

# Tuz Stresinin Bazı Kültür Bitkilerinde Çimlenme ve Fide Gelişimi Üzerine Etkileri

İhsan AYDIN<sup>1\*</sup>, Ökkeş ATICI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Gümüşhane Üniversitesi, Şiran Mustafa Beyaz Meslek Yüksekokulu, Şiran / Gümüşhane

<sup>2</sup>Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Erzurum

Başvuru tarihi: 11 Kasım 2015

Düzeltilme tarihi: 04 Aralık 2015

Kabul tarihi: 27 Aralık 2015

## Öz

Bu çalışmada, ülkemizin bazı yörelerinde yetiştiriciliği yapılan buğday (*Triticum aestivum* cv. Bezostaya), domates (*Lycopersicon lycopersicum* cv. H55711), fasulye (*Phaseolus vulgaris* sp. *spharicus*) ve mısır (*Zea mays* cv. Hido) çeşitlerinin çimlenme ve fide gelişimi üzerine tuz (NaCl) stresinin etkileri araştırılmıştır. Bu amaç için farklı tuz konsantrasyonu (0, 75, 150 ve 250 mM) ortamlarında çimlenme ve fide gelişimini tamamlamış bitkilerde çimlenme oranı, taze ve kuru ağırlık, kök ve gövde uzunluğu, tuz tolerans indeksi ve çimlenme hızı parametreleri belirlenmiştir. Sonuçlarımız çalışılan bitki türlerine ait çeşitlerin tuz stresi toleranslarının farklı olduğunu göstermiştir. Ayrıca, tuz konsantrasyonu artışına bağlı olarak tüm çeşitlerde hem çimlenme hem de fide gelişimi önemli oranda engellenmiştir. Bitkiler içerisinde, çalışılan parametrelere göre, hibrid mısırın tuza en toleranslı, domatese ait çeşidin ise en duyarlı olduğu belirlenmiştir.

## Anahtar Kelimeler

Tuz stresi, çimlenme oranı, tuz tolerans indeksi, çimlenme hızı, kültür bitkisi

\* Sorumlu Yazar/Corresponding Author: <sup>1</sup>Gümüşhane Üniversitesi, Şiran Mustafa Beyaz Meslek Yüksekokulu, Şiran / Gümüşhane

e-posta: [ihsanaydin@gumushane.edu.tr](mailto:ihsanaydin@gumushane.edu.tr)

doi : 10.18586/msufbd.98402

URL: <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/msufbd>

Copyright © 2013-2016 Muş Alparslan Üniversitesi

# Effects of Salt Stress on Germination and Seedling Development in Some Crop Plants

## Abstract

In this study, it was investigated the effects of salt (NaCl) stress on germination and seedling development in varieties of wheat (*Triticum aestivum* cv. Bezostaya), tomato (*Lycopersicon lycopersicum* cv. H55711), bean (*Phaseolus vulgaris* sp. sphearicus) and maize (*Zea mays* cv. Hido) cultivated in some zones of Turkey. For this aim, it was determined germination ratio and speed, fresh and dry weight, root and shoot length, and salt tolerance index in the plants completed germination and seedling development at different salt concentrations (0, 75, 150 ve 250 mM). Our results showed to be different the salt stress tolerance of the plants varieties studied. In addition, it was significantly inhibited the germination and seedling development in all of the varieties as depending on the increasing salt concentrations, and observed that the maize had the highest tolerance while the tomato had the lowest sensitivity in the plants according to the parameters studied.

## Keywords

Salt stress, germination rate, salt tolerance index, germination speed, crop plant

## 1. GİRİŞ

Bitkilerin normal yaşadığı çevrelerde büyüme ve gelişmelerini olumsuz etkileyen biyotik veya abiyotik ajanlar stres faktörü olarak değerlendirilir [1]. Stres önce metabolik ve fizyolojik mekanizmalarda bozulmalarla başlar. Daha sonra bitki organlarında hasara, ürün kalitesinde düşmeye ve hatta ölüme neden olabilmektedir [2]. Abiyotik stres faktörlerinin başında gelen tuzluluk, bütün ekim alanlarını etkilemekle birlikte, kurak ve yarı kurak alanlarda en ciddi problemler arasında gösterilmektedir [3]. Tuzluluk stresi özellikle toprak strüktürünü değiştirmek suretiyle bitki verimi ve kalitesinde önemli kayıplara neden olmaktadır [4]. Bunun yanında Na ve Cl gibi tuz iyonları bitkiler tarafından kolayca absorbe edilebilirler [5]. Özellikle yüksek seviyedeki Na<sup>+</sup> iyonu birikimi ile meydana gelen iyon toksisitesi biyokimyasal reaksiyonlar üzerinde bozulmalara neden olmakta ve tohum çimlenmesine engel olmaktadır [6,7]. Arpa [8], bezelye [9], biber [10], turp [11], havuç ve ıspanakta [12,13] tuz stresinin tohum çimlenmesi ve fide gelişiminde ciddi düşüşlere neden olduğu bildirilmiştir.

Şenay vd. [14], buğday üzerine yaptıkları bir çalışmada artan tuz konsantrasyonlarının ortalama olarak çimlenme oranı %21, fide boyunu %42,5

ve kök uzunluğunu ise %74,4 azatlığını rapor etmişlerdir. Buğday ve arpa üzerine tuz stresıyla alakalı yapılan bir çalışmada artan tuzun kök/gövde boyu ile taze ve kuru ağırlıkları azalttığı, aynı tuzluluk oranlarında buğdayın arpadan daha fazla etkilendiği belirlenmiştir [14].

Farklı domates tohumlarının çimlenmesi üzerine Doğan vd. [15] tuz stresinin etkilerini araştırmışlardır. Yapılan çalışmada bitkilerin en fazla tuza dayanıklılıkları; tuza dayanıklı genotiplerde 125-150 mM, hassas genotiplerin ise 50-75 mM NaCl içeren ortamda yaşayabildikleri bulunmuştur. Sera şartları altında gerçekleştirilen bir denemede ise sulama suyunda bulunan tuz miktarının domates bitkisinin verim ve kalite özellikleri ile bitki gelişimine olumsuz etki ettiği sonucuna varılmıştır [16].

Fasulyede erken çimlenme evresinde iki farklı tuz uygulamasının (NaCl ve Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ) çimlenme ve büyüme üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada tuz uygulamalarının çimlenme oranı ve fide büyümesini önemli ölçüde azalttığı belirlenmiştir. Ayrıca Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>'ün inhibisyonunun NaCl'den daha fazla olduğu ortaya konulmuştur [17].

On dokuz mısır (*Zea mays*) çeşidine büyümelerinin erken döneminde 250 mM NaCl uygulama yapılan bir çalışmada, 17 gün süren yetiştirme periyodu sonrası bitkilerde meydana gelen toksisite belirtileri çeşitler arasında önemli derecede değişmiştir. Fide büyümesindeki azalmalar, kök uzunluğundaki azalmalardan fazla bulunmuştur [18].

Bitkilerin tuz toleransları büyüme ve gelişim evrelerinin farklı dönemlerinde değişiklik gösterebilmektedir. Örneğin çimlenme döneminde tuza duyarlı olan bir bitki, gelişim aşamasında tuza nispeten daha toleranslı olabilmektedir. Diğer taraftan bunun tersi durumlar da görülebilmektedir. Kültür bitkilerinin erken gelişim evresinde tuza tolerans seviyelerinin belirlenmesi tuzlu veya tuzlanma potansiyeli olan topraklarda tarımsal faaliyetlerin sürdürülebilirliği açısından oldukça önemlidir [19]. Bu nedenle çalışmamızda ülkemizde yetiştiriciliği yapılan buğday, mısır, domates ve fasulye türlerine ait çeşitlerde tuzluluk toleransının belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma esnasında gerek duyulan tuz (NaCl) Sigma-Aldrich'ten satın alınmıştır. Etil alkol, saf su ve deneyler için gerekli alet ve ekipmanlar Gümüşhane Üniversitesi Şiran Mustafa Beyaz Meslek Yüksekokulu Laboratuvarından temin edilmiştir.

### 2.1.Bitki Materyali ve Çimlenme Şartları

Çalışmada, ekmeleklik buğday (*Triticum aestivum* L. cv. Bezostaya), domates (*Lycopersicon lycopersicum* L. H55711), yerel bir fasulye(*Phaseolus vulgaris* sp. sphericus) ve hibrit bir mısır (*Zea mays* cv. Hido) çeşidi kullanılmıştır.

Tohumların bir kısmı yerel üreticilerden bir kısmı da MAY Tohumculuk'dan temin edilmiştir. Bu çalışmada kontrol grubu dâhil 4 farklı tuz konsantrasyonu (0, 75, 150 ve 250 mM NaCl) kullanılmıştır.

Bitki tohumları önce %10'luk çamaşır suyuyla, sonra %80'lik etil alkol ile yüzey sterilizasyonuna tabi tutulmuştur [20]. Tohumların çimlenme deneyleri, 20/25 °C (gece/gündüz) sıcaklık [21], farklı dozlarda NaCl çözeltileri (0, 75, 150 ve 250 mM) ve çift katlı steril filtre kâğıdı içeren petri kaplarında [22] 5 gün süreyle gerçekleştirilmiştir [23,24,25].

## 2.2.Çimlenme Deneyleri

Tohumların çimlenme oranı günlük olarak belirlenmiş ve radikulanın 0,5 mm çıkması çimlenme kriteri olarak kullanılmıştır [26,27,28]. Çimlenme oranlarının karşılaştırılmasında 5. gün elde edilen çimlenme yüzde değerleri kullanılmıştır. Çimlenmenin 5. günü, çimlenen tohumların koleoptil ve kök uzunlukları da belirlenmiştir [29, 30]. Ayrıca, fide başına düşen taze ve kuru ağırlıklar tespit edilmiştir. Kuru ağırlık deneyi için 70 °C'de 48 saat kurutulmuş fideler kullanılmıştır [31, 32,33]. Çimlenme yüzdesi aşağıda verilen formüle göre belirlenmiştir [34, 35, 36, 37].

$$\text{ÇÖ} = (G/T) * 100$$

G: Çimlenen tohum sayısını, T: Kullanılan toplam tohum sayısı

## 2.3.Tuz tolerans indeksi

Aşağıda belirtilen formüle göre hesaplanmıştır. A: İşlem görmüş tohumlarda çimlenme,

B: Kontrol grubunda çimlenme ifade eder [38,39,40].

$$\text{TT} = (A/B) * 100$$

## 2.4. Çimlenme hızı

Aşağıdaki formüle uygun olarak hesaplanmıştır [40, 41].

N: Çimlenen tohum sayısı, T: Çimlenmenin gerçekleştiği gün sayısını ifade eder.

$$\text{ÇH} = N_1/T_1 + N_2/T_2 + \dots + N_n/T_n$$

## 2.5. İstatistik Analiz

Dört tekrarlı olarak yürütülen deneylerden elde edilen verilerin varyans analizleri yapıldıktan sonra, ortalamalar arasındaki farklılıkların istatistik önemleri Duncan'ın (P<0.05) Çoklu Karşılaştırma Testi ile IBM SPSS istatistik programı kullanılarak belirlenmiştir [42].

### 3. BULGULAR

Araştırmada buğday, mısır, fasulye ve domatesin ülkemizin özellikle Doğu ve Kuzeydoğu Anadolu yörelerinde yetiştiriciliği yapılan bazı çeşitlerinin tuz tolerans seviyeleri belirlenmiştir. Tuz toleransını belirlemede, kontrol şartlarıyla kıyaslanarak, çimlenme oranı, taze ve kuru ağırlık, kök ve gövde uzunluğu, çimlenme hızı ve tuz tolerans indeksi gibi fizyolojik parametreler kullanılmıştır.

#### 3.1. Çimlenme Oranı

Çalışılan bitkilerden buğday ve mısırdaki çimlenme oranları, kontrolleriyle (0.0 mM NaCl) kıyaslandığında, artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak önemli ( $P<0.05$ ) derecede inhibe edilmiştir. Benzer inhibisyon fasulyede 150 ve 250 mM tuzda görülmüştür. Domates de ise 75 mM'da önemli ( $P<0.05$ ) bir inhibisyon olurken, 150 ve 250 mM tuzda çimlenme tamamıyla inhibe olmuştur (Tablo 3.1)

**Tablo 3.1.** Farklı tuz konsantrasyonlarının bitki çimlenme oranı üzerine etkileri (%)

ÇEŞİTLER	0 mM	75 mM	150 mM	250 mM
Buğday	100,00 <sup>a</sup> ± 0	94,67 <sup>b</sup> ± 0,94	85,33 <sup>c</sup> ± 1,88	38,67 <sup>d</sup> ± 0,94
Domates	93,33 <sup>a</sup> ± 0,94	81,33 <sup>b</sup> ± 1,88	-	-
Şeker Fasulye	100,00 <sup>a</sup> ± 0	100,00 <sup>a</sup> ± 0,18	90,48 <sup>b</sup> ± 3,37	80,95 <sup>c</sup> ± 3,37
Hibrit Mısır	95,24 <sup>a</sup> ± 3,37	95,24 <sup>a</sup> ± 3,37	76,19 <sup>b</sup> ± 3,37	57,14 <sup>c</sup> ± 0,65

\* Bir satır içinde aynı harflerin bulunduğu gruplar arasındaki farklılıklar  $P<0.05$  önem seviyesine göre anlamsızdır.

#### 3.2.Çimlenme Hızı

Varyans analiz sonuçları, tuz uygulamalarının araştırılan tüm tohumlarda çimlenme hızı üzerine oldukça önemli etkilerinin olduğunu ortaya koymuştur. Artan tuz konsantrasyonu çimlenme hızını tüm tuz dozlarında önemli derecede düşürmüştür. Kontrole kıyasla (0.0 mM NaCl) tuz uygulamasının buğdayda ciddi bir düşüşe ( $P<0.05$ ) neden olduğu görülmektedir. Fasulye ve mısır çeşitlerinde 0 ve 75 mM tuz uygulamalarında istatistiksel bir fark görülmezken, 150 ve 250 mM tuz uygulamasının inhibisyonu benzerlik göstermiştir. Domateste ise 75 mM tuz önemli ( $P<0.05$ ) bir düşüş sergilerken 150 mM ve 250 mM'da çimlenme olmamıştır (Tablo 3.2).

**Tablo 3.2.** Farklı tuz konsantrasyonlarının bitki çimlenme hızı üzerine etkileri (%)

ÇEŞİTLER	0 mM	75 mM	150 mM	250 mM
Buğday	55,42 <sup>a</sup> ±0,71	51,21 <sup>b</sup> ±1,28	45,57 <sup>c</sup> ±0,66	8,49 <sup>d</sup> ±0,58
Domates	33,31 <sup>a</sup> ±0,57	26,90 <sup>b</sup> ±0,96	-	-
Şeker Fasulye	11,09 <sup>a</sup> ± 0,34	10,36 <sup>a</sup> ± 0,24	7,91 <sup>b</sup> ± 0,68	6,13 <sup>c</sup> ± 0,27
Hibrit Mısır	12,89 <sup>a</sup> ± 0,81	13,11 <sup>a</sup> ± 0,57	8,79 <sup>b</sup> ± 0,17	6,16 <sup>c</sup> ± 0,78

\* Bir satır içinde aynı harflerin bulunduğu gruplar arasındaki farklılıklar  $P<0.05$  önem seviyesine göre anlamsızdır

### 3.3.Tuz Toleransı

Farklı dozlardaki tuz uygulamalarının araştırılan çeşitlerde tuz toleransı yüzdelere ilişkin varyans analizleri Tablo 3.3'de verilmiştir. Tuz toleransına ilişkin veriler türler arasında farklı sonuçlar göstermişlerdir. Kontrolle nazaran artan tuz uygulamaları fasulye ve mısırdaki istatistiksel olarak önemli ( $P<0.05$ ) bir azalma sergilemiştir. Buğdayda 0 ve 75 mM tuz uygulamalarında istatistiksel bir fark görülmezken, 150 ve 250 mM tuzda önemli ( $P<0.05$ ) bir azalış görülmüştür. Domateste diğer parametrelerde olduğu gibi 75 mM'da önemli bir azalma söz konusuken, 150 ve 250 mM tuzda ise herhangi bir gelişim görülmemiştir.

**Tablo 3.3.** Farklı tuz konsantrasyonlarının bitki tuz toleransı indeksi üzerine etkileri (%)

ÇEŞİTLER	0 mM	75 mM	150 mM	250 mM
Buğday	95,70 <sup>a</sup> ±2,35	94,16 <sup>a</sup> ±0,94	72,27 <sup>b</sup> ±1,12	53,13 <sup>c</sup> ±0,89
Domates	94,64 <sup>a</sup> ±1,88	80,46 <sup>b</sup> ±1,62	-	-
Şeker Fasulye	94,50 <sup>a</sup> ± 1,99	77,32 <sup>b</sup> ± 1,51	51,87 <sup>c</sup> ± 0,62	29,38 <sup>d</sup> ± 0,20
Hibrit Mısır	96,65 <sup>a</sup> ± 1,20	91,21 <sup>b</sup> ± 1,14	82,80 <sup>c</sup> ± 1,31	78,09 <sup>d</sup> ± 0,31

\* Bir satır içinde aynı harflerin bulunduğu gruplar arasındaki farklılıklar  $P<0.05$  önem seviyesine göre anlamsızdır.

### 3.4.Fide Uzunluğu

Uygulanan tuz konsantrasyonlarındaki bitki fide boyları incelendiğinde 4,80 mm ile 114,61 mm arasında değişen değerler görülmektedir. Tuz uygulamasının

fide uzunluğu üzerine etkisine dair veriler Tablo 3.4'te verilmiştir. Kontrole kıyasla tüm çeşitlerde artan tuz uygulamaları önemli ( $P<0.05$ ) bir oranda düşüşe neden olmuştur. Domateste ise 150 ve 250 mM'da fide gelişimi meydana gelmemiştir.

**Tablo 3.4.** Farklı tuz konsantrasyonlarının bitki fide uzunluğu üzerine etkileri (mm)

ÇEŞİTLER	0 mM	75 mM	150 mM	250 mM
Buğday	114,61 <sup>a</sup> ±4,51	106,39 <sup>b</sup> ±1,58	43,81 <sup>c</sup> ±2,02	4,80 <sup>d</sup> ±0,27
Domates	58,39 <sup>a</sup> ±0,75	35,93 <sup>b</sup> ±2,08	-	-
Şeker Fasulye	39,51 <sup>a</sup> ± 0,51	21,32 <sup>b</sup> ± 1,13	14,26 <sup>c</sup> ± 1,10	11,23 <sup>d</sup> ± 1,05
Hibrit Mısır	71,81 <sup>a</sup> ± 3,47	50,97 <sup>b</sup> ± 2,48	41,67 <sup>c</sup> ± 2,40	25,30 <sup>d</sup> ± 1,25

\* Bir satır içinde aynı harflerin bulunduğu gruplar arasındaki farklılıklar  $P<0.05$  önem seviyesine göre anlamsızdır.

### 3.5.Kök Uzunluğu

Elde edilen verilere göre; tuz uygulaması kontrole kıyasla kök uzunluğu üzerinde önemli ( $P<0.05$ ) inhibisyonlara neden olmuştur. Domateste 150 ve 250 mM tuzda gelişim gerçekleşmemiştir. En yüksek tuz dozu olan 250 mM uygulamada ise tüm bitki grupları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı için hepsi aynı grupta değerlendirilmiştir (Tablo 3.5).

**Tablo 3.5.** Farklı tuz konsantrasyonlarının bitki kök uzunluğu üzerine etkileri (mm)

ÇEŞİTLER	0 mM	75 mM	150 mM	250 mM
Buğday	147,90 <sup>a</sup> ±3,30	109,95 <sup>b</sup> ±0,87	53,91 <sup>c</sup> ±2,11	17,34 <sup>d</sup> ±1,07
Domates	91,90 <sup>a</sup> ±1,84	63,98 <sup>b</sup> ±1,10	-	-
Şeker Fasulye	146,42 <sup>a</sup> ±1,91	121,00 <sup>b</sup> ± 2,16	36,26 <sup>c</sup> ± 1,17	17,46 <sup>d</sup> ±1,26
Hibrit Mısır	263,50 <sup>a</sup> ± 3,16	175,30 <sup>b</sup> ± 3,51	65,93 <sup>c</sup> ± 3,97	37,97 <sup>d</sup> ± 1,14

\* Bir satır içinde aynı harflerin bulunduğu gruplar arasındaki farklılıklar  $P<0.05$  önem seviyesine göre anlamsızdır.

### 3.6.Taze Ağırlık

Artan tuz konsantrasyonları tüm bitki gruplarının taze ağırlıklarında belirgin bir düşüşe neden olmuştur. Kontrolüne kıyasla tuz uygulamaları arttıkça buğday, mısır ve fasulyede önemli ( $P<0.05$ ) bir inhibisyon gerçekleşmiştir. Fasulyede 150 ve 250 mM tuz uygulamaları arasında istatistikî olarak bir fark bulunmamıştır. Domateste 75 mM'da önemli ( $P<0.05$ ) bir inhibisyon mevcutken, 150 ve 250 mM tuzda ise herhangi bir gelişim olmamıştır (Tablo 3.6).

**Tablo 3.6.** Farklı tuz konsantrasyonlarının bitki taze ağırlıkları üzerine etkileri (mg fide<sup>-1</sup>)

ÇEŞİTLER	0 mM	75 mM	150 mM	250 mM
Buğday	117,40 <sup>a</sup> ± 0,55	95,00 <sup>b</sup> ± 0,77	72,36 <sup>c</sup> ± 2,17	48,74 <sup>d</sup> ± 0,68
Domates	192,05 <sup>a</sup> ± 1,37	178,45 <sup>b</sup> ± 1,22	-	-
Şeker Fasulye	183,81 <sup>a</sup> ± 2,57	162,91 <sup>b</sup> ± 1,65	150,17 <sup>c</sup> ± 1,21	145,03 <sup>c</sup> ± 1,63
Hibrit Mısır	521,91 <sup>a</sup> ± 1,86	396,50 <sup>b</sup> ± 3,40	382,39 <sup>c</sup> ± 4,78	330,21 <sup>d</sup> ± 0,44

\* Bir satır içinde aynı harflerin bulunduğu gruplar arasındaki farklılıklar  $P<0.05$  önem seviyesine göre anlamsızdır.

### 3.7.Kuru Ağırlık

Taze ağırlığa paralel bir şekilde tüm grupların kuru ağırlıkları da artan tuz konsantrasyonlarından olumsuz bir şekilde etkilenmiştir. Buğday ve domateste kontrolleriyle kıyaslandığında 75 mM tuzda istatistiksel bir fark bulunmamıştır. Fasulye ve mısırdaki ise artan tuzlarda önemli ( $P<0.05$ ) farklılıklar bulunmuştur (Tablo 3.7).

**Tablo 3.7.** Farklı tuz konsantrasyonlarının bitki kuru ağırlıkları üzerine etkileri (mg fide<sup>-1</sup>)

ÇEŞİTLER	0 mM	75 mM	150 mM	250 mM
Buğday	23,47 <sup>a</sup> ± 0,56	23,09 <sup>a</sup> ± 0,24	17,72 <sup>b</sup> ± 0,28	13,03 <sup>c</sup> ± 0,21
Domates	11,76 <sup>a</sup> ± 0,11	11,51 <sup>a</sup> ± 0,43	-	-
Şeker Fasulye	43,65 <sup>a</sup> ± 0,91	35,71 <sup>b</sup> ± 0,69	23,96 <sup>c</sup> ± 0,30	13,57 <sup>d</sup> ± 1,10
Hibrit Mısır	131,16 <sup>a</sup> ± 1,62	123,78 <sup>b</sup> ± 1,54	112,36 <sup>c</sup> ± 1,78	105,97 <sup>d</sup> ± 0,41

\* Bir satır içinde aynı harflerin bulunduğu gruplar arasındaki farklılıklar  $P<0.05$  önem seviyesine göre anlamsızdır.

#### 4.TARTIŞMA VE SONUÇ

Ülkemizde sıklıkla ekimi yapılan dört kültür bitkisinin çimlenme ve fide gelişimi döneminde, özellikle çimlenme oranı, çimlenme hızı ve tuz tolerans indeksiyle alakalı incelemeler yapılmıştır. Elde edilen bulgular neticesinde artan tuz yoğunluğunun fide gelişimiyle ilgili karakterler üzerine olumsuz etkileri bulunmuştur. İncelenen bütün özelliklerde önemli azalmalar meydana gelmiştir. Özellikle 150 mM ve üzeri tuz konsantrasyonlarında tüm çeşitlerin önemli oranda etkilendiği görülmüştür. Domateste inhibisyon çok fazla olmuştur. 150 mM ve üzerinde çimlenme hiç gerçekleşmemiş olması, yüksek tuz seviyelerinin domateste embriyo ve besi dokuda yüksek toksisiteye sebep olduğu ileri sürülmüştür. Tuz stresine maruz kalmış domates bitkisinin çimlenme ve ilk gelişme evresinde tuzun etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada düşük dozlarda hipokotil gelişiminde olumlu sonuçlar alınmış fakat 5000 ppm ve üzeri dozlarda ise bitkilerin çimlenme yeteneklerini tamamen kaybettikleri rapor edilmiştir [56]. Yapılan çalışma neticesinde, morfolojik olarak en yüksek inhibisyon oranı kök ve gövde uzunluğunda meydana gelmiştir. Fide kök uzunluğundaki inhibisyon oranının (%41,74), gövde uzunluğundaki inhibisyon oranından (%47,95) fazla olması, köklerin tuz stresinden daha fazla etkilendiğini göstermektedir. Bu nedenle artan tuz miktarının köklerin topraktan su ve mineral alımını etkileyerek bitki büyümesini inhibe ettiği ileri sürülebilir. Altı farklı hibrit mısır (*Zea mays*) çeşidine (NS 300, NS 420, ZP 599, NS 640, ZP 680 ve ZP 704) 0.02, 0.07, 0.12, 0.17, 0.20 ve 0.22 M tuz stresi uygulanmıştır. İklim kabineye yerleştirilmiş saksılar 7 gün sonra hasat edilmiştir. Artan tuz uygulaması tüm çeşitlerde çimlenmeyi azaltmıştır. Ayrıca toprak üstü ve toprak altı aksam uzunlukları da benzer şekilde artan tuzda azalış sergilemişlerdir [55].

Çalışmamızda tuzluluğun artmasına paralel bir şekilde çimlenme oranında da önemli derecede azalmalar meydana gelmiştir. Farklı 14 makarnalık buğday genotipiyle yürütülen bir çalışmada [43], artan tuz miktarına bağlı olarak uzun sürede ve düşük miktarda çimlenme oranı gösteren sonuçlar, bulgularımızla uyum içerisindedir. Ayrıca buğday [44], sorgum [45,19], çimen [46] ve mercimek [47] ile yapılan çalışmalarda çimlenme oranına dair bulgular ile de çalışmalarımız örtüşmektedir. Altı ekmeklik buğday genotipi (*Triticum aestivum* L.) üzerinde tuz stresinin çimlenme ve büyüme parametreleri bakımından etkileri araştırılmıştır. Çalışmada tohumlar altı farklı tuz içeriğine sahip saksılara ekilmiştir. Tohumların kök/gövde uzunlukları, kök/gövde kuru ağırlıkları ve çimlenme yüzdeleri ölçülmüştür. Tüm çeşitlerde artan tuz uygulamalarına paralel olarak bakılan parametrelerde önemli düşüşler gözlemlenmiştir. Ayrıca tuzluluk kök ve gövdede  $K^+$  içeriğinin azalmasına,  $Na^+$  içeriğinin ise artmasına neden olmuştur [44].

Elkoca vd. [48]'nin fasulye ile yapmış oldukları çalışmada artan tuz seviyesine paralel olarak çimlenme hızında meydana gelen önemli düşüş, çalışmamızdan elde ettiğimiz verilerle uyum göstermektedir. Benzer şekildeki sonuçlar birçok

araştırmacı tarafından [41,49,50,51] elde edilen bulgularla da örtüşmektedir. Olagundudu [37], 8 pirinç varyetesi (*Oryza sativa* L.) ve 4 tuz dozu (0, 5, 10 ve 15 ds m<sup>-1</sup>) ile yapmış olduğu çalışmada tuz stresi arttıkça tüm çeşitlerde çimlenme oranı, çimlenme hızı, kök/gövde uzunluk ve taze-kuru ağırlıklarında düşüş olduğunu rapor etmişlerdir.

Çalışmamızda özellikle 150 ve 250 mM tuz uygulamalarında tüm gruplara tuz toleransları önemli düşüş sergilemiştir. Aspir [52], sorgum [19] ve mercimek [47] ile yapılan çalışmalar sonrası tuz toleransına ait elde edilen bulgular, çalışmalarımızdaki sonuçlar ile benzerlik göstermektedir. Örneğin üç yerli aspir çeşidinin çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine farklı seviyelerdeki tuz stresinin etkilerini belirlemek için bir araştırma yapılmıştır. Çalışmada toprak üstü/toprak altı aksam uzunluğu ile ağırlığı ile tuz tolerans indeksleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar artan tuz seviyesinin incelenen parametrelerde istatistiki olarak önemli azalışlar meydana getirdiği şeklindedir [52].

Tuz stresinin bitki kök ve gövde uzunluğuna olumsuz etki yaptığı birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir [41,44,47,49,51,52,53]. Yaptığımız çalışmada artan tuz konsantrasyonları, tüm grupların gerek kök gerekse de gövde uzunluğunda meydana gelen inhibisyonu önemli derecede arttırmıştır. Kök uzunluğundaki düşüş gövde uzunluğundaki düşüşe kıyasla daha yüksek tuz konsantrasyonlarında meydana gelmiştir. Bu durum su alımını muhafaza etmek adına bitki tarafından geliştirilmiş bir adaptasyon olabilir [19]. Bununla birlikte farklı bitkilerle yapılan çalışmalarda farklı sonuçları elde etmekte mümkündür. Örneğin mercimekle yapılan bir çalışmada [47] fide uzunluğunun artan tuzdan daha çabuk etkilendiği rapor edilmişken, bezelyede yapılan benzer bir çalışmada [9] ise artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak kökün daha çok etkilendiği rapor edilmiştir.

Taze ağırlıklarda çeşitler tüm tuz dozlarında istatistiksel olarak önemli bir düşüş sergilemiştir. Kuru ağırlıkta ise buğday ve domates düşük tuz oranlarında önemli bir fark ortaya koymamıştır. Fakat artan tuz yoğunluğu tüm türlerde önemli düşüşe yol açmıştır. Benzer sonuçlara dair bulgular literatürde birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir [37,47,49, 53,54,55]. Keser vd. (2009), iki farklı kültür bitkisinin çimlenme ve ilk fide büyüme evrelerinde tuz stresinin etkilerini araştırmışlardır. Çalışmalarında 2000 ppm Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> tuz uygulamasından itibaren fidelerin hipokotil ve kök boyu ortalama uzunluklarında düşüşler meydana geldiklerini bildirmişlerdir. Ayrıca 5000 ppm Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> tuz konsantrasyonlarında fideciklerin lateral kök oluşturmadığını bildirmişlerdir [54].

Sonuç olarak, yapılan bu çalışmada domates çeşidinin (cv. 55711) tuza çok duyarlı olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle tuzlu ve tuzlanma potansiyeli olan topraklarda bu çeşidin yerine tuza daha toleranslı çeşitlerin tercih edilmesi gerekmektedir. Diğer taraftan Ülkemizin hemen her yöresinde ekilen hibrit mısırın (cv. Hido) ise tuz toleransı özellikle fide gelişimi evresinde yüksek olduğu görülmüştür. Fasulye ve buğday çeşitlerinin ise düşük tuz konsantrasyonlarından ziyade yüksek konsantrasyonlarda inhibisyon oranının

arttığı belirlenmiştir. Yaptığımız araştırma, çalışılan bitki türlerinin tercihi noktasında üreticiye ön bilgi vermesi ve daha ileri seviyelerde yapılacak araştırmalara kaynak olması açısından önem arz etmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırmaları Destekleme Birimi tarafından BAP: 2012/158 proje numarası ile desteklenmiştir.

## KAYNAKÇA

- [1] Özen, H. Ç. and Onay, A., Bitki Fizyolojisi, Ankara, Nobel, 2007.
- [2] Kocaçalışkan, İ., Bitki Fizyolojisi. Ankara, Nobel Yayınevi, 2008.
- [3] Nawaz, K., Talat, A., Hussain, K. And Majeed, A.. Induction of Salt Tolerance in Two Cultivars of Sorghum (*Sorghum Bicolor* L.) by Exogenous Application of Proline at Seedling Stage, 10 (1), 93–99, 2010.
- [4] Chinnusamy, V., Jagendorf, A. And Zhu, J.K. Understanding and Improving Salt Tolerance in Plants, Crop Sci., 45(2), 437–448, 2005.
- [5] Dölarıslan, M., Toprak Bitki İlişkileri Açısından Tuzluluk, 5(2), 56–59, 2012.
- [6] Al-Mutawa, M.M., Effect of Salinity on Germination and Seedling Growth of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Genotypes. Int. J. Agric. Biol., 5(3), 226–229, 2003.
- [7] Mahmood, T., Iqbal, N., and Raza, H., Growth Modulation and Ion Partitioning in Salt Stressed Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) By Exogenous Supply of Salicylic Acid. Pakistan Journal of Botany 42(5), 3047–3054, 2010.
- [8] Yıldız, M. and Terzi, H., Türkiye ' de Ekimi Yapılan Bazı Arpa Çeşitlerinde Erken Fide Evresi Tuz Toleransının Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 17, 1-9, 2011.
- [9] Okçu, G., Kaya, M.D. and Atak, M., Effects of Salt and Drought Stresses on Germination and Seedling Growth of Pea (*Pisum sativum* L.). Turk. J. Agric. For., 29, 237–242, 2005.
- [10] Tepe, A., Kaya, H., Batmaz, G., Özkan, C.F. ve Demirtaş, E.I., Tuzlu Sulama Suyu Uygulamalarının Bazı Biber Saf Hatlarının Verimleri Üzerine Etkisi. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, 28(1), 1–11, 2011.
- [11] Çavuşoğlu, K. and Kabar, K., The Effects of Pretreatments of Some Plant

- Growth Regulators on Germination and Seedling Growth of Radish Seeds Undersalin conditions. Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilim. Enstitüsü Derg., 14, 27–36, 2007.
- [12] Mufwanzala, N. and Dikinya, O., Impact Of Poultry Manure and its Associated Salinity on The Growth and Yield of Spinach (*Spinacea oleracea*) and Carrot (*Daucus carota*). Int. J. Agric. Biol., 12, 489–494, 2010.
- [13] Hosseini, Z., Nadian, H. and Heidari, M., Effect of Cadmium Levels on Seed Germination and Seedling Growth of Spinach (*Spinacia oleracea*) Under Salinity Stress. World Appl. Sci. J., 18(3), 332–335, 2012.
- [14] Şenay, A., Kaya, M.D., Atak, M. ve Çiftçi, C.Y., Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Çimlenme ve Fide Gelişimi Üzerine Etkileri. Tarla Bitk. Merk. Araştırma Enstitüsü Derg., 14(1), 50–55, 2005.
- [15] Doğan, M., Avu, A., Can, E.N. ve Aktan, A., Farklı Domates Tohumlarının Çimlenmesi Üzerine Tuz Stresinin Etkisi. SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi, 3(2), 174–182, 2008.
- [16] Yaylalı, İ.K., Değişik Tuz Konsantrasyonuna Sahip Farklı Sulama Suyu Uygulamalarının Domateste Verim Ve Kalite Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye, 2007.
- [17] Kaymakanova, M., Effect of Salinity on Germination and Seed Physiology in Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Biotechnol. & Biotechnol., XI Anniversary Scientific Conference, 326–329, 2009.
- [18] Eker, S., Cömertpay, G., Konuşkan, O., Ulger, A.C., Ozturk, L. and Çakmak, İ., Effect Of Salinity Stress on Dry Matter Production and İon Accumulation in Hybrid Maize Varieties. Turkish J. Agric. For., 30(5), 365–373, 2006.
- [19] Atış, İ., Bazı Silajlık Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) Çeşitlerinin Çimlenmesi ve Fide Gelişimi Üzerine Tuz Stresinin Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 6 (2):58-67, 2011.
- [20] Carpıcı, E.B., Celik, N. and Bayram, G., Effects of Salt Stress on Germination of Some Maize (*Zea mays* L.) Cultivars. J. Biotechnol., 8(19), 4918–4922, 2009.
- [21] Khodarahmpour, Z., Ifar, M. and Motamed, M., Effects of NaCl Salinity on Maize (*Zea mays* L.) at Germination and Early Seedling Stage. African J. Biotechnol., 11(2), 298–303, 2012.
- [22] Cokkızgın, A., Salinity Stress in Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Seed Germination. Not. Bot. Horti Agrobot. Cluj-Napoca, 40(1), 177–182, 2012.
- [23] Atik, M., Karagüzel, O. ve Ersoy, S., Sıcaklığın *Dalbergia sissoo* Tohumlarının Çimlenme Özelliklerine Etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(2), 203–210, 2007.
- [24] Çavuşoğlu, K., Kılıç, S. ve Kabar, K., Tuzlu (NaCl) Koşullar Altındaki

- Tohum Çimlenmesi, Fide Büyümesi ve Yaprak Anatomisi Üzerine Triakontanol Ön Uygulamasının Etkileri. SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi, 2(2), 136–145, 2007.
- [25] Turhan, A. and Şeniz, V., Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Türkiye 'de Yetiştirilen Bazı Domates Genotiplerinin Çimlenmesi Üzerine Etkileri . U. Ü. Ziraat Fakültesi Derg., 24(2), 11–22, 2010.
- [26] Deme, M., Tuz, Herbisit ve Bazı Yabancı Otların Pamuk ve Buğday Bitkilerinde Klorofil ve Bazı Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, Türkiye, 2007.
- [27] Abro, S.A., Mahar, A.R. and Mirbahar, A.A., Improving Yield Performance of Landrace Wheat Under Salinity Stress Using On-Farm Seed Priming. Pak.J.Bot., 41(5), 2209–2216, 2009.
- [28] Datta, J.D., Nag, S., Banerjee, A. and Mondal, N.K., Impact of Salt Stress on Five Varieties of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars Under Laboratory Condition. J. Appl. Sci. Environ. Manag., 13(3), 93–97, 2009.
- [29] Sekmen, A.H., Demiral, T., Tosun, N., Türküsay, H. ve Türkan, İ., Tuz Stresi Uygulanan Domates Bitkilerinin Bazı Fizyolojik Özellikleri ve Toplam Protein Miktarı Üzerine Bitki Aktivatörünün Etkisi. 42(1), 85–95, 2005.
- [30] Bahrani, A. and Joo, M.H., Response of Some Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes to Salinity at Germination and Early Seedling Growth Stages. World Appl. Sci. J., 16(4), 599–609, 2012.
- [31] Bilgin, N., Besin Kültüründe Yetiştirilen Farklı Domates Çeşitlerinin Artan NaCl Uygulamalarına Toleransı ve Tuzluluk Stresinin Kuru Madde Miktarı İle Bitki Mineral İçeriğine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye, 2002.
- [32] Bilgin, N. ve Yıldız, N., 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 Üniv. Ziraat Fak. Derg., 39(1), 15–21, 2008.
- [33] Doğan, M., Kılıç, H., Aktan, A. and Can, N.E., Tuz Stresi Altındaki Domates (*Lycopersicon* Sp.) Fidelerinde Kalsiyum Miktarı Değişimleri. Fırat Üniv. Fen Bilim. Derg., 21(2), 103–108, 2009.
- [34] Geçer, M.K., Domateste Farklı Tuzluluk Seviyelerinin Fide Kalitesi, Bitki Gelişimi ve Verim Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Türkiye, 2003.
- [35] Mencik, K., Domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.)'in Çimlenme Aşamasında Ağır Metallerle Tepkisi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, Türkiye, 2006.
- [36] Erdoğan, G., Değişik Kimyasal Uygulamalarının Farklı İskenderiye

- Üçgül (*Trifolium alexandrinum* L.) Çeşidi Tohumlarının Düşük Sıcaklıktaki Çimlenme ve Çıkış Performansları Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, Türkiye, 2008.
- [37] Ologundudu, A.F., Adelusi, A.A. and Akınwale, R.O., Effect of Salt Stress on Germination and Early Seedling Growth of Rice (*Oryza Sativa* L.), *Notulea Sci. Biol.*, 6(2), 237–243, 2014.
- [38] Rahman, M., Soomro, U.A., Haq, M.Z. and Gul, S., Effects Of NaCl Salinity on Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars. *World Journal of Agricultural Sciences* 4 (3): 398-403, 2008.
- [39] Khayatnezhad, M. and Gholamin, R., Effects of Salt Stress Levels on Five Maize (*Zea Mays* L.) Cultivars at Germination Stage. *African Journal of Biotechnology*, 10(60), 12909-12915, 2011.
- [40] Güldüren, Ş., Kuzey Doğu Anadolu Bölgesi ve Çoruh Vadisi'nden Toplanan Bazı Fasulye (*Phaseolus Vulgaris* L.) Genotiplerinin Tuza Toleransı. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye, 2012.
- [41] Abazarian, R., Yazdani, M.R., Khosroyar, K. and Arvin, P., Effects of Different Levels of Salinity on Germination of Four Components of Lentil Cultivars. *African Journal of Agricultural Research*, 6(5), 2761 - 2766, 2011.
- [42] Efe, E, Bek, Y. and Şahin, M., Spss'te Çözümleri ile İstatistik Yöntemler II, No. 10. 2000.
- [43] Dumlupınar, Z., Elektrik Akımı ve Tuz Konsantrasyonlarının Makarnalık Buğdayda Çimlenmeye Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Kahramanmaraş, Türkiye, 2005.
- [44] Akbarimoghaddam, H., Galavi, M., Ghanbari, A. and Panjehkeh, N., Salinity Effects on Seed Germination and Seedling Growth of Bread Wheat Cultivars. *Trakia J. Sci.*, 9(1), 43–50, 2011.
- [45] Aishah, H.S., Saberi, A.R., Halim, R.A. and Zaharah, A.R., Salinity Effects on Germination of Forage Sorghunies. *J. of Agron.*, 9(14), 169–174, 2010.
- [46] Gulzar, S., Khan, M.A. and Ungar, I.A., Effect of Salinity and Temperature on The Germination of *Urochondra setulosa* (Trin.) C.E. Hubbard. *Seed Sci. Technol.*, 29, 21-29, 2001.
- [47] Kökten, K., Karaköy, T., Bakoğlu, A. and Akçura, M., Determination of Salinity Tolerance of Some Lentil (*Lens culinaris* M.) Varieties. *J. Food, Agric. Environ.*, 8(1), 140–143, 2010.
- [48] Elkoca, E., Değişik NaCl Konsantrasyonlarını Kuru Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin Çimlenme ve Fide Gelişmesine Etkileri. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 34(1), 1–8, 2003.
- [49] Hakim, M., Juraimi, A. and Begum, M., Effect of Salt Stress on

- Germination and Early Seedling Growth of Rice (*Oryza sativa* L.). African J., 9(13), 1911–1918, 2010.
- [50] Anbumalarmathi, J., Mehta, P., Nethralaya, S. and Nadu, T., Effect of Salt Stress on Germination of İndica Rice Varieties. EJBS, 6(1), 1–6, 2013.
- [51] Bhardwaj, S., Sharma, N.K., Srivastava, P.K. and Shukla, G., Salt Tolerance Assessment in Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Ecotypes. Bot. Res. J., 3(1–4), 1–6, 2010.
- [52] Kaya, M.D. and Pek, A., Effects of Different Soil Salinity Levels on Germination and Seedling Growth of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Turk J. Agric. For., 27, 221–227, 2003.
- [53] Hassen, A., Maher, S., Cherif, H., Hassen, A., Maher, S. and Cherif, H., Effect of Salt Stress (NaCl) on Germination and Early Seedling Parameters of Three Pepper Cultivars (*Capsicum annum* L.) Effect of Salt Stress (NaCl) on Germination and Early Seedling Parameters of Three Pepper Cultivars (*CapsicumAnnum* L.). Journal of Stress Physiology & Biochemistry, 10(1), 14–25, 2014.
- [54] Keser, Ö., Çolak, G. and Caner, N., Tuza Toleransı Farklı İki Kültür Bitkisinde Bazı Fizyolojik ve Makromorfolojik Parametreler Üzerine Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> Tipi Tuz Stresi Etkileri. BAÜ FBE Derg., 11(2), 64–80, 2009.
- [55] Radic, V., Beatovic, D. and Mrda, J., Salt Tolerance of Corn Genotypes (*Zea Mays* L.) During Germination and Later Growth. J. Agric. Sci., 52(2), 115–120, 2007.
- [56] Çolak, G., Keser, Ö. ve Caner, N., *Lycopersicon esculentum* Mill. ve *Raphanus sativus* L. Bitkilerinde Çimlenme Ve Sonrası Büyüme Aşamalarında Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Tipi Tuz Stresinin Etkileri. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 24 (1-2), 17–38, 2008.