.
- Yazar A Kaya Ç 2014. A new crop for salt affected and dry agricultural areas of turkey: quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd). *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences, Special Issue: 2: 1440-1446.*
- Yurtseven E, Bozkurt DO 1997. Sulama suyu kalitesi ve toprak nem düzeyinin marulda verim ve kaliteye etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 3(2): 44-51.
- Yurtseven E, Baran HY 2000. Sulama suyu tuzluluğu ve su miktarlarının brokolide (*Brassica oleracea* botrytis) verim ve mineral madde içeriğine etkisi. *Turk. Journal Agriculture For* 24(2):185-190.
- Younesi O, Muradi A 2015. Effect of different priming methods on germination and seedling establishment of two medicinal plants under salt stress conditions. *Cercetari Agronomice în Moldova* 48 (3) Iasi: Editura "Ion Ionescu de la Brad", 43-51.
- Yurtseven E, Öztürk HS, Demir, K Kasım MU, 2001. Sulama suyu tuzluluğunun tınlı toprakta profil tuzluluğuna etkisi. *Ankara Üniversitesi, Tarım Bilimleri Dergisi*. 7:3:1-8.
- Zheng C, Jiang D, Liu F, Dai T, Liu W, Jing, Q, Cao W 2009. Exogenous nitric oxide improves seed germination in wheat against mitochondrial oxidative damage induced by high salinity. *Environ. Exp. Bot.*, 67: 222-227.