

Atf İçin: Dere S, 2021. Domateste (*Solanum lycopersicum*) Farklı Tuz Konsantrasyonu Ön Uygulamalarının Çimlenme ve Fide Gelişim Parametrelerine Etkileri. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(Özel Sayı): 3324-3335.

To Cite: Dere S, 2021. The Effects of Different Salt Concentration Pretreatments on Germination and Seedling Growth Parameters in Tomato (*Solanum lycopersicum*). Journal of the Institute of Science and Technology, 11(Special Issue): 3324-3335.

Domateste (*Solanum lycopersicum*) Farklı Tuz Konsantrasyonu Ön Uygulamalarının Çimlenme ve Fide Gelişim Parametrelerine Etkileri

Sultan DERE^{1*}

ÖZET: Tuzluluk bitkilerde büyüme ve gelişmeyi sınırlandıran en önemli abiyotik stres faktörlerinden biridir. Dünyada en çok üretilen ve tüketilen sebze türlerinin başında domates (*Solanum lycopersicum*) gelmektedir. Bu çalışmada, domates çimlenme ve fide gelişim parametreleri üzerine farklı tuz konsantrasyonu ön uygulamalarının etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Deneme, Siirt Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Bitki materyali olarak Rio Grande ve H2274 domates çeşidi kullanılmıştır. Tuz ön uygulaması olarak beş farklı tuz konsantrasyonu (0, 1, 2, 3 ve 4 M) belirlenmiştir. Çalışma iki faktörlü tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Denemelerde, 3 tekrür ve her tekerrürde 10 bitki materyali bulunmaktadır. Çalışma sonunda çimlenme yüzdesi (%), ortalama çimlenme zamanı, çimlenme indeksi, çimlenme hızı gibi çimlenme parametreleri ile fide boyu, hipokotil çapı, kök uzunluğu, yaş ağırlık ve kuru ağırlık parametreleri değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda elde ettiğimiz sonuçlara göre tuz ön uygulamasının çimlenme yüzdesini ve bitki boyunu her iki çeşitte de azalttığı belirlenmiştir. Rio Grande domates çeşidinde tuz ön uygulamasının tüm konsantrasyonlarında yaş ağırlığın, kontrole kıyasla azaldığı ancak H2274 çeşidinde uygulamalar arasında farklılıkların olduğu görülmüştür. Kök ağırlığı, kontrole kıyasla tuz ön uygulamalarında Rio Grande çeşidinde artmıştır, fakat H2274 çeşidinde 3 M tuz ön uygulaması haricinde azalmıştır. İki çeşit içinde, farklı tuz konsantrasyonu ön uygulamalarında çimlenme ve fide gelişiminde farklılıkların olduğu ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Domates, tuzluluk, ön uygulama, çimlenme

The Effects of Different Salt Concentration Pretreatments on Germination and Seedling Growth Parameters in Tomato (*Solanum lycopersicum*)

ABSTRACT: Salinity is one of the most important abiotic stress factors limiting growth and development in plants. Tomato (*Solanum lycopersicum*) is one of the most produced and consumed vegetables in the world. In this study, it was aimed to determine the effects of different salt concentration pre-treatments on tomato germination and seedling growth parameters. The experiment was carried out in Siirt University Horticulture Department Laboratory. Rio Grande and H2274 tomato cultivars were used as plant material. Five different salt concentrations (0, 1, 2, 3 and 4 M) were determined as salt pre-treatment. The study was carried out using completely randomized experimental design with two factors. In experiments, there were 3 replications and 10 plant materials in each replication. At the end of the study, germination parameters such as germination percentage (%), average germination time, germination index, germination rate, and seedling height, hypocotyl diameter, root length, fresh weight and dry weight were evaluated. According to the results we obtained at the end of the study, it was determined that salt pre-application decreased the germination percentage and plant height in both cultivars. Fresh weight of the Rio Grande tomato cultivar decreased at all concentrations of salt pre-treatment compared to the control, but there were differences between the treatments in the H2274 cultivar. Root weight increased in Rio Grande cultivar with salt pre-treatment compared to control, but decreased in H2274 except 3 M salt pre-treatment. It was revealed that there were differences in germination and seedling development in the two cultivars at different salt concentration pre-treatments.

Keywords: Tomato, salinity, pre-treatment, germination

¹Sultan DERE ([Orcid ID: 0000-0001-5928-1060](https://orcid.org/0000-0001-5928-1060)) Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Siirt, TÜRKİYE

***Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Sultan DERE, e-mail: sultan.dere@siirt.edu.tr

15-17 Kasım 2021 tarihinde Iğdır'da düzenlenen Uluslararası katılımlı 7.Tohumculuk Kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

GİRİŞ

Bitkiler, yetiştirme ortamlarında genellikle büyüme ve gelişmeleri için uygun olmayan veya stres oluşturabilen faktörlerle karşılaşabilirler. Bu faktörler arasında biyotik ve abiyotik faktörler olabilmektedir. Biyotik stresler arasında mantar, bakteriyel ve viral bitki patojenleri, zararlılar, yabancı otlar (Peterson ve Higley, 2001) bulunurken, abiyotik stres faktörleri arasında ise kuraklık, tuzluluk, yüksek sıcaklık, soğuk, besin eksikliği, ağır metal gibi faktörler bulunmaktadır. İklim değişikliğiyle tarımsal üretimde olumsuz etkilere neden olan abiyotik stres faktörlerinin artma eğiliminde olduğu bilinmektedir (Zhu, 2016). İklim değişikliğiyle birlikte kurak ve yarı kurak alanlarda toprak tuzluluğunun artması beklenen bir durumdur (Dere, 2020; Özyazıcı ve Açıkbaş, 2021). Tuzluluk stresi dünyadaki tarımsal alanların yaklaşık olarak %20'sini etkileyen, tarımsal üretimi sınırlandıran önemli bir küresel faktör haline gelmiştir (Flowers ve Yeo, 1995; Çamlıca ve Yıldız, 2017). Bitkilerde tuz stresine karşı biyokimyasal ve fizyolojik tepkiler çeşitlilik gösterir ve neredeyse tüm bitki süreçlerini etkiler. Yüksek tuzluluk hem iyonik (kimyasal) hem de ozmotik (fiziksel) bileşeni içerir. Tuz stresi genellikle su stresine, iyonik toksisiteye, besin dengesizliğine (toprakta besinlerin varlığı, bitkide alınması ve taşınması), oksidatif strese, metabolik süreçlerde değişikliklere (fotosentez, lipid metabolizması ve protein sentezi), membran bozukluğuna, yavaş hücre bölünmesine neden olur ve büyüme ve genotoksisite, dolayısıyla bitki büyümesini etkiler. Bu etkiler bitkinin büyüme aşamasına, stresin süresine ve yoğunluğuna bağlıdır. Tuz stresinin en önemli etkisi, enzim aktivitelerini ve biyokimyasal bileşenleri azaltarak bitki büyümesinin engellenmesidir (Akladios ve Mohamed, 2018; Kaleem ve ark., 2018; Demir, 2019).

Bitkilerin yaşam döngüsünde en önemli aşamayı tohumlarda çimlenme oluşturmaktadır (Turhan ve Şeniz, 2010; Khan ve ark., 2000; Bradford, 1995). Tuz stresi özellikle çimlenme aşamasında etkili olabilmekte ve birçok bitki türü tuz stresine hassasiyet gösterebilmektedir. Tuz konsantrasyonunun da artış çimlenmeyi azalttığı, tuzun olmadığı ortamlarda ise çimlenmenin en yüksek düzeyde gerçekleştiği bilinmektedir (Turhan ve Şeniz, 2010; Khan ve ark., 2000). Bitkilerin çimlenme aşamasında tuzluluk stresine maruz kaldıklarında hızlı ve yeterli çimlenme gösterdiklerinde, fide aşamasında da daha yüksek direnç gösterebildiği bilinmektedir (Bradford, 1995). Bu nedenle kültür bitkilerinde tuza tolerans düzeylerinin erken aşamada belirlenmesi tuzluluk sorunu olan veya oluşabilecek alanlarda sürdürülebilir üretim için önemli bir durumdur.

Kültür bitkilerinde tohum ekim derinliğinin en fazla 10 cm olması ve ekim yapılan bu kısım tuzluluğun en yoğun olduğu tabaka olması nedeniyle tuzluluk kültür bitkileri için önemli bir sorundur (Esechie, 1995). Bu nedenle kültür bitkileri içerisinde tohumları direkt toprağa ekilerek yetiştiriciliği yapılanlarda bazı çimlenme problemleri yaşanabilmektedir. Tuzluluk sorunu yaşanan alanlarda tohum ekiminin normal topraklara kıyasla daha yüzlek ekilmesi çimlenme ve çıkışta yaşanan sorunlarının azalması sağlayarak çimlenme ve çıkış yüzdesini arttırmaktadır (Moud ve Maghsoudi, 2008).

Domates (*Solanum lycopersicum* L.) dünyada yetiştirilen en önemli kültür sebzelerinden biridir. Domatesin yetiştiriciliği direkt tohum ekimiyle veya fidelerin tarlalara dikilmesiyle olmaktadır. Direkt tohum ekimini çevresel stres koşulları sınırlandırmaktadır. Çevresel stres koşullarından tuzluluğa birçok ticari domates çeşidi çimlenme ve fide aşamasında hassastır (Maas, 1986; Foolad, 1997). Tuzluluğun yoğunluğuna ve süresine, toprağın su potansiyeline, tohumun genetik yapısına bağlı olarak direkt tohum ekimi yapılan tuzlu topraklarda çimlenme de gecikme ve engeller yaşanmaktadır. Bu durum tarladaki fide çıkışlarını ve buna bağlı olarak bitki sayısını azalttığı bunun da ekonomik verim alınmasını riske sokmaktadır (Cuartero ve Fernandez-Munoz, 1999; Foolad ve ark., 2007). Toprak tuzluluğunun az olduğu alanlarda yeni tohum ekilmesiyle bu sorun giderilebilecekken tuzluluğun yüksek olduğu

alanlarda çimlenme sorununun daha yüksek olması ve çimlenme zamanının uzaması önemli bir problemdir. Tohumun çimlenmeden toprakta kalması tohumun birçok hastalık ve zararlıya maruz kalma riskini arttıracaktır (Cuartero ve Fernandez-Munoz, 1999).

Tüm bu nedenler ışığında bu çalışmanın amacı 2 farklı domates çeşidinin çimlenme ve fide gelişim parametrelerine farklı tuz konsantrasyonu ön uygulamalarının etkisinin belirlenmesidir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma Siirt Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Bitki materyali olarak H2274 ve Rio Grande domates çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan H2274 (sanayi ve sofralık) ve Rio Grande (sanayilik) çeşitleri ticari olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Beş farklı tuz konsantrasyonu molar (M) düzeyinde (0, 1, 2, 3, 4 M) tuz (NaCl) belirlenerek çalışma yürütülmüştür. Tuz konsantrasyonları detaylı literatür taraması ve ön denemeler yapılarak belirlenmiştir.

Domates tohumlarını çimlendirmek için suya NaCl eklenerek 1, 2, 3 ve 4 M olmak üzere farklı tuz konsantrasyonu uygulaması ile içerisine NaCl eklenmeyen kontrol olarak uygulamalar yapılmıştır. Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 adet tohum olacak şekilde düzenlenmiştir. Domates tohumlarının çimlendirilmesi için kullanılan petri kaplarının iç kısmının altına ve üstüne filtre kağıdı yerleştirilmiştir. Petri kapları uygulamalara göre etiketlenmiştir. Domates tohumları filtre kağıtlarının arasına konulduktan sonra farklı konsantrasyonlarda tuz içeren çözeltilerden ve tuz içermeyen sudan 5ml alınarak sulanmış ve $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklık içeren karanlık koşullarda yetiştirme kabine bu petri kapları kapalı olarak yerleştirilmiştir. Tuz uygulaması yapılan gruptaki tohumlara 48 saat sonunda musluk suyuyla yıkama işlemi uygulanmış ve bu yıkama 5 kez tekrar edilmiştir. Yıkama işlemi petri kapında filtre kağıtlarına da yapılmıştır. Bu uygulamadan sonra tohumlar çimlendirme ortamına tekrar alınmıştır. Çalışmanın sonuna kadar petri kaplarına 48 saatte bir (petri kaplarındaki tohumların nem seviyelerine göre) 5 ml farklı konsantrasyonlardaki çözeltiler ilave edilmiştir. Çimlenmiş tohumların sayımına deneme kurulmasından itibaren 3. günden başlanmış ve sayım işlemleri her gün aynı saatte ve aynı koşulda yapılmıştır. Çimlenen tohumların sayımları yapıldıktan sonra aynı ortamda tutulmuştur. Tohumlar maksimum çimlenme sayısına (9 gün) ulaştığında çalışma sonlandırılmıştır. Çimlenen tohumların yüzde oranları 9. günün sonunda sayım işlemi bitirildikten sonra hesaplanmıştır. Çimlenme kriteri olarak radikulanın belirgin olarak testadan çıkmış olması esas alınmıştır (İşlek ve ark., 2010).

Çalışma sonunda çimlenme yüzdesi (%), ortalama çimlenme zamanı, çimlenme hızı (çimlenme indeksi) gibi çimlenme parametreleri ile fide boyu, hipokotil çapı, kök uzunluğu, yaş ağırlık ve kuru ağırlık parametreleri değerlendirilmiştir.

Çimlenme Yüzdesi Parametresi

Tohumlar 24 saatte bir kontrol edilmiştir ve çimlenen tohumlar sayılmıştır. Çimlenen tohumlar sayıldıktan sonra Scott ve ark. (1984)'nin yaptıkları yöntemle göre çimlenme yüzdesi (ÇY) belirlenmiştir. Çimlenme yüzdesi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{ÇY} = (\text{NÇS}) / (\text{TS}) \cdot 100 \quad (1)$$

NÇS: Normal çimlenen tohum sayısı

TS: Toplam tohum sayısı

Ortalama Çimlenme Süresi Parametresi

Tohumların çimlenme gününü belirlemek ortalama çimlenme süresi için kullanılır. Ortalama çimlenme süresi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Ellis ve Roberts, 1981).

$$\text{OÇZ} = \sum (\text{SiGi}) / (\text{Gi})^{-1} \quad (2)$$

Si: Gi gününde çimlenen tohumların sayısıdır.

Gi: çimlenmenin başlangıcından itibaren geçen gün sayısını ifade eder.

Çimlenme Üniformitesi

Çimlenme üniformitesi Bewley ve Black, (1994)'ın belirlediği yöntemle hesaplanmıştır.

$$\text{ÇUK} = \sum_s \sum [(O\text{ÇZ} - g)^2 s]^{-1} \quad (3)$$

g: Ekim günü olan 0. günden başlayarak gün cinsinden süredir.

s: g gününde çimlenmeyi tamamlayan tohum sayısıdır.

Çimlenme Hızı Parametresi

Çimlenme hızı Abazarian ve ark. (2011)'a göre aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\text{ÇH} = (S1G1^{-1}) + (\text{Ç}2G2^{-1}) + \dots + (\text{Çn}Gn^{-1}) \quad (4)$$

S: Çimlenen tohumların sayısıdır.

G: Çimlenme için gereken gün sayısıdır.

Fidede Yapılan Ölçümler

Gözlemler için fidelerin boy, çap ve kök örnekleri renkli tarayıcı (Iscan Color Mini Portable Scanner) ile 300 DPI çözünürlükte taranmıştır. Fide boyu, hipokotil çapı ve kök parametrelerinin hassas ve detaylı ölçümleri için ImageJ yazılımı (Rueden ve ark., 2017) kullanılmıştır (Özyazıcı ve Açıkbaz, 2021). Fide yaş ağırlıkları hassas terazi ile belirlenmiştir. Fide kuru ağırlığının belirlenmesi için örnekler 65°C'de etüvde 36 saat kurutulmuş ve hassas terazide tartılmıştır.

İstatistiksel Analizler

Çalışmanın verilerinin istatistiksel analizi JMP paket programına göre yapılmıştır. Elde edilen veriler faktöriyel desende tesadüfi parsellere göre varyans analizine tabi tutulmuştur. Varyans analizinden önce yüzde ifade edilen verilere ArcSin dönüşümü uygulanmıştır. Ortalamalar arasındaki farklar TUKEY HSD çoklu karşılaştırma testi ile kontrol edilmiştir (Açıkgöz ve Açıkgöz, 2001).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çimlenme değerlendirilmesi

Çimlenme yüzdesi değerlendirildiğinde uygulama ve çeşit interaksyonu istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1). Çimlenme yüzdesinin en yüksek olduğu uygulama her iki çeşitte de kontrolde görülürken, Rio Grande %100 çimlenme yüzdesiyle en yüksek orana sahiptir. Tuz ön uygulamasının çimlenme yüzdesini düşürdüğü ve en düşük çimlenme oranının 4 M tuz ön uygulamasında H2274 çeşidindedir. Rio Grande çeşidinde ise tuz ön uygulama konsantrasyonlarına bağlı olarak çimlenme yüzdesinin değiştiği ve en düşük çimlenme yüzdesinin 1 M tuz ön uygulamasında olduğu belirlenmiştir. Rio Grande çeşidinde kontrole kıyasla en yüksek yüzde değişim 1 M tuz ön uygulamasında 63.33 azalış olarak görülmüştür. H2274 çeşidinde ise en yüksek yüzde değişim kontrole göre 4 M tuz ön uygulamasında 63.70 azalış şeklinde gerçekleşmiştir. H2274 çeşidinde tuz konsantrasyonu arttıkça kontrole göre yüzde değişimde negatif yönden yükseliş göstermiştir. Turhan ve Şeniz, (2010), tarafından yapılan çalışmada, domates genotiplerinin çimlenme yüzdesinin tuz uygulamasında azaldığı belirtilmiştir. Tuz stresinin çimlenme yüzdesinin azalttığı ve bu azalışın çeşitlere ve türlere bağlı olarak farklılık gösterdiği bildirilmiştir (Hajer ve ark., 2006; Al-Harbi ve ark., 2008; Çavuşoğlu, 2012; Çamlıca ve Yıldız, 2017). Yapılan birçok çalışmada tuz konsantrasyonu arttıkça çimlenme oranının düştüğü rapor edilmiştir (Erken, 2005; Kaya ve ark., 2005; Bulut, 2007; Arın ve Aybaş, 2008; Çolak ve ark., 2008; Doğan ve ark., 2008; Yokaş ve ark., 2008; Turhan ve Şeniz, 2010; Özyazıcı ve Açıkbaz, 2021). Bu sonuçlar ile H2274 çeşidinde elde ettiğimiz sonuçlar paralellik

gösterirken, Rio Grande çeşidinde tuz konsantrasyonu artışıyla çimlenme oranındaki düşüş paralellik göstermemektedir. Yani 4 M tuz konsantrasyonu ön uygulamasında çimlenme yüzdesi 90 iken, 1 M tuz ön uygulamasında 36,37 olduğu belirlenmiştir. Toprak çözeltisinin ozmotik potansiyelinde azalma ve köklerde su alımının engellenmesi tuzluluğun bir sonucudur (Kochak-Zadeh ve ark., 2013; Fernández-Torquemada ve Sánchez-Lizaso, 2013; Öner ve Kırılı, 2018). Ozmotik potansiyele tuzun böyle etkilemesi çimlenme için gerekli olan nem alımını olumsuz etkilemektedir (Abbasdokht, 2011; Aslan ve ark., 2016; Öner ve Kırılı, 2018). Bu durum tuz ön uygulamasında çimlenme yüzdesinde azalışın nedenlerinden birini ortaya çıkarmaktadır.

Çizelge 1. Farklı tuz konsantrasyonları ön uygulamalarında domates çeşitlerinin çimlenme yüzdesi

Uygulamalar	Rio Grande	% Değişim	H2274	% Değişim
Kontrol	100.00 (89.86)		96.67 (83.90)	
1 M	36.37 (36.16)	-63.33	90.00 (75.04)	-6.67
2 M	93.33 (77.75)	-6.67	86.67(68.89)	-10.00
3 M	63.33 (53.88)	-36.67	80.00 (63.96)	-17.04
4 M	90.00 (75.04)	-10.00	33.33 (14.07)	-63.70

(): Açı transformasyonu değeridir.

Uygulama ve çeşit interaksiyonunun ortalama çimlenme zamanına etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Ortalama çimlenme zamanı bakımından en uzun çimlenme zamanı H2274 çeşidinde 3M tuz ön uygulamasında görülmüştür. En kısa çimlenme zamanı kontrol uygulamasında ve Rio Grande çeşidinde görülmüştür. Rio Grande çeşidinde 1M tuz ön uygulamasında ortalama çimlenme zamanı kısa fakat çimlenme yüzdesi düşüktür. Aynı durum H2274 çeşidinde 4M tuz ön uygulamasında görülmüştür. Kontrole kıyasla en yüksek yüzde değişim Rio Grande çeşidinde 4 M tuz ön uygulamasında görülürken. H2274 çeşidinde 3 M tuz ön uygulamasında görülmüştür (Çizelge 2). Çimlenme süresindeki artışın nedeni olarak tuz konsantrasyonundaki artışın ozmotik ve iyonik strese sebep olması ve bunun sonucunda tohumun su alımındaki azalma gösterilebilir (Tabassum ve ark., 2017; Öner ve Kırılı, 2018). Yaptığımız çalışma sonuçları ile diğer araştırmacıların yaptıkları çalışma paralellik göstermektedir (Erken, 2005; Kaya ve ark., 2005; Okçu ve ark., 2005; Köşkeroğlu, 2006; Öz ve Karasu, 2007; Arın ve Aybaş, 2008; Çolak ve ark., 2008; Day ve ark., 2008; Doğan ve ark., 2008; Turhan ve Şeniz 2010; Yokaş ve ark., 2008; Özyazıcı ve Açıkbaş, 2021)'nin çalışma sonuçlarıyla paralellik göstermektedir.

Çizelge 2. Farklı tuz konsantrasyonları ön uygulamalarında domates çeşitlerinin ortalama çimlenme zamanı

Uygulamalar	Rio Grande	% Değişim	H2274	% Değişim
Kontrol	3.00		3.28	
1 M	3.37	12.22	5.30	61.59
2 M	5.14	71.36	5.19	59.01
3 M	3.26	8.77	5.41	64.44
4 M	5.26	75.25	3.83	11.90

Çimlenme hızı bakımından uygulama ve çeşit interaksiyonunun istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Rio Grande ve H2274 çeşidinde tuz konsantrasyonu arttıkça çimlenme hızının düştüğü belirlenmiştir. Çimlenme hızı farklılığının istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Çimlenme hızı verileri Çizelge 3'de verilmiştir. Çimlenme hızının kontrole kıyasla tuz ön uygulamalarında azaldığı en yüksek azalışın H2274 çeşidinde 4 M tuz ön uygulamasında olduğu belirlenmiştir. Rio Grande çeşidinde en yüksek çimlenme hızının kontrol uygulamasında belirlenirken en düşük 1 M tuz ön uygulamasında belirlenmiştir. Çimlenme hızının kontrole göre en fazla yüzde

değişim Rio Grande çeşidinde 1 M tuz ön uygulamasında 77.90 ve H2274 çeşidinde 4 M tuz ön uygulamasında 77.37 azalış olarak belirlenmiştir. Özyazıcı ve Açıkbaş (2021) yaptıkları çalışma sonucuna göre tuz konsantrasyonu arttıkça çimlenme hızının azaldığını bildirmişlerdir. Bu sonuçlar ile yaptığımız çalışmanın sonuçlar paralellik göstermektedir.

Çizelge 3. Farklı tuz konsantrasyonları ön uygulamalarında domates çeşitlerinin çimlenme hızı*

Uygulamalar	Rio Grande	% Değişim	H2274	% Değişim
Kontrol	3.33 a		3.08 ab	
1 M	0.74 c	-77.90	1.76 abc	-42.55
2 M	1.86 abc	-44.31	1.70 abc	-44.59
3 M	1.33 bc	-60.07	1.56 abc	-49.38
4 M	1.80 abc	-46.05	0.64 c	-77.37

* : Aynı sütunda farklı harfler arasındaki farklılıklar önemlidir ($P<0.001$).

Sonuçları değerlendirildiğinde uygulama ve çeşit interaksyonunun çimlenme üniformitesi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4). En yüksek çimlenme üniformitesi kontrol uygulamasında Rio Grande çeşidinde görülmüştür. H2274 çeşidinde kontrole kıyasla farklı tuz konsantrasyonu ön uygulamalarında çimlenme üniformitesinin azaldığı ve bu azalışın tuz konsantrasyonu arttıkça şiddetlendiği belirlenmiştir. Rio Grande çeşidinde kontrole kıyasla en düşük çimlenme üniformitesinin 1 M tuz ön uygulamasındadır. Çimlenme üniformitesi yüzde değişimi bakımından sonuçlar değerlendirildiğinde kontrole kıyasla en yüksek yüzde değişimin 1 M tuz ön uygulamasında Rio Grande çeşidinde 78.39 azalış olarak görülmüştür. H2274 çeşidinde ise kontrole kıyasla 4m tuz ön uygulamasındadır. H2274 tuz konsantrasyonu arttıkça çimlenme üniformitesinde yüzde değişimin negatif yönde arttığı belirlenmiştir. Yaptığımız çalışma sonuçlarıyla Özyazıcı ve Açıkbaş (2021)'in sonuçları paralellik göstermektedir.

Çizelge 4. Farklı tuz konsantrasyonları ön uygulamalarında domates çeşitlerinin çimlenme üniformitesi*

Uygulamalar	Rio Grande	% Değişim	H2274	% Değişim
Kontrol	33.33 a		29.64 ab	
1 M	7.20 c	-78.39	17.25 abc	-41.72
2 M	18.17 abc	-45.49	16.69 abc	-43.34
3 M	12.94 bc	-61.18	15.31 abc	-48.53
4 M	17.33 abc	-48.02	6.36 c	-76.66

* : Aynı sütunda farklı harfler arasındaki farklılıklar önemlidir ($P<0.0009$).

Fide büyüme değerlendirmesi

Fide boyu bakımından uygulama ve çeşit interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 5). Fide boyu her iki çeşitte de en yüksek kontrol uygulamasında görülmüştür. Kontrol kıyasla tuz ön uygulamasında fide boyunun Rio Grande çeşidinde azaldığı ve en fazla azalışın 2 M tuz ön uygulamasında olduğu belirlenmiştir. H2274 çeşidinde kontrole kıyasla 1 M tuz ön uygulamasında fide boyunun arttığı belirlenmiştir. Bu durum bünyedeki tuz konsantrasyonunu seyrelterek tuza tolerans olarak değerlendirilebilir. Kontrole göre fide boyu yüzde değişimi değerlendirildiğinde en yüksek yüzde değişim Rio Grande çeşidinde 83.93 ile 2 M tuz ön uygulamasında azalış olarak belirlenmiştir. H2274 çeşidinde ise 1 m tuz ön uygulaması hariç diğer uygulamalarda yüzde değişim negatif yöndedir ayrıca 2 M tuz ön uygulamasıyla birlikte tuz konsantrasyonu arttıkça yüzde azalış daha da yükselmiştir. Domates fide boyunun tuz dozu arttıkça azaldığı bildirilmiştir (Çavuşoğlu, 2012). Tuz stresinde sürgün uzunluğunun azaldığı bildirilmiştir (Çamlica ve Yıldız, 2017). Kontrol ile tuz stresi uygulamaları karşılaştırıldığında artan tuz dozları ile radikula uzunluklarında azalışların olduğu ve bu azalışın yaklaşık %46 düzeyinde gözlemlendiği bildirilmiştir (Öner ve Kırılı, 2018). Diğer araştırmacıların elde ettikleri

sonuçları değerlendirildiğinde de tuz konsantrasyonu arttıkça bitki boyunun azaldığı tespitini bildirmişlerdir (Okçu ve ark., 2005; Köşkeröglü, 2006; Öz ve Karasu, 2007; Arın ve Aybaşı, 2008; Day ve ark., 2008; Özyazıcı ve Açıkbashi, 2021).

Çizelge 5. Farklı tuz konsantrasyonları ön uygulamalarında domates çeşitlerinin fide boyu (cm)*

Uygulamalar	Rio Grande	% Değişim	H2274	% Değişim
Kontrol	6.069 a		4.165 abc	
1 M	2.327 bc	-65.47	4.495 ab	7.63
2 M	0.940 c	-83.93	3.964 abc	-3.94
3 M	3.686 abc	-37.55	2.463 bc	-39.22
4 M	3.182 abc	-47.03	1.305 c	-65.84

* : Aynı sütunda farklı harfler arasındaki farklılıklar önemlidir ($P<0.0014$).

Hipokotil çapı bakımından uygulama ve çeşit interaksiyonunun istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 6). Hipokotil çapı en yüksek 4 M tuz ön uygulamasında Rio Grande çeşidinde görülürken en düşük H2274 çeşidinde yine 4 M tuz ön uygulamasında görülmüştür. Rio grande çeşidinde kontrole kıyasla en yüksek azalışın 2 M tuz ön uygulamasında olduğu belirlenmiştir. Kontrole göre hipokotil çapı yüzde değişimi değerlendirildiğinde en yüksek yüzde değişim H2274 çeşidinde 80.64 ile 4 M tuz ön uygulamasında azalış olarak belirlenmiştir. H2274 çeşidinde 2 M tuz ön uygulaması dışındaki tüm tuz ön uygulamalarında hipokotil çapı azalmıştır. Domates hipokotil çapının tuz stresinde azaldığı bildirilmiştir (Çavuşoğlu, 2012). Buna benzer sonuçlar (Akdoğan ve Özkan, 2000; Erken, 2005; Okçu ve ark., 2005; Köşkeröglü, 2006; Day ve ark., 2008)'nın yaptıkları çalışmalarda da görülmektedir.

Çizelge 6. Farklı tuz konsantrasyonları ön uygulamalarında domates çeşitlerinin hipokotil çapı (cm)

Uygulamalar	Rio Grande	% Değişim	H2274	% Değişim
Kontrol	0.0744 abc		0.0847 ab	
1 M	0.0370 bcd	-51.22	0.0837 ab	-1.24
2 M	0.0223 cd	-68.63	0.0913 a	8.28
3 M	0.0800 ab	7.26	0.0757 ab	-10.90
4 M	0.0920 a	23.60	0.0170 d	-80.64

* : Aynı sütunda farklı harfler arasındaki farklılıklar önemlidir ($P<0.0001$).

Fide kök uzunluğu bakımından uygulama ve çeşit interaksiyonunun istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 7). Kök uzunluğunun en yüksek 3 M tuz ön uygulamasında Rio Grande çeşidinde belirlenmiştir. En düşük kök uzunluğu ise H2274 çeşidinde 3 M tuz ön uygulamasında bulunmuştur. Rio Grande çeşidinde kontrole göre yüzde değişim değerlendirildiğinde 2 M tuz ön uygulaması hariç diğer uygulamalarda arttığı belirlenmiştir. H2274 çeşidinde ise 1 M ve 2 M tuz ön uygulamasında artış, 3 M ve 4 M tuz ön uygulamasında azalış olduğu görülmüştür. Domates fide kök uzunluğunun tuz stresinde azaldığı bildirilmiştir (Çavuşoğlu, 2012). Kök toprağa direk temas eden kısım olduğu için tuzluluk stresinde kök uzunluğu önemli bir kriterdir. Tuz stresinde kök uzunluğunun azaldığı ve bu azalışın tuz konsantrasyonu arttıkça daha da yükseldiği belirtilmiştir (Çamlıca ve Yıldız, 2017).

Çizelge 7. Farklı tuz konsantrasyonları ön uygulamalarında domates çeşitlerinin fide kök uzunluğu veya boyu (cm)

Uygulamalar	Rio Grande	% Değişim	H2274	% Değişim
Kontrol	1.567 ab		2.356 ab	
1 M	3.041 a	108.68	3.108 a	43.83
2 M	0.840 ab	-38.33	2.827 ab	30.98
3 M	3.111 a	103.18	0.591 ab	-71.43
4 M	2.951 a	92.86	0.175 b	-94.34

* : Aynı sütunda farklı harfler arasındaki farklılıklar önemlidir ($P<0.003$).

Fide yaş ağırlığı bakımından uygulama ve çeşit interaksyonu istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 8). Rio Grande çeşidinde yaş ağırlığın kontrole kıyasla tuz ön uygulamalarında azaldığı belirlenmiştir. H2274 çeşidinde kontrole kıyasla 1M ve 2 M tuz ön uygulamasında yaş ağırlığın arttığı 3M ve 4 M tuz ön uygulamasında ise azaldığı görülmüştür. Yaş ağırlık bakımından uygulamalar arasında farklılığın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir. Rio Grande çeşidinde kontrole göre tuz ön uygulamalarında yüzde değişim azalış olarak belirlenmiştir. H2274 çeşidinde ise 1 M ve 2 M tuz ön uygulamasında artış ve 3 M ve 4 M tuz ön uygulamasında azalış olarak görülmüştür (Çizelge 8). Domates fide yaş ağırlığının tuz stresinde azaldığı bildirilmiştir (Çavuşoğlu, 2012). Kontrole kıyasla tuz konsantrasyonu arttıkça koleoptil yaş ağırlığının azaldığı bildirilmiştir (Öner ve Kırılı, 2018). Fide yaş ağırlığının tuz dozu arttıkça azaldığıyla ilgili benzer sonuçlar birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Erdal ve ark., 2000; Türkmen ve ark., 2002; Çanakçı ve Munzuroğlu, 2004; Bilgin ve Yıldız, 2007; Öz ve Karasu, 2007; Kuşvuran ve ark., 2007; Arın ve Aybaşı, 2008; Özyazıcı ve Açıkbay, 2021).

Çizelge 8. Farklı tuz konsantrasyonları ön uygulamalarında domates çeşitlerinin fide yaş ağırlığı (g)

Uygulamalar	Rio Grande	% Değişim	H2274	% Değişim
Kontrol	0.4600		0.3822	
1 M	0.2067	-56.56	0.4370	14.36
2 M	0.3707	-13.93	0.3980	3.61
3 M	0.2067	-43.34	0.3153	-17.59
4 M	0.3039	-31.79	0.2125	-43.13

Fide kuru ağırlığı bakımından uygulama ve çeşit interaksyonu istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 9). Rio Grande çeşidinde kontrole kıyasla 2 M ve 4 M tuz ön uygulamasında arttığı 1 M ve 3 M tuz ön uygulamasında ise azaldığı görülmüştür. H2274 çeşidinde kontrole kıyasla 4 M tuz ön uygulaması hariç diğer uygulamalarda fide kuru ağırlığının arttığı tespit edilmiştir. Rio Grande çeşidinde kontrole göre tuz ön uygulamalarında yüzde değişim 1 M ve 3 M azalış ve 2 M ve 4 M'da artış olarak belirlenmiştir. H2274 çeşidinde ise 4 M tuz ön uygulaması haricinde artış olarak görülmüştür (Çizelge 9). Tuz stresinin domateste kuru ağırlığı azalttığı yapılan çalışmada bildirilmiştir (Çavuşoğlu, 2012). Buna benzer sonuçlar (Akdoğan ve Özkan, 2000; Akıncı ve Akıncı, 2000; Erdal ve ark., 2000; Yurtseven ve Baran, 2000; Türkmen ve ark., 2002; Çanakçı ve Munzuroğlu, 2004; Bilgin ve Yıldız, 2007; Öz ve Karasu, 2007; Kuşvuran ve ark., 2007; Arın ve Aybaşı, 2008; Parlak ve Parlak, 2006, 2008; Özyazıcı ve Açıkbay, 2021)'nin yaptıkları sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Öner ve Kırılı (2018) yaptıkları çalışmada tuz dozlarındaki artışın kuru ağırlıkta azalışa neden olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca tuz stresine çeşitlerin tepkilerindeki farklılığın nedeni olarak hücre zarlarındaki ve hücrel homeostaz kapasitelerindeki genetik farklılıkların olabileceği rapor edilmiştir. Tohum dış su alımı fazla tuzun varlığında ya tamamen ya da belirli süre azalmaktadır (Moud ve Maghsoudi, 2008; Jalali ve ark., 2017).

Çizelge 9. Farklı tuz konsantrasyonları ön uygulamalarında domates çeşitlerinin fide kuru ağırlığı (g)

Uygulamalar	Rio Grande	% Değişim	H2274	% Değişim
Kontrol	0.0217		0.0233	
1 M	0.0103	-42.82	0.0261	12.24
2 M	0.0284	33.69	0.0263	13.03
3 M	0.0203	-13.29	0.0272	17.15
4 M	0.0263	25.08	0.0173	-24.85

SONUÇ

Kontrol ve farklı tuz konsantrasyonları ön uygulaması koşullarına bağlı olarak sonuçlar değerlendirildiğinde; kontrole kıyasla çimlenme yüzdesi bakımından en yüksek yüzde değişim 4 M tuz ön uygulamasında H2274 çeşidinde azalış olarak en az yüzde değişim ise 1 M tuz ön uygulamasında H2274 çeşidinde belirlenmiştir. Ortalama çimlenme zamanı kontrole kıyasla en fazla 4 M tuz ön uygulamasında Rio Grande çeşidinde artarken en az ise 3 M tuz ön uygulamasında yine Rio Grande çeşidinde görülmüştür. Çimlenme hızı en fazla 1 M tuz ön uygulamasında Rio Grande çeşidinde azalırken en az ise H2274 çeşidinde 1 M tuz ön uygulamasında görülmüştür. Çimlenme üniformitesi yüzde değişimi en fazla 1 M tuz ön uygulamasında Rio Grande çeşidinde en az ise H2274 çeşidinde 1 M tuz ön uygulamasında belirlenmiştir. Fide boyunun kontrole kıyasla en fazla yüzde değişimin 2 M tuz ön uygulamasında Rio Grande çeşidinde belirlenmiştir. H2274 çeşidinde ise 2 M tuz ön uygulamasında en az yüzde değişimin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca H2274 çeşidinde 1 M tuz ön uygulamasında fide boyunda artış görülmüştür. Kök uzunluğu bakımından en fazla yüzde değişim artışının 1 M tuz ön uygulamasında Rio Grande çeşidinde görüldüğü, H2274 çeşidinde ise 4 M tuz ön uygulamasında en yüksek yüzde azalışın görüldüğü belirlenmiştir. Fide yaş ağırlığındaki kontrole kıyasla tuz ön uygulamalarındaki yüzde değişimin 1 M tuz ön uygulamasında Rio Grande çeşidinde en fazla azalış olduğu, H2274 çeşidinde 1 M tuz ön uygulamasında en fazla artış olduğu görülmüştür. Fide kuru ağırlığı yüzde değişim azalışının en fazla Rio Grande çeşidinde 1 M tuz ön uygulamasında, artışın ise yine Rio Grande çeşidinde 2 M tuz uygulamasında olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak çeşitlerin uygulamalara verdiği tepkilerin farklı olduğu H2274 çeşidinin Rio Grande çeşidine göre tuz ön uygulamalarına daha toleranslı olduğu fikri oluşmuştur. Ayrıca ileride yapılacak çalışmalarda bu tuz konsantrasyonlarının uygulanması durumunda daha kısa süreli ön uygulamalar şeklinde yapılması ve buna göre tolerans düzeylerinin ortaya çıkarılması önerilmektedir.

Çıkar Çatışması

Makale yazarı tek isim olduğundan dolayı herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Yazar Katkısı

Yazar tek olduğundan makalenin tüm aşamasına tek yazarın katkı sağladığını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Abazarian R, Yazdani MR, Khosroyar K, Arvin P, 2011. Effects of Different Levels of Salinity on Germination of Four Components of Lentil Cultivars. *African Journal of Agricultural Research*, 6: 2761- 2766.
- Abbasdokht H, 2011. The Effect of Hydropriming and Halopriming on Germination and Early Growth Stage of Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Desert*, 16: 61- 68.
- Açıkgöz N, Açıkgöz N, 2001. Common Mistakes in The Statistical Analyzes of Agricultural Experiments I. Single factorials. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 11: 135-147.
- Akdoğan S, Özkan I, 2000. Gelişmenin Değişik Dönemlerinde Uygulanan Su Noksanlığı Geriliminin Biber Bitkisi (*Capsicum annum* L)'nin Tuza Duyarlılığı Üzerine Etkisi. *Ankara Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 6: 1-8.
- Akıncı S, Akıncı İE, 2000. Bazı Patlıcan (*Solanum melongena* L.) Çeşitlerinin Çimlenme Döneminde Tuza Tepkileri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 3: 58-64.
- Akladios SA, Hanafy RS, 2018. Alleviation of Oxidative Effects of Salt Stress in White Lupine (*Lupinus Termis* L.) Plants by Foliar Treatment with L-Arginine. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 28: 165-176.
- Al-Harbi AR, Wahb-Allah MA, Abu-Muriefah SS, 2008. Salinity and Nitrogen Level Affects Germination, Emergence, and Seedling Growth of Tomato. *International Journal of Vegetables Science*, 14: 380-392.

- Arın L, Aybaş H, 2008. Ekim Öncesi Farklı Tuzlar Uygulanmış Karnabahar (*Brassica oleracea* var. *Botrytis*) Tohumunun Değişik Tuzluluk Seviyelerindeki Çimlenmesi ve Fide Gelişimi. Türkiye III. Tohumculuk Kongresi, 30-33, Nevşehir.
- Aslan D, Zencirci N, Etöz M, Ordu B, Bataw S, 2016. Bread Wheat Responds Salt Stress Better Than Einkorn Wheat Does During Germination. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 40: 783-794.
- Bewley J, Black M, 1994. Seeds: Physiology of Development and Germination. New York.
- Bilgin N, Yıldız N, 2007. Besin Kültüründe Yetiştirilen (Kaya F1) Domates Çeşidinin (*Lycopersicon esculentum*) Artan NaCl Uygulamalarına Toleransı ve Tuzluluk Stresinin Kuru Madde Miktarı ile Bitki Mineral Madde İçeriğine Etkisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 39:15-21.
- Bradford KJ, 1995. Water Relations in Seed Germination. In: Kigel. J. and G. Galili. (Ed.) Seed development and germination. Marcel Dekker. Inc.. pp: 351–396, New York.
- Bulut F, 2007. Bakla (*Vicia faba* L.)’da Tuzluluğun Fide Gelişimine ve Bazı Minerallerin Alımına Etkisi. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Cuartero J, Fernandez-Munoz R, 1999. Tomato and Salinity. Scientia Horticulture, 78: 83-125.
- Çamlıca M, Yıldız G, 2017. Effect of Salt Stress on Seed Germination. Shoot and Root Length in Basil (*Ocimum basilicum*). International Journal of Secondary Metabolite, 4: 69-76
- Çanakçı S, Munzuroğlu Ö (2004). Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Çeliklerinde Ağırlık Değişimleri, Pigment ve Protein Miktarları Üzerine Asetilsalisilik Asit ve Tuz (NaCl) Uygulamasının Karşılıklı Etkileri. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24: 23-40.
- Çavuşoğlu MC, 2012. Farklı Dozda Tuz İçeren Sulama Sularının Bazı Sebze Fidelerinin Gelişimi Üzerine Etkisi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Çolak G, Keser Ö, Caner N, 2008. *Lycopersicon Esculentum* Mill. ve *Raphanus sativus* L. Bitkilerinde Çimlenme ve Sonrası Büyüme Aşamalarında Na₂SO₄ Tipi Tuz Stresinin Etkileri. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 24: 17-38.
- Day S, Kaya MD, Kolsarıcı Ö, 2008. Bazı Çerezlik Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Genotiplerinin Çimlenmesi Üzerine NaCl Konsantrasyonlarının Etkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 14: 230-236.
- Demir Y, 2019. Cross-Stress Tolerance (Cold and Salt) in Plants Have Different Deed Nutrient Content (Maize. Bean and Wheat). Alinteri Journal of Agriculture Sciences, 34: 121-127.
- Dere, 2020. Abiyotik Stres Faktörlerinin Bitkilerdeki Etkilerine Genel Bir Bakış. Tarım Ve Hayvancılıkta Yapılan Çalışmalar ve Güncel Değişimler. Iksad International Publishing House, s. 217.
- Doğan M, Avu A, Can E N, Aktan A, 2008. Farklı Domates Tohumlarının Çimlenmesi Üzerine Tuz Stresinin Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi, 3: 174-182.
- Ellis RA, Roberts EH, 1981. The Quantification of Ageing and Survival in Orthodox Seeds. Seed Science and Technology, 9: 373-409.
- Erdal İ, Türkmen Ö, Yıldız M, 2000. Tuz Stresi Altında Yetiştirilen Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Fidelerinin Gelişimi ve Kimi Besin Maddeleri İçeriğindeki Değişimler Üzerine Potasyumlu Gübrelemenin Etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 10: 25-29.
- Erken NT, 2005. Soğanda (*Allium cepa* L.) Tuzluluğun Bitki Büyüme ve Gelişimi Üzerine Etkileri. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Lisans.
- Esechie HA, 1995. Partitioning of Chloride İon in The Germination Seed of Two Forage Legumes under Salt Tolerance During Germination and Analysis. AGRIS, 26: 3357–3370.
- Fernández-Torquemada Y, Sánchez-Lizaso JL, 2013. Effects of Salinity on Seed Germination and Early Seedling Growth of The Mediterranean Seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 119: 64-70.
- Flowers TJ, Yeo AR, 1995. Breeding for Salinity Resistance in Crop Plant: Where Next?. Australian Journal of Plant Physiology, 22: 875-884.

- Foolad MR, Lin GY, 1997. Genetic Potential for Salt Tolerance During Germination in Lycopersicon species. Horticultural Science, 32: 296-300.
- Foolad MR, Prakash S, Zhang L, 2007. Common QTL Affect The Rate of Tomato Seed Germination Under Different Stress and Nonstress conditions. International Journal of Plant Genomics, 42: 727-734.
- Hajer AS, Malibari AA, Al-Zahrani, HS, Almaghrabi OA, 2006. Responses of Three Tomato Cultivars to Sea Water Salinity 1. Effect of Salinity on The Seedling Growth. African Journal of Biotechnology, 5: 855-861.
- İşlek C, Koç E, Üstün AS, 2010. Biber (*Capsicum annuum* L.) Tohumlarında Bazı Bitki Büyüme Düzenleyicilerinin İn Vitro Çimlenme Üzerine Etkisi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12: 42-49.
- Jalali V, Kapourchal SA, Homae M, 2017. Evaluating Performance of Macroscopic Water Uptake Models at Productive Growth Stages of Durum Wheat Under Saline Conditions. Agricultural Water Management, 180: 13-21.
- Kaleem F, Shabir G, Aslam K, Rasul S, Manzoor H, Shah SM, Khan AR, 2018. An Overview of The Genetics of Plant Response to Salt Stress: Present Status and The Way Forward. Applied Biochemistry and Biotechnology, 186: 306-334.
- Kaya MD, Kaya G, Kolsarıcı Ö, 2005. Bazı Brassica Türlerinin Çimlenme ve Çıkışı Üzerine NaCl Konsantrasyonlarının Etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi, 11: 448-452.
- Khan MA, Ungar IA, Showalter, AM, 2000. Effect of Sodium Chloride Treatments on Growth and Ion Accumulation of The Halophyte *Haloxylon Recurvum*. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 31: 2763-2774.
- Kochak-Zadeh A, Mousavi S, Nejad M, 2013. The Effect of Salinity Stress on Germination and Seedling Growth of Native and Breeded Varieties of Wheat. Journal of Novel Applied Sciences, 2: 703-709.
- Köşkeroğlu S, 2006. Tuz ve Su Stresi Altındaki Mısır (*Zea mays* L.) Bitkisinde Prolin Birikim Düzeyleri ve Stres Parametrelerinin Araştırılması. Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Kuşvuran Ş, Ellialtıoğlu Ş, Abak K, Yaşar F, 2007. Bazı Kavun (*Cucumis* sp.) Genotiplerinin Tuz Stresine Tepkileri. Ankara Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 13: 395-404.
- Maas EV, 1986. Salt tolerance of plants. Applied Agricultural Research, 1: 12-26.
- Moud AM, Maghsoudi K, 2008. Salt Stress Effects on Respiration and Growth of Germinated Seeds of Different Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars. World Journal of Agricultural Sciences, 4: 351-358.
- Okçu G, Kaya MD, Atak M, 2005. Effects of Salt and Drought Stresses on Germination and Seedling Growth of Pea (*Pisum sativum* L.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 29: 237-242.
- Öner F, Kırılı A, 2018. Effects of Salt Stress on Germination and Seedling Growth of Different Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars. Akademik Ziraat Dergisi, 7: 191-196.
- Öz M, Karasu A, 2007. Pamuğun Çimlenmesi ve Erken Fide Gelişimi Üzerine Tuz Stresinin Etkisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 21: 9-21.
- Özyazıcı MA, Açıkbay S, 2021. Effects of Different Salt Concentrations on Germination and Seedling Growth of Some Sweet Sorghum [*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.] Cultivars. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 8: 133-143.
- Parlak M, Parlak Özaslan A, 2006. Sulama Suyu Tuzluluk Düzeylerinin Silajlık Sorgumun (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Verimine ve Toprak Tuzluluğuna Etkisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 12: 8-13.
- Parlak M, Parlak Özaslan A, 2008. Effect of Salinity in Irrigation Water on Some Plant Development Parameters of Sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) and Soil Salinity. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 14: 320-325.
- Peterson RK, Higley LG, 2001. Illuminating The Black box: The Relationship Between Injury and Yield. In: Peterson RKD & Higley LG (Eds.), Biotic stress and yield loss (pp. 1-14). Boca Raton: CRC Press.

- Rueden CT, Schindelin J, Hiner MC, DeZonia BE, Walter AE, Arena ET, Eliceiri KW, 2017. ImageJ2: Imagej for The Next Generation of Scientific Image Data. BMC Bioinformatics, 18: 529.
- Scott SJ, Jones RA, Williams WA, 1984. Review of Data Analysis Methods for Seed Germination. Crop Science, 24: 1192-1199.
- Tabassum T, Farooq M, Ahmad R, Zohaib A, Wahid A, 2017. Seed Priming and Transgenerational Drought Memory Improves Tolerance Against Salt Stress in Bread Wheat. Plant Physiology and Biochemistry, 118: 362-369.
- Turhan A, Şeniz V, 2010. Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Türkiye’de Yetiştirilen Bazı Domates Genotiplerinin Çimlenmesi Üzerine Etkileri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 24: 11-22.
- Türkmen Ö, Şensoy S, Erdal İ, Kabay T, 2002. Kalsiyum Uygulamalarının Tuzlu Fide Yetiştirme Ortamlarında Domateste Çıkış ve Fide Gelişimi Üzerine Etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 12: 53-57.
- Yokaş Ş, Tuna A L, Bürün B, Altunlu H, Altan F, Kaya C, 2008. Responses of The Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Plant to Exposure to Different Salt Forms and Rates. Turkish Journal of Agriculture and Forestr, 32: 319-329.
- Yurtseven E, Baran HY, 2000. Sulama suyu Tuzluluğu ve Su Miktarlarının Brokkolide (*Brassica Oleracea* var. *Botrytis*) Verim ve Mineral Madde İçeriğine Etkisi. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 24: 185–190.
- Zhu (2016). Abiotic Stress Signaling and Responses in Plants. Cell, 167: 313–324.