

Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Bazı Serin İklim Çim Alan Buğdaygillerinin Çimlenmesi ve Sürgün Gelişimi Üzerine Etkileri

¹Mustafa YILMAZ , ²Ali DOĞRU , ³Melike Halime KILDIŞ 

¹Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Sakarya

²Sakarya Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Sakarya

³Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı, Sakarya

ÖZ

Bu çalışma, serin iklim çim alan buğdaygillerinden; *Lolium*, *Poa*, *Agrostis* ve *Festuca* cinslerine ait 10 farklı çeşidin çimlenme döneminde tuz stresine dayanıklılığının belirlenmesi amacıyla Eylül 2020 tarihinde Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Pamukova Meslek Yüksekokulu laboratuvarlarında yürütülmüştür. Tuz stresini oluşturmak için farklı tuz konsantrasyonları (0, 50, 100, 150, 200 mMol) kullanılmıştır. Araştırmada; çimlenme oranı, sapçık uzunluğu, kökçük uzunluğu, vigor indeksi, sapçık/kökçük oranı, sapçık yaş ağırlığı, kökçük yaş ağırlığı, sapçık kuru ağırlığı, kökçük kuru ağırlığı ve tuza tolerans indeksi özellikleri incelenmiştir. Araştırmada tuz konsantrasyonlarının artmasıyla çimlenme oranlarının tüm çeşitlerde azaldığı görülmüştür. İncelenen türler arasında *Festuca arundinacea* Starlett ve *Festuca arundinacea* Titan RX Rizomlu çeşitlerinin diğer çeşitlere göre tuzluluğa daha toleranslı olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Tuzluluk stresi, NaCl, Çimlenme, Sürgün gelişimi, Serin iklim çim bitkileri.

Effects Of Different Salt Concentrations on the Germination and Shoot Development in Some Cool Climate Turfgrass

ABSTRACT

This study was carried out in order to determine the resistance of 10 varieties belonging to the species *Lolium*, *Poa*, *Agrostis* and *Festuca*, which have a cool climate turfgrass to salinity stress during germination, in the laboratories of Sakarya University of Applied Sciences Pamukova Vocational School in September 2020. Salt (NaCl) concentrations (0, 50, 100, 150, 200 mMol) were used to create different levels of salinity stress. In this study; germination rate, stem length, root length, vigor index, stem/root ratio, stem wet weight, root wet weight, stem dry weight, root dry weight and salinity tolerance index were investigated. According to the findings obtained in the study, it was observed that as the salt concentrations increased. *Festuca arundinacea* Starlett and *Festuca arundinacea* Titan RX Rhizome varieties were found to be more salinity tolerant than other varieties in terms of the characteristics examined.

Keywords: Salinity stress, NaCl, Germination, Shoot development, Cool climate turfgrass.

1. Giriş

Tuzluluk; özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yıkanarak yeraltı suyuna karışan çözünebilir tuzların yüksek taban suyuyla birlikte kapillarite yoluyla toprak yüzeyine çıkması ve buharlaşma sonucu suyun topraktan ayrılarak tuzun toprak yüzeyinde ve yüzeye yakın bölümünde çok fazla mineral iyon birikmesi olayıdır [1, 2, 3, 4, 5].

Dünyadaki 135 milyon km²'lik toplam kara alanının 4 milyon km²'si tuzluluk sorunu yaşamakta [6], yine dünyadaki sulu tarım alanlarının yaklaşık 1/3'lük kısmında (950 milyon ha) da sulama sistemlerinin yetersiz olmasına bağlı olarak yanlış sulama uygulamalarının tuzluluk tehlikesini arttırdığı düşünülmektedir [7].

* Corresponding Author's email: mustafayilmaz@subu.edu.tr

Sonuç olarak dünyada her yıl 10 milyon ha tarım arazisi üretim yapılamayacak şekilde elden çıkmaktadır [8]. Türkiye’de ise toplam 78 milyon ha yaklaşık 1.5 milyon hektarında tuzluluk ve alkalilik sorunu bulunmakta olup, sulamaya uygun arazilerin yaklaşık %32,5’ine denktir [9, 10].

Toprakların tuzlulaşma ve alkalileşmesini; sulama, drenaj toprak özellikleri ve iklim faktörleri gibi etmenler önemli ölçüde etkilemektedir. FAO’nun tahminlerine göre, sulanan alanların yaklaşık yarısı “sessiz düşman” olan tuzluluk, alkalilik ve yüzeyde göllenme tehdidi altındadır. Tuzluluk nedeniyle bitkisel üretimin ya da verimin düşmesinde bitkilerin, tuz düzeyi sürekli artan çevreye uyum gösterememeleri ana etmen olmaktadır. Çözünebilir tuzlar, bitkiler tarafından kolayca alınabilirler. Bitki bünyesine giren tuz bileşikleri çeşidine ve miktarına göre belli bir konsantrasyonu aşınca bitkiye zararlı olmaktadır [11].

Toprakta en çok rastlanan tuz formu olan sodyum klorür (NaCl) strese sebep olduğunda bitkide suyun topraktan alınamamasına, yani fizyolojik kuraklığa neden olmaktadır [9]. Özellikle çimlenme ve fide gelişim dönemlerine daha fazla etki ettiğinden, araştırmacılar çalışmalarında bu dönemleri daha çok dikkate almaktadırlar. Ayrıca tuzlu topraklarda yetiştirilen bitkilerde verim azalışının yanı sıra, Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarının neden olduğu toksik etki, bitki iyon dengesindeki bozulmalar, bitkinin farklı bölgelerinde besin taşınamamasındaki problemler, fotosentez ve solunum gibi fizyolojik işlevlerin zarar görmesi de ortaya çıkan olumsuz sonuçlardandır [3, 9, 12]. Bitki büyümesindeki yavaşlamaya bağlı olarak yaprak sayısı ve alanında azalmaların görülmesi, bitki yaş ve kuru ağırlıkları azalırken meyve tat ve kalitesinin bozulması da yine tuz stresinin bitkiler üzerindeki olumsuz etkilerindenendir. Tuzluluk, tohumların çimlenmesinde azalmaya veya çimlenmemeye neden olmaktadır [3, 9, 12].

Bazı buğdaygil tohumlarının çimlenmesi üzerine çalışma yapan Demiroğlu ve ark., [13] uygulanan tuz konsantrasyonları arttıkça verim ve verim özelliklerinde istatistiki olarak önemli düşüşlerin gözlemlendiği tespit etmişlerdir. Yılmaz ve Kısakürek [14] ise çok yıllık çim bitkisinde artan tuz konsantrasyonlarının çeşitlerin çimlenme oranlarını, çimlenme indekslerini, kök uzunluklarını ve sap yaş ağırlıklarını 0 (kontrol) uygulamasına göre önemli ölçüde azalttığını ve aynı zamanda ortalama çimlenme sürelerini ise arttırdığını belirtmişlerdir. Yine aynı çalışmada elde edilen sonuçlar tümüyle göz önüne alındığı zaman, tuz konsantrasyonunun artmasıyla birlikte ele alınan çimlenme parametrelerinin de etkilendiğini bildirmişlerdir. Tatar ve ark., [15] çok yıllık çim bitkisinde NaCl ön uygulamalarının, çimlenme yüzdesi ve kökçük uzunluğu hariç incelenen tüm özellikleri olumlu yönde etkilediğini belirtmiştir. Kamışsı yumak ile yapılan başka bir araştırma sonucunda tuz yoğunluğundaki artışların; çimlenme oranı, sürgün ve kök uzunluğu, sürgün ve kök yaş ağırlığı ve tuza dayanım indeksinde önemli ölçüde azalmalara neden olduğunu bildirilmektedir [16]. Tuza tolerans düzeylerinin belirlenmesi amacıyla buğdaygil bitkileriyle yapılan çok sayıda araştırma sonuçları [16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25] ile farklı bitkilerle yapılan çalışmalar [26, 27, 28, 29, 30] ayrıntılı bilgiler vermektedir.

Tüm bu çalışmaların ışığında ülkemizde tuzluluk problemi olan toprakların ıslah edilmesi ve tuz stresine toleranslı türlerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle bu çalışmada; bazı buğdaygil tohumlarının çimlenme ve erken fide gelişimi dönemleri incelenip tuz stresine dayanıklı, çimlenme gücü yüksek ve fide gelişimi en ideal olan çeşitlerin belirlenmesi ve ortaya konulan sonuçlarla, tuz stresi koşullarında yapılacak buğdaygil yetiştirme ve üretim faaliyetlerine katkıda bulunulması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırma, Eylül 2020 tarihinde Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Pamukova Meslek Yüksekokulu laboratuvarında yürütülmüştür.

Bitki materyali olarak; *Lolium perenne* L. “Esquire”, *Poa pratensis* L. “Evora”, *Agrostis stolonifera* L. “Emerald”, *Agrostis tenuis* Sibth. “Denso”, *Festuca arundinacea* Schreb. “Titan RX Rizomlu”, *Festuca arundinacea* Schreb. “Starlett”, *Festuca rubra commutate* Gaudin. “Casanova”, *Festuca rubra rubra* L. “Maxima”, *Festuca rubra trichophylla* L. “Samanta” ve *Festuca ovina* L. “Ridu” çeşitleri kullanılmıştır.

Araştırmada tuzluluk oluşturacak materyal olarak NaCl kullanılmıştır. Tuz oranları; 0 mMol için 0 g/l (EC: 0,061, tuzsuz), 50 mMol için 2,93 g/l (EC: 5,30, hafif tuzlu), 100 mMol için 5,85 g/l (EC: 9,92, orta tuzlu), 150 mMol için 8,78 g/l (EC: 14,53, Tuzlu) ve 200 mMol için 11,70 g/L (EC: 18,81, çok tuzlu) olarak uygulanmıştır [13, 14, 20, 26].

2.2. Yöntem

Çalışma, “Tesadüf Parselleri Deneme Deseni”ne göre 2 faktörlü ve 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. 9 cm çapında petri kaplarına kurutma kâğıdı konularak tohumlar üzerine serpilmiş ve üzerlerine sırasıyla 10 ml NaCl konsantrasyonlarından 50, 100, 150 ve 200 mMol içeren solüsyon uygulanmıştır. Daha sonra $20\pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklıktaki etüvde 15 gün bekletilmiştir. Etüvde bekleme sürecinde herhangi bir besin maddesi eklenmemiş yalnızca kuruyan petrilere ilave solüsyon uygulaması yapılmıştır. Araştırmada aşağıdaki karakterler incelenmiştir;

- ✓ Çimlenme Oranı (%): 15 günün sonunda çimlenen tohumlar sayılıp, (çimlenen tohum/toplam tohum) $\times 100$ formülüyle hesaplanmıştır [20, 26].
- ✓ Sapçık ve Kökçük Uzunluğu (mm): Çimlenmeden sonra tesadüfen seçilen 10 bitkinin uzunlukları milimetrik cetvelle ölçülmüş, 2 mm’yi geçen tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir [20, 26].
- ✓ Vigor İndeksi: Elde edilen verilerden, kökçük uzunluğu + sapçık uzunluğu \times çimlenme oranıyla hesaplanmıştır [20, 23, 31].
- ✓ Sapçık/Kökçük Oranı: Sapçık ve kökçük verilerinin oranlanmasıyla elde edilmiştir.
- ✓ Sapçık ve Kökçük Yaş Ağırlığı (mg): Çimlenmeden sonra tesadüfen seçilen 30 bitkinin yaş ağırlıkları hassas terazide tartılarak bulunmuştur.
- ✓ Sapçık ve Kökçük Kuru Ağırlığı (mg): Örneklerin 70°C ’de 48 saat kurutma dolabında kurutulup tartılması ile belirlenmiştir.
- ✓ Tuza Tolerans İndeksi = $(TKA/KKA) \times 100$: Elde edilen kuru ağırlıklar üzerinden yapılan hesaplamalarla bulunmuştur. (TKA: toplam kuru ağırlık, KKA: kontrol uygulamasındaki kuru ağırlık) [20, 23, 31].

Araştırmadan elde edilen veriler, tesadüf parselleri deneme deseninde 2 faktöriyel düzene göre 3 tekerrürlü olarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Varyans analizleri JMP 13.0 istatistik paket programı kullanılarak yapılmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 EÖF (en küçük önemli fark) testiyle hesaplanarak tabloların altlarında verilmiştir.

3. Araştırma Bulguları

3.1. Çimlenme oranı (%)

Araştırma sonunda farklı tuz konsantrasyonlarının uygulanması sonucu 10 çeşit buğdaygil tohumunun ortalama çimlenme oranları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Araştırmada elde edilen ortalama çimlenme oranı değerleri (%)

Çeşitler	Tuz Konsantrasyonları (mMol)					Çeşit Ortalama
	0	50	100	150	200	
<i>L. perenne</i> Esquire	96,30	98,27 b	91,43	88,33	82,53	91,37 b
<i>P. pratensis</i> Evora	90,47	92,43	82,40	32,60	23,40	64,26 g
<i>A. stolonifera</i> Emerald	94,43	97,33 c	92,20	85,30	82,43	90,34 d
<i>A. tenuis</i> Denso	90,43	91,27	72,50	48,43	21,30	64,79 f
<i>F. arundinacea</i> Titan RX	98,53 b	99,87 a	95,20	91,50	87,70	94,56 a
<i>F. arundinacea</i> Starlett	95,43	97,40 c	92,43	86,07	81,37	90,54 c
<i>F. r. commutata</i> Casanova	69,27	71,37	52,40	25,43	8,47	45,39 ı
<i>F. r. rubra</i> Maxima	86,27	91,23	58,33	26,40	15,27	55,50 h
<i>F. r. trichophylla</i> Samanta	67,37	68,37	48,40	28,30	5,33 z	43,55 j
<i>F. ovina</i> Ridu	92,13	96,13	82,50	61,33	35,43	73,51 e
Tuz Ortalaması	88,06 b	90,37 a	76,78 c	57,37 d	44,32 e	----
(E.Ö.F.) %5	Çeşit: 0,162		Tuz: 0,114		Çeşit \times Tuz: 0,361	

Bulgular çeşitler açısından incelendiğinde en yüksek çimlenme oranının %94,56 ile Titan RX’ten, en düşük oranın ise %43,55 ile Samanta çeşidinden elde edildiği görülecektir.

Tuz konsantrasyonları ortalamalarına göre en yüksek değer %90,37 ile 50 mMol konsantrasyonunda, en düşük değer ise %44,32 ile 200 mMol konsantrasyonunda ortaya çıkmıştır.

Veriler çeşit \times tuz konsantrasyonları açısından ele alındığında en yüksek değer %99,87 ile 50 mMol konsantrasyonunda Titan RX çeşidinden alındığını ve konsantrasyonların artmasıyla çimlenme oranı en az etkilenen çeşit olduğu görülmektedir. Bu çeşit 50 mMol tuz konsantrasyonunda oranında en yüksek çimlenme oranına sahipken 200 mMol’de %87,70’lik çimlenme oranı göstermiştir. Tuzluluktan en fazla

etkilenen Samanta çeşidi olup kontrol uygulamasında %67,37'lik çimlenme oranı gösterirken 200 mMol'de ise %5,33 ile en düşük çimlenme oranına sahip olmuştur.

Bu çalışmada elde edilen veriler birlikte değerlendirildiğinde, artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak çimlenme oranının azaldığını gösteren birçok çalışma [13, 14, 15, 16, 17, 18] sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Çimlenmenin gerçekleştiği ortamda tuz konsantrasyonunun artması, ozmotik strese neden olarak kullanılabilir su oranını azaltıp çimlenmeyi olumsuz yönde etkilemiş veya tohum içerisinde iyon birikimini arttırıp toksik etki sonucu yine çimlenme oranını azaltıcı etki göstermiş olabileceği düşünülmektedir [19].

3.2. Sapçık uzunluğu (mm)

Buğdaygil yem bitkileri çeşit ortalamalarında, sapçık uzunluğu çeşit ve tuz konsantrasyonlarına göre önemli farklılıklar bulunmuştur. Çeşitlere ait ortalama değerler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Araştırmada elde edilen ortalama sapçık uzunluğu değerleri (mm)

Çeşitler	Tuz Konsantrasyonları (mMol)					Çeşit Ortalama
	0	50	100	150	200	
<i>L. perenne</i> Esquire	73,07	94,33 b	51,30	27,77	15,27	52,34 c
<i>P. pratensis</i> Evora	42,97	47,37	22,83	11,30	5,33	25,96 f
<i>A. stolonifera</i> Emerald	23,50	26,53	21,47	12,57	11,30	19,07 h
<i>A. tenuis</i> Denso	22,63	23,67	15,13	11,27	4,33 z	15,40 ı
<i>F. arundinacea</i> Titan RX	85,37 c	96,60 a	84,43 c	51,37	51,36	69,34 a
<i>F. arundinacea</i> Starlett	75,33	81,93	73,80	47,93	26,03	61,01 b
<i>F. r. commutata</i> Casanova	35,80	37,40	25,33	11,27	5,27	23,01 g
<i>F. r. rubra</i> Maxima	43,17	46,30	35,27	22,40	11,50	31,72 e
<i>F. r. trichophylla</i> Samanta	37,03	38,70	28,30	15,10	10,63	25,95 f
<i>F. ovina</i> Ridu	51,50	53,73	47,93	24,20	12,93	38,06 d
Tuz Ortalaması	49,03 b	54,66 a	40,58 c	23,51 d	13,15 e	----
(E.Ö.F.) %5	Çeşit: 0,511		Tuz: 0,361		Çeşit × Tuz: 1,143	

Çeşitler ortalamasına bakıldığında en yüksek sapçık uzunluğuna sahip çeşit 69,34 mm ile Titan RX, en düşük sapçık uzunluğuna sahip çeşit 15,40 mm ile Denso çeşidi olmuştur. Tuz konsantrasyonları ortalamaları arasında en uzun sapçık uzunluğu 54,66 mm, 50 mMol uygulamasında en kısa sapçık uzunluğu ise 200 mMol konsantrasyonda 13,15 mm olarak gözlemlenmiştir.

Değerlere çeşit×tuz interaksyonu açısından bakıldığında en uzun sapçık uzunluğunun 96,60 mm ile 50 mMol konsantrasyonunda Titan RX çeşidinde görülmektedir. Bu sırayı 94,33 mm ile 50 mMol konsantrasyonda Esquire ve 85,37 mm ile kontrol grubunda Titan RX çeşitleri takip etmiştir. Tuzluluktan en fazla etkilenen Denso çeşidinin sapçık uzunluğu değeri kontrol uygulamasında 22,63 mm olarak ölçülürken 200 mMol tuz konsantrasyonunda 4,33 mm değeri elde edilmiştir. Araştırma verileri, artan tuz konsantrasyonlarının sapçık boy uzunluğunu olumsuz etkilediğini ortaya koymaktadır.

Atış [19], sorgum türünde yaptığı çalışmada düşük tuz konsantrasyonunun çimlenmeyi teşvik ettiğini ve tuz stresinin olmadığı koşullarda daha yüksek sap uzunluğunun görüldüğü çeşitlerin artan tuz stresine bağlı olarak daha az etkilendiklerini belirtmiştir. Doğru [24], farklı mısır genotiplerinde tuz stresi sonucunda oluşan iyon toksisitesinin bitki büyümesine olumsuz etki ettiğini ve etki oranının genotiplerde tuz alım ve taşınımının farklı şekilde regüle edildiğinin göstergesi olabileceğini belirtmiştir. Yine aynı çalışmada tuz stresi sonucunda oluşan kuraklığın kök ve gövde büyümesindeki azalmanın bir sebebi olabileceği de ortaya konulmuştur. Bu veriler ışığında artan tuz konsantrasyonlarının bitki boy uzamasını engellediği sonucuna varılmaktadır. Tatar ve ark. [15], *Lolium perenne* çimlenmesinde NaCl ön uygulamaları yaparak tuz konsantrasyonlarıyla meydana gelen etkileşimde 15 ve 30 dS m⁻¹ ön uygulamalarının 0 ve 5 dS m⁻¹ tuz konsantrasyonlarında sapçık uzunluğunu kontrole kıyasla arttırırken daha yüksek tuz konsantrasyonlarında aynı olumlu etkinin görülmediğini belirtmişlerdir. Daha önce yapılan benzer çalışmaların, bizim çalışma sonuçlarımızı destekler nitelikte olduğu belirlenmiştir.

3.3. Kökçük uzunluğu (mm)

Araştırmada elde edilen ortalama kökçük uzunluğu değerleri Tablo 3'te verilmiştir. Bulgular çeşitler açısından incelendiğinde en yüksek kökçük uzunluğuna sahip çeşitler 33,43 mm ile Starlett ve Esquire, en düşük kökçük uzunluğuna sahip çeşit ise 6,11 mm ile Denso çeşidi olmuştur. Denso çeşidinin kontrol

grubunda elde edilen kökçük uzunluğu değeri (7,73 mm) ile 200 mMol tuz uygulamasındaki değeri (2,53 mm) karşılaştırıldığında artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak kökçük uzunluğunun olumsuz etkilendiği görülmektedir.

Tablo 3. Araştırmada elde edilen ortalama kökçük uzunluğu değerleri (mm)

Çeşitler	Tuz Konsantrasyonları (mMol)					Çeşit Ortalama
	0	50	100	150	200	
<i>L. perenne</i> Esquire	42,83 b	44,27 a	42,27 c	26,27	11,50	33,43 a
<i>P. pratensis</i> Evora	17,13	17,70	12,50	9,20	3,20	11,95 f
<i>A. stolonifera</i> Emerald	9,20	10,50	8,50	6,37	5,33	7,98 h
<i>A. tenuis</i> Denso	7,73	8,63	7,30	4,33	2,53 z	6,11 ı
<i>F. arundinacea</i> Titan RX	40,67	41,73	35,13	20,67	13,47	30,33 b
<i>F. arundinacea</i> Starlett	41,20	44,50 a	39,33	26,83	15,30	33,43 a
<i>F. r. commutata</i> Casanova	14,50	15,47	13,50	10,53	3,40	11,48 g
<i>F. r. rubra</i> Maxima	21,77	22,63	21,63	13,53	9,37	17,79 c
<i>F. r. trichophylla</i> Samanta	21,40	23,03	18,37	11,50	5,43	15,95 d
<i>F. ovina</i> Ridu	21,17	22,30	17,57	11,20	5,20	15,49 e
Tuz Ortalaması	23,76 b	25,08 a	21,61 c	14,04 d	7,47 e	----
(E.Ö.F.) %5	Çeşit: 0,176		Tuz: 0,125		Çeşit × Tuz: 0,394	

Tuz konsantrasyonları ortalamaları arasında en uzun kökçük uzunluğu 25,08 mm ve 50 mMol uygulamasında görülürken, en kısa kökçük uzunluğu ise 7,47 mm ile 200 mMol konsantrasyonda elde edilmiştir.

Deneme sonunda elde edilen bulgulara göre çeşit×tuz konsantrasyonları açısından en yüksek değer 44,50 mm ile 50 mMol konsantrasyonda Starlett çeşidinde görülmüştür. Bu sırayı 50 mMol konsantrasyonda 44,27 mm, kontrol grubunda 42,83 mm ve 100 mMol konsantrasyonda 42,27 mm değerleri ile Esquire çeşidi takip etmiştir. En kısa kökçük uzunluğu ise 2,53 mm ile 200 mM tuz konsantrasyonunda Denso çeşidinde görülmüştür.

Demiroğlu ve ark., [13] ile Türk ve Alagöz [16] kamışsı yumakta, Yılmaz. ve Kısakürek [14], Tatar ve ark., [15] ile Sürmen ve ark. [17] çok yıllık çim bitkilerinde, Yılmaz ve Bayram [26] ile Özkurt ve ark., [28] yoncada, yaptıkları çalışmalarında kökçük uzunluğunun tuz stresine bağlı olarak azaldığını bildirmişlerdir. Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar ile araştırmamız benzerlik göstermektedir.

3.4. Vigor İndeksi

Ortalama vigor indeksi değerleri Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Araştırmada elde edilen ortalama vigor indeksi değerleri

Çeşitler	Tuz Konsantrasyonları (mMol)					Çeşit Ortalama
	0	50	100	150	200	
<i>L. perenne</i> Esquire	1116,10	1361,97 b	855,57	477,33	220,93	806,39 c
<i>P. pratensis</i> Evora	543,67	601,47	291,17	66,83	19,97	304,62 f
<i>A. stolonifera</i> Emerald	308,80	360,50	276,27	161,47	137,13	248,83 g
<i>A. tenuis</i> Denso	274,63	294,83	162,67	75,57	14,67	164,47 j
<i>F. arundinacea</i> Titan RX	1241,87 c	1381,47 a	1138,27	659,13	371,87	958,52 a
<i>F. arundinacea</i> Starlett	1112,10	1231,47 c	1045,73	643,50	336,33	873,83 b
<i>F. r. commutata</i> Casanova	348,43	377,30	203,47	55,43	7,33 z	198,39 ı
<i>F. r. rubra</i> Maxima	560,17	628,90	328,90	94,87	31,87	328,94 e
<i>F. r. trichophylla</i> Samanta	393,63	422,07	225,90	75,30	8,60	225,10 h
<i>F. ovina</i> Ridu	669,47	730,97	540,37	217,13	64,27	444,44 d
Tuz Ortalaması	656,89 b	739,09 a	506,83 c	252,66 d	121,30 e	----
(E.Ö.F.) %5	Çeşit: 4,785		Tuz: 3,383		Çeşit × Tuz: 10,699	

Çeşitler ortalamasında en yüksek vigor indeksi değeri 958,52 ile Titan RX çeşidinde elde edilmiştir. En düşük vigor indeksi değeri ise 164,47 ile Denso çeşidinde belirlenmiştir. Tuz konsantrasyonları ortalamaları arasında en yüksek vigor indeksi değeri 739,09, 50 mMol uygulamasında ve en düşük değer ise 200 mMol konsantrasyonda 121,30 olarak gözlemlenmiştir.

Tablo 4'te çeşit×tuz konsantrasyonları interaksyonuna bakıldığında en yüksek vigor indeksi değeri 1381,47 ile 50 mMol tuz konsantrasyonunda Titan RX çeşidinde gözlenirken bu sırayı 1361,97 ile 50 mMol tuz konsantrasyonunda Esquire, 1241,87 değeri ile kontrol grubundan Titan RX ve 1231,47 ile yine 50 mMol tuz konsantrasyonunda Starlett çeşitleri takip etmiştir. En düşük değer ise 7,33 ile Casanova çeşidinde ve 200 mMol tuz konsantrasyonunda görülmüştür. Aynı çeşit, kontrol uygulamasında 348,43 vigor indeksi değerini göstermiştir.

Çalışmamızda artan tuz konsantrasyonu uygulamalarının vigor indeksi değerlerini olumsuz etkilediği belirlenmiştir. Bitkiler çimlenme ve erken fide döneminde hassas olduklarından tarımda değişen çevre şartlarından en az etkilenen, çimlenme hızı ve fide oluşturma yetenekleri yüksek tohumların kullanılması çok önemlidir. Verimliliği arttırmak için tarım endüstrisinin ilk hedefi tohum çimlenme gücü yüksek olan çeşitlerin belirlenmesi ve tohum performanslarının artırılması olmalıdır [31].

Tohum çimlenme gücü üzerine yapılan çalışmalarla, tohum kalitesinin belirlenmesinin yanı sıra arazi performansı ve depolama yeteneği hakkında da fikir sahibi olunacağından büyük ölçüde tarıma katkı sağlanmaktadır. Bu amaçla çeşitli fiziksel, biyokimyasal, performans testleri ve stres testleri uygulanmaktadır [31]. Bizim çalışmamızda, uyguladığımız tuz stresi sonucu elde ettiğimiz verilerin de bu anlamda katkı sağlayacağını düşünmekteyiz.

3.5. Sapçık-kökçük oranı

Araştırmada elde edilen ortalama sapçık/kökçük oranı değerleri Tablo 5'te verilmiştir. Bulgular çeşitler açısından incelendiğinde en yüksek sapçık/kökçük değeri 2,78 ile Emerald çeşidinden, en düşük sapçık/kökçük değerinin ise 1,49 ile Esquire çeşidinden elde edileceği görülecektir.

Tablo 5. Araştırmada elde edilen ortalama sapçık-kökçük oranı değerleri

Çeşitler	Tuz Konsantrasyonları (mMol)					Çeşit Ortalama
	0	50	100	150	200	
<i>L. perenne</i> Esquire	1,71	2,13	1,22	1,06	1,33	1,49 h
<i>P. pratensis</i> Evora	2,51	2,67 c	1,83	1,01	0,63 z	1,73 f
<i>A. stolonifera</i> Emerald	2,87 b	2,74 c	2,87 b	2,33	3,11 a	2,78 a
<i>A. tenuis</i> Denso	2,93 b	2,74 c	2,07	2,60	1,34	2,34 c
<i>F. arundinacea</i> Titan RX	2,10	2,32	2,40	2,49	2,15	2,29 d
<i>F. arundinacea</i> Starlett	1,83	1,84	1,87	1,79	1,70	1,81 e
<i>F. r. commutata</i> Casanova	2,47	2,42	1,88	1,07	1,22	1,81 e
<i>F. r. rubra</i> Maxima	1,98	2,04	1,63	1,66	1,00	1,66 g
<i>F. r. trichophylla</i> Samanta	1,73	1,68	1,54	1,31	2,36	1,73 f
<i>F. ovina</i> Ridu	2,43	2,42	2,73 c	2,17	3,08 a	2,57 b
Tuz Ortalaması	2,26 b	2,30 a	2,00 c	1,75 e	1,79 d	----
(E.Ö.F.) %5	Çeşit: 0,044		Tuz: 0,031		Çeşit × Tuz: 0,0098	

Tuz konsantrasyonları ortalamalarına göre en yüksek değer 2,30, 50 mMol uygulamasında ve en düşük sapçık/kökçük oranı değeri ise 150 mMol konsantrasyonda 1,75 olarak belirlenmiştir.

Tablo 5'te çeşit×tuz konsantrasyonlarına ait rakamlara bakıldığında en yüksek değer 3,11 ile 200 mMol tuz konsantrasyonunda Emerald çeşidinde gözlemlenmiştir. En düşük değer ise 0,63 ile 200 mMol tuz uygulamasında Evora çeşidinde görülmüştür.

Çalışmada elde edilen verilere bakıldığında, en yüksek ve en düşük sapçık/kökçük oranlarının her ikisi de 200 mMol tuz konsantrasyonunda elde edilmiştir. Bu durumun çeşitlerin genetik özelliklerinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Doğru [24], bazı mısır genotiplerinde kök uzunluğunun, bazı mısır genotiplerinde ise gövde uzunluğunun tuz stresinden daha fazla etkilendiğini belirterek bu durumun, genotiplere göre tuz alınımı ve taşınımının farklı olmasından kaynaklanabileceğini ortaya koymuştur.

3.6. Sapçık yaş ağırlığı (mg)

Ortalama sapçık yaş ağırlığı verileri Tablo 6'da verilmiştir. Çeşitler ortalamasına ait veriler incelendiğinde en yüksek sapçık yaş ağırlığı değeri 463,07 mg ile Titan RX çeşidinde, en düşük ağırlık ise 53,95 mg ile Denso çeşidinde görülmüştür.

Tablo 6. Araştırmada elde edilen ortalama sapçık yaş ağırlık değerleri (mg)

Çeşitler	Tuz Konsantrasyonları (mMol)					Çeşit Ortalama
	0	50	100	150	200	
<i>L. perenne</i> Esquire	463,40	483,27	412,37	334,17	235,20	385,68 c
<i>P. pratensis</i> Evora	178,80	187,87	143,00	95,37	56,10	132,23 h
<i>A. stolonifera</i> Emerald	76,87	86,47	72,47	58,07	42,00	67,17 ı
<i>A. tenuis</i> Denso	62,97	74,50	56,87	43,27	32,17 z	53,95 j
<i>F. arundinacea</i> Titan RX	512,00 b	522,63 a	492,40 c	433,80	354,50	463,07 a
<i>F. arundinacea</i> Starlett	472,23	484,13	455,73	383,47	311,93	421,50 b
<i>F. r. commutata</i> Casanova	207,53	217,03	194,80	164,03	138,23	184,33 g
<i>F. r. rubra</i> Maxima	278,43	288,37	275,93	248,70	212,53	260,79 e
<i>F. r. trichophylla</i> Samanta	262,40	273,20	262,57	235,93	197,63	246,35 f
<i>F. ovina</i> Ridu	378,67	389,10	373,07	342,60	308,70	358,43 d
Tuz Ortalaması	289,33 b	300,66 a	273,92 c	233,94 d	188,90 e	----
(E.Ö.F.) %5	Çeşit: 0,546		Tuz: 0,386		Çeşit × Tuz: 1,221	

Tuz konsantrasyonları ortalamalarına göre en yüksek değer 50 mMol uygulamasında 300,66 mg ve en düşük değer ise 200 mMol uygulamasında 188,90 mg olduğu kaydedilmiştir.

Deneme sonucunda elde edilen veriler çeşit×tuz konsantrasyonları açısından ele alındığında en yüksek sapçık yaş ağırlığı 522,63 mg olup 50 mMol tuz uygulamasında ve Titan RX çeşidinde elde edilirken, bu değeri aynı çeşidin kontrol grubunda 512,00 mg ve 100 mMol tuz konsantrasyonunda 492,40 mg olarak ölçülen değerleri takip etmiştir. En düşük sapçık yaş ağırlığı ise 200 mMol tuz konsantrasyonunda 32,17 mg ile Denso çeşidinde görülmüştür.

Arslan ve Aydınoglu [29], iki mürdümük çeşidinde çimlenme ve erken fide gelişimi üzerinde tuzluluğun etkisini araştırdıkları çalışmalarında, sapçık yaş ağırlığı değerlerinin 807,6 mg ile 479,97 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. En yüksek tuz seviyesinde (150 mMol) her iki çeşitte de en düşük sapçık yaş ağırlığı elde edilmiştir. Önal Aşçı ve Üney [30], macar fiği ile yaptıkları çalışmada düşük miktarda tuz konsantrasyonu uygulamalarında Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarının bitki için gerekli besin elementi özelliği gösterdiğini, artan tuz dozlarında ise toksik etkiyle beraber kuraklığa yani bitkinin su alımına engel olarak yaş ağırlıkta azalmaya neden olduğunu aktarmışlardır. Yaptıkları çalışmada bitki yaş ağırlığının tuz konsantrasyonunun artışına bağlı olarak azalış göstermesi de bu bilgiyi destekler niteliktedir.

3.7. Kökçük yaş ağırlığı (mg)

Araştırmada elde edilen ortalama kökçük yaş ağırlığı değerleri Tablo 7’de görülmektedir.

Tablo 7. Araştırmada elde edilen ortalama kökçük yaş ağırlık değerleri (mg)

Çeşitler	Tuz Konsantrasyonları (mMol)					Çeşit Ortalama
	0	50	100	150	200	
<i>L. perenne</i> Esquire	161,97	172,63 b	132,37	102,17	75,33	128,89 c
<i>P. pratensis</i> Evora	61,97	72,57	43,13	24,50	12,37	42,91 h
<i>A. stolonifera</i> Emerald	26,60	35,03	25,33	17,07	14,40	23,69 ı
<i>A. tenuis</i> Denso	24,13	22,57	18,77	15,27	11,60 z	18,47 j
<i>F. arundinacea</i> Titan RX	168,50 c	179,00 a	152,33	134,50	118,53	150,57 a
<i>F. arundinacea</i> Starlett	162,57	172,53 b	135,50	125,23	112,73	141,71 b
<i>F. r. commutata</i> Casanova	68,03	78,37	52,50	38,53	25,60	52,61 g
<i>F. r. rubra</i> Maxima	94,53	112,57	82,50	65,27	51,83	81,34 e
<i>F. r. trichophylla</i> Samanta	86,00	96,00	68,53	55,07	35,37	68,19 f
<i>F. ovina</i> Ridu	122,43	132,83	105,33	88,50	73,37	104,49 d
Tuz Ortalaması	97,67 b	107,41 a	81,63 c	66,61 d	53,11 e	----
(E.Ö.F.) %5	Çeşit: 0,495		Tuz: 0,350		Çeşit × Tuz: 1,107	

Tablo 7 incelendiğinde çeşitler ortalamasına ait verilerde en yüksek kökçük yaş ağırlığının 150,57 mg olup Titan RX çeşidinde, en düşük kökçük yaş ağırlığı değerinin ise 18,47 mg olup Denso çeşidinde elde edildiği görülmektedir. Tuz konsantrasyonları ortalamalarına göre en yüksek değer 107,41 mg ile 50 mMol tuz konsantrasyonunda görülürken, en düşük ortalama 53,11 mg ile 200 mMol tuz konsantrasyonunda gözlemlenmiştir.

Çeşit×tuz konsantrasyonları açısından bulgular incelendiğinde en yüksek değer 179,00 mg ile 50 mMol tuz konsantrasyonunda Titan RX çeşidinde görülürken, onu sırasıyla 50 mMol tuz konsantrasyonunda 172,63 mg ile Esquire ve yine 50 mMol tuz konsantrasyonunda 172,53 mg ile Starlett çeşitleri takip etmiştir. En düşük kökçük yaş ağırlığı ise 200 mMol tuz konsantrasyonunda 11,60 mg ile Denso çeşidinde görülmüştür.

Bu araştırma sonuçları, Yılmaz ve Kısakürek [14]'in *Lolium perenne* çeşitlerinin uygulanan tuz yoğunluklarına karşı farklı tepkiler verdiklerini ve buna rağmen artan tuz dozlarına bağlı olarak tüm çeşitlerde kök yaş ağırlıklarında azalmanın olduğunu bildirdiği sonuçları destekler niteliktedir.

3.8. Sapçık kuru ağırlık (mg)

Araştırmada elde edilen ortalama sapçık kuru ağırlığı değerleri Tablo 8'de verilmiştir. Çim bitkisi çeşitlerinde farklı tuz konsantrasyonlarının sapçık kuru ağırlığı üzerine etkisi incelendiğinde en yüksek sapçık kuru ağırlığı ortalaması 129,68 mg ile Titan RX çeşidi olurken en düşük ortalama sapçık kuru ağırlığına sahip çeşit ise 15,13 mg ile Denso olmuştur.

Tablo 8. Araştırmada elde edilen ortalama sapçık kuru ağırlık değerleri (mg)

Çeşitler	Tuz Konsantrasyonları (mMol)					Çeşit Ortalama
	0	50	100	150	200	
<i>L. perenne</i> Esquire	129,73	135,30	115,47	93,57	65,90	107,99 c
<i>P. pratensis</i> Evora	50,07	52,57	40,03	26,70	15,73	37,02 h
<i>A. stolonifera</i> Emerald	21,50	24,23	20,30	16,27	11,73	18,81 ı
<i>A. tenuis</i> Denso	17,60	20,90	15,93	12,17	9,03 z	15,13 j
<i>F. arundinacea</i> Titan RX	143,37 b	146,37 a	137,90 c	121,47	99,30	129,68 a
<i>F. arundinacea</i> Starlett	132,20	135,57	127,60	107,37	87,33	118,01 b
<i>F. r. commutata</i> Casanova	58,10	60,80	54,57	45,93	38,73	51,63 g
<i>F. r. rubra</i> Maxima	78,00	80,77	77,30	69,63	59,50	73,04 e
<i>F. r. trichophylla</i> Samanta	73,47	76,50	73,53	66,10	55,33	68,99 f
<i>F. ovina</i> Ridu	106,07	109,00	104,47	95,97	86,43	100,39 d
Tuz Ortalaması	81,01 b	84,20 a	76,71 c	65,52 d	52,90 e	----
(E.Ö.F.) %5	Çeşit: 0,162		Tuz: 0,115		Çeşit × Tuz: 0,362	

Tuz konsantrasyonları ortalamalarına göre en yüksek değer 50 mMol tuz konsantrasyonunda 84,20 mg iken en düşük sapçık kuru ağırlık ortalaması ise 200 mMol tuz konsantrasyonunda 52,90 mg olarak elde edilmiştir.

Veriler çeşit×tuz konsantrasyonları açısından ele alındığında en yüksek sapçık kuru ağırlığı, 146,37 mg ile 50 mMol tuz konsantrasyonunda Titan RX çeşidinde olurken, bu ağırlık değerini aynı çeşidin kontrol grubu 143,37 mg ile ve yine aynı çeşidin 100 mMol tuz uygulanan grubu 137,90 mg ile takip etmiştir. En düşük sapçık kuru ağırlığı ise 9,03 mg ağırlığı ile 200 mMol tuz konsantrasyonunda Denso çeşidinde görülmüştür.

Bu sonuçlar tuz konsantrasyonunun artmasıyla sapçık kuru ağırlığının önemli bir şekilde azaldığını açıklayan benzer çalışmalarla da desteklenmiştir [20, 26]. Güneş ve Çakıcı [18], çim buğdaygillerinin yeşil aksam toplam kuru ağırlık miktarına ait en düşük değeri 300 mMol tuz konsantrasyonunda 1,60 g ile Zenci darısında gözlemlemişlerdir. En yüksek değer ise kontrol grubunda 5,50 g ile Yengeçotu çeşidinde elde edilmiştir. Kullanılan üç çeşit buğdaygilin de kuru ot verimine ait değerlerin artan tuz konsantrasyonuyla birlikte azaldığı kaydedilmiştir.

3.9. Kökçük kuru ağırlık (mm)

Araştırmada elde edilen kökçük kuru ağırlığı ortalama değerleri Tablo 9'da verilmiştir.

Çeşitler ortalamasında en yüksek kökçük kuru ağırlığı ortalaması 45,18 mg olup Titan RX çeşidinde, en düşük ortalama kökçük kuru ağırlığı ise 5,54 mg ile Denso çeşidinde görülmüştür. Tuz konsantrasyonları ortalamalarına göre en yüksek değer 50 mMol uygulamasında 32,24 mg ve en düşük değer ise 200 mMol uygulamasında 15,93 mg olduğu kaydedilmiştir.

Tablo 9'da çeşit×tuz konsantrasyonlarına ait rakamlar ele alındığında en yüksek kökçük kuru ağırlığı 53,70 mg ile 50 mMol tuz konsantrasyonunda Titan RX çeşidi olmuştur. Bu ağırlık değerini 50 mMol tuz konsantrasyonunda 51,80 mg ile Esquire ve Starlett çeşitleri takip etmiştir. Üçüncü sırada en yüksek kökçük kuru ağırlığı ise 50,57 mg ile kontrol grubunda Titan RX çeşidinde elde edilmiştir. En düşük

kökçük kuru ağırlığı ise 3,47 mg ağırlığı ile 200 mMol tuz konsantrasyonunda Denso çeşidinde görülmüştür.

Tablo 9. Araştırmada elde edilen ortalama kökçük kuru ağırlık değerleri (mg)

Çeşitler	Tuz Konsantrasyonları (mMol)					Çeşit Ortalama
	0	50	100	150	200	
<i>L. perenne</i> Esquire	48,60	51,80 b	39,73	30,67	22,60	38,68 c
<i>P. pratensis</i> Evora	18,60	21,83	12,93	7,37	3,70	12,89 h
<i>A. stolonifera</i> Emerald	8,03	10,53	7,60	5,13	4,33	7,13 ı
<i>A. tenuis</i> Denso	7,23	6,80	5,63	4,57	3,47 z	5,54 j
<i>F. arundinacea</i> Titan RX	50,57 c	53,70 a	45,70	40,37	35,57	45,18 a
<i>F. arundinacea</i> Starlett	48,80	51,80 b	40,67	37,57	33,80	42,53 b
<i>F. r. commutata</i> Casanova	20,40	23,50	15,80	11,53	7,70	15,79 g
<i>F. r. rubra</i> Maxima	28,37	33,80	24,77	19,60	15,57	24,42 e
<i>F. r. trichophylla</i> Samanta	25,80	28,80	20,57	16,50	10,60	20,45 f
<i>F. ovina</i> Ridu	36,80	39,83	31,60	26,57	22,00	31,36 d
Tuz Ortalaması	29,32 b	32,24 a	24,50 c	19,99 d	15,93 e	----
(E.Ö.F.) %5	Çeşit: 0,156		Tuz: 0,110		Çeşit × Tuz: 0,349	

Kara ve ark., [3] tritikale genotipleri ile yürüttükleri çalışmada tuz konsantrasyonu oranının artışı ile birlikte tüm çeşit/hatlarda kök kuru ağırlıklarının önemli derecede azaldığını belirtmişlerdir. Çaçan ve Kökten [27] yonca çeşitlerinin tuza toleransını belirlemek için yaptıkları araştırmada tuz konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak kök kuru ağırlıklarında büyük oranda azalmanın meydana geldiğini gözlemlemişlerdir. Bu çalışmaların sonuçları da bizim çalışma bulgularımızla benzerlik göstermektedir.

3.10. Tuza tolerans indeksi

Tuza tolerans indeksine ait ortalama değerler Tablo 10'da görülmektedir. Tablo 10 incelendiğinde çeşitler ortalamasına ait verilerde tuza tolerans indeksi en yüksek çeşitin 92,39 ile Ridu, en düşük ise 72,73 ile Evora çeşidinde olduğu görülmektedir. Tuz konsantrasyonları ortalamalarına göre en yüksek değer 50 mMol tuz konsantrasyonunda 107,35 ve en düşük değer 200 mMol tuz konsantrasyonunda 59,27 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 10. Araştırmada elde edilen ortalama kuraklığa tolerans indeksi değerleri

Çeşitler	Tuz Konsantrasyonları (mMol)					Çeşit Ortalama
	0	50	100	150	200	
<i>L. perenne</i> Esquire	100,00	104,97	87,13	69,80	49,67	82,31 h
<i>P. pratensis</i> Evora	100,00	108,13 c	77,30	49,80	28,40 z	72,73 ı
<i>A. stolonifera</i> Emerald	100,00	117,50 a	94,50	72,63	54,53	87,83 e
<i>A. tenuis</i> Denso	100,00	111,47 b	86,87	67,23	50,23	83,16 g
<i>F. arundinacea</i> Titan RX	100,00	103,10	94,73	83,50	69,50	90,17 c
<i>F. arundinacea</i> Starlett	100,00	103,40	93,13	80,13	66,90	88,71 d
<i>F. r. commutata</i> Casanova	100,00	107,23	89,73	73,50	59,47	85,99 f
<i>F. r. rubra</i> Maxima	100,00	107,50 c	96,13	84,20	70,87	91,74 b
<i>F. r. trichophylla</i> Samanta	100,00	106,03	95,03	83,53	66,90	90,30 c
<i>F. ovina</i> Ridu	100,00	104,17	95,47	86,07	76,23	92,39 a
Tuz Ortalaması	100,00 b	107,35 a	91,00 c	75,04 d	59,27 e	----
(E.Ö.F.) %5	Çeşit: 0,316		Tuz: 0,224		Çeşit × Tuz: 0,707	

Veriler çeşit×tuz konsantrasyonları interaksiyonu açısından değerlendirildiğinde tuza tolerans indeksi en yüksek olan çeşit 117,50 ile 50 mMol tuz konsantrasyonunda Emerald çeşidi olmuştur. Bu değeri sırasıyla 111,47 ile 50 mMol tuz konsantrasyonunda Denso çeşidi, 108,13 ile 50 mMol tuz konsantrasyonunda Evora ve 107,50 ile 50 mMol tuz konsantrasyonunda Maxima çeşitleri takip etmiştir. Tuza tolerans indeksi en düşük olan çeşit ise 200 mMol tuz konsantrasyonunda 28,40 ile Evora olmuştur.

Buğday ve diğer bazı tahılların tuza toleransını arttırmaya yönelik yapılan bir çalışmada, buğdayın tuza orta derecede toleranslı olduğunu belirterek 100 mMol NaCl konsantrasyonunda pirinçte büyümenin olmadığını buğdayda ise verimin düştüğünü eklemiştir. Ayrıca tuzluluğa en toleranslı olan arpada

250 mMol NaCl konsantrasyonunda bitki ölümlerinin görülebileceğini ifade etmişlerdir [25]. Uygulanan tuz konsantrasyon seviyesine bağlı olarak tuza tolerans indeksinin azaldığı diğer birçok araştırma sonucunda da ifade edilmiştir [16, 21, 22].

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Farklı tuz konsantrasyonlarının çim bitkileri çeşitlerinde çimlenme ve erken fide gelişim dönemine etkisinin incelendiği bu çalışmada, dikkate alınan parametreler bakımından önemli sonuçlar elde edilmiştir.

- ✓ Uygulanan tuz konsantrasyonu seviyesi arttıkça çimlenme oranı ve fide gelişimi özelliklerinin azaldığı görülmüştür. Ancak incelenen tüm parametrelerde kontrol grubuna göre 50 mMol tuz konsantrasyonunda olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Bu durum belli miktardaki tuz oranının çimlenmeyi teşvik ettiği sonucunu göstermektedir.
- ✓ İncelenen çeşitler arasında *Festuca arundinacea* Rizomlu Titan RX ve *Festuca arundinacea* Starlett çeşitlerinin diğer çeşitlere göre tuzluluğa daha toleranslı olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle tuzluluk problemi yaşanan alanlarda bu çeşitlerin kullanılması önerilebilir. En düşük çimlenme oranı *Festuca rubra trichophylla* Samanta ile *Agrostis tenuis* Denso çeşitlerinde olmuştur. Bu çeşitlerin tuzluluk oranı yüksek topraklarda ya da sulama sorunu yaşanan alanlarda kullanımı önerilmemektedir.
- ✓ Sonuç olarak, kontrollü koşullarda elde edilen bu sonuçların öncelikle daha büyük hacimli saksılarla ya da tarla çalışmalarıyla desteklenmesi ve ayrıca benzer konularda daha kapsamlı çalışmaların yürütülmesi gerektiği kanaatine varılmıştır.

5. Çıkar Çatışması

Makaleyi yazan yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

6. Yazar Katkısı

Mustafa YILMAZ: Makaleyi yazdı.

Ali DOĞRU: Makale için gerekli araştırmaları yapıp, çalışma taslağını oluşturdu.

Melike Halime KILDIŞ: Literatür taramasında ve makalenin düzenlenmesinde katkıda bulundu.

KAYNAKLAR

- [1] A. Ergene, "Toprak Bilgisi", Atatürk Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları No:267, Ders Kitapları Serisi No:42, Erzurum, (1982).
- [2] J. Kwiatowsky, "Salinity classification, mapping, and management in Alberta", *Internet: www.agric.gov.ab.ca/soil/*, (1998).
- [3] B. Kara, İ. Akgün ve D. Altındal, "Tritikale genotiplerinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine tuzluluğun (NaCl) etkisi", *Selçuk Üniversitesi, Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*. 25(1):19, (2011).
- [4] L. Taiz ve E. Zeiger, "Bitki Fizyolojisi", Üçüncü Baskıdan Çeviri (Prof. Dr. İsmail TÜRKAN), *Palme Yayıncılık*, 33-65, Ankara, (2008).
- [5] Ş. Çulha ve H. Çakırlar, "Tuzluluğun bitkiler üzerine etkileri ve tuz tolerans mekanizmaları", *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11: 11-34, (2011).
- [6] K. Süyüm, "Karpuz genetik kaynaklarının tuzluluk ve kuraklığa tolerans seviyelerinin belirlenmesi", *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, Konya, (2011).
- [7] F. Altuner, E. Oral, R. Tunçtürk ve İ. Baran, "Gibberellik asit ön uygulamasına tabi tutulmuş triticale (*Triticosecale* Wittmack) de tuz (NaCl) stresinin çimlenme üzerine etkisi", *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(2): 235-242, (2019).
- [8] F. Baltacı, D. Can, A. Karaoğlu ve A. Tantar, "Tuzluluk, Nedenleri ve Çevresel Etkileri", *Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu*, 20-21 Mayıs, 185-190, Ankara, (2004).

- [9] E. Ekmekçi, M. Apan ve T. Kara, "Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi", *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (3): 118-125, (2005).
- [10] A. Deliboran ve Ş. Şavran, "Toprak tuzluluğu ve tuzluluğa bitkilerin dayanım mekanizmaları", *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 8(1): 57-61, (2015).
- [11] R. Kanber, M.A. Çullu, B. Kendirli, S. Antepli ve N. Yılmaz, "Sulama, Drenaj ve Tuzluluk", www.zmo.org.tr/etkinlikler/6tk05/013rizakanber.pdf, (2005).
- [12] H. Turhan ve İ. Başer, "Toprak tuzluluğu ve bitki gelişimi", *Akdeniz Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(1): 171-179, (2001).
- [13] G. Demiroğlu-Topçu, A. Çelen, E. Kuru ve Ş. Özkan, "Farklı tuz konsantrasyonlarının kamışsı yumak (*Festuca arundinacea*) ve mavi ayrık (*Agropyron intermedium*) bitkilerinin çimlenme ve erken gelişme dönemindeki etkileri üzerine araştırma", *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Ens., Der.*, 25 (2):219-224, (2016).
- [14] M. Yılmaz ve Ş. Kısakürek, "Bazı çok yıllık çim (*Lolium perenne* L.) çeşitlerinde tuz stresinin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisi", *MKÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(2):204-217, (2018).
- [15] N. Tatar, Y. Öztürk ve E. Budaklı-Çarpıcı, "NaCl ön uygulamalarının farklı tuz seviyelerinde çok yıllık çim (*Lolium perenne* L.)'in çimlenme özellikleri üzerine etkileri", *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(1): 28-33, (2018).
- [16] M. Türk ve M. Alagöz, "Kamışsı yumak (*Festuca arundinaceae* Schreb.) tohumlarının çimlenmesi üzerine tuz stresinin etkileri", *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, 34(2): 317-324, (2020).
- [17] M. Sürmen, H. Erdoğan, A. Özeroğlu ve E. Kara, "Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Çim Bitkilerinde Çimlenme ve Erken Fide Dönemi Özellikleri Üzerine Etkileri", *Uluslararası Katılımlı AGRIFOR Kongresi*, Marmaris, (2018).
- [18] E. Güneş ve H. Çakıcı, "Farklı tuz konsantrasyonlarının bazı sıcak iklim çim buğdaygillerinde verim ve beslenme durumu üzerine etkileri", *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 55 (3):341-349, (2018).
- [19] İ. Atış, "Bazı silajlık sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) çeşitlerinin çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine tuz stresinin etkileri", *Süleyman Demirel Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6 (2):58-67, (2011).
- [20] A.D. Sharma, M. Thakur, M. Rana and K. Singh, "Effect of plant growth hormones and abiotic stresses on germination, growth and phosphoaphatse activities in *Sorghum bicolor* (L.) moench seeds", *Afr. J. Biotechnol*, 3: 308-312, (2004).
- [21] S. Çiçek, B. Kilercioğlu, R. Doğan ve E. Budaklı-Çarpıcı, "Bazı ileri makarnalık buğday (*Triticum turgidum* var. *durum* L.) genotiplerinin çimlenme döneminde tuz stresine tepkileri", *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, 32 (2), 19-29, (2018).
- [22] H. Akay, E. Öztürk, İ. Sezer ve M.C. Bahadır, "Farklı tuz konsantrasyonlarının şeker mısır (*Zea mays* L. var. *saccharata* sturt.) çeşitlerinde çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkileri", *Türk Tarım- Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(sp2): 103-108, (2019).
- [23] B. İnan, O. Emir, R. Doğan ve E. Budaklı-Çarpıcı, "Bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) hatlarının çimlenme döneminde tuz stresine tepkileri", *U. Ü. Ziraat Fak., Dergisi*, Cilt 32, Sayı 1, 69-78, (2018).
- [24] A. Doğru, "Farklı Mısır Genotiplerinde Tuz Stresinin Antioksidant System Üzerindeki Etkileri", *22. Ulusal Biyoloji Kongresi*, 430, Eskişehir, (2014).
- [25] R. Munns, R.A. James and A. Lauchli, "Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals", *Journal Exp. Botany*, 57(5): 1025-1043, (2006).
- [26] M. Yılmaz ve G. Bayram, "Bazı yonca çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarında çimlenme özelliklerinin belirlenmesi", *Türk Tarım-Gıda ve Teknoloji Dergisi*, 7(sp2): 169-176, (2019).
- [27] E. Çağan ve K. Kökten, "Bazı Yonca (*Medicago sativa* L.) Çeşitlerinin Tuzluluğa Toleransının Belirlenmesi", *Türkiye 5. Uluslararası Katılımlı Tohumculuk Kongresi*, Diyarbakır, (2014).
- [28] M. Özkurt, İ. Saygılı ve K. Özdemir-Dirik, "Bazı yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitlerinin erken gelişme dönemindeki tuz toleransının belirlenmesi", *Uluslararası Tarım ve Doğa Bilimleri Der.*, 1(3): 251-258, (2018).
- [29] M. Arslan, ve B. Aydınoglu, "Tuzluluk (NaCl) stresinin mürdümükde (*Lathyrus sativus* L.) çimlenme ve erken fide gelişme özelliklerine etkisi", *Akademik Ziraat Dergisi*, 7(1):49-54, (2018).
- [30] Ö. Önal Aşçı ve H. Üney, "Farklı tuz yoğunluklarının macar fiğinde (*Vicia pannonica* Crantz) çimlenme ve bitki gelişimine etkisi", *Akademik Ziraat Dergisi*, 5(1):29-34, (2016).

- [31] W.E. Finch-Savage and G.W. Bassel, “Seed vigour and crop establishment: extending performance beyond adaptation”, *Journal of Experimental Botany*, 67, 567–591, (2015).



© 2020 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).