

Peyzaj uygulamalarında kullanılan bazı çim çeşitlerinde farklı tuz yoğunluklarının çimlenme üzerine etkileri

Effects of different salt concentrations on the germination in some turfgrass varieties used in landscape applications

Pervin YEŞİL^{1,a}, Mesut GÜZEL^{*1,b}, Şeyma ŞENGÜR^{1,c}
¹Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 52200, Ordu

• Geliş tarihi / Received: 07.04.2022

• Düzeltilerek geliş tarihi / Received in revised form: 07.07.2022

• Kabul tarihi / Accepted: 02.08.2022

Öz

Bu çalışma bazı serin iklim çim çeşitlerinin (*Lolium perenne* Caddieshack, *Lolium multiflorum* Jivet, *Poa pratensis* Evora, *Festuca rubra* Rassinante, *Festuca arundinacea* Starlet, *Festuca ovina* Ridu) çimlenme döneminde farklı tuz yoğunluklarına tepkilerini belirlemek amacı ile laboratuvar koşullarında yürütülmüştür. Çalışmada 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 mM olmak üzere 8 farklı NaCl dozu uygulanmış, çimlenme oranı (%), çimlenme hızı (%), sapçık uzunluğu (cm), kökçük uzunluğu (cm) ve vigor indeksi değerleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda çimlenme oranı, sapçık ve kökçük uzunluklarının 30 mM konsantrasyonlarında arttığı, genel olarak 90 mM dozundan itibaren önemli zararlanmalar ortaya çıktığı gözlenmiştir. İncelenen tüm özelliklerde *Lolium perenne* Caddieshack ve *Lolium multiflorum* Jivet çeşitleri en yüksek ortalama değerleri sergilemiş ve artan tuz dozlarından daha az etkilenmiştir.

Anahtar kelimeler: Çimlenme, Fizyolojik stres, NaCl, Serin iklim çimleri, Tuzluluk stresi

Abstract

This study was conducted in laboratory conditions to determine the response of some cool season turf grass species (*Lolium perenne* Caddieshack, *Lolium multiflorum* Jivet, *Poa pratensis* Evora, *Festuca rubra* Rassinante, *Festuca arundinacea* Starlet, *Festuca ovina* Ridu) to different salt doses during the germination period. In the study, 8 different NaCl doses, 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 mM, were applied, germination rate (%), germination time (%), plumula length (cm), radicle length (cm) and vigor index values were examined. Because of the research, it was observed that the germination rate, plumula and radicle lengths increased at 30 mM concentrations and in general, significant damage occurred after the dose of 90 mM. *Lolium perenne* Caddieshack and *Lolium multiflorum* Jivet species showed the highest mean values and were less affected by increasing salt doses in all properties examined.

Keywords: Germination, Physiological stress, NaCl, Cool season turf grasses, Salinity stress

^a Mesut GÜZEL; mesutguzel@odu.edu.tr, Tel: (0534) 410 20 94, orcid.org/0000-0001-6172-5812

^b orcid.org/0000-0003-4395-6881

^c orcid.org/0000-0002-9416-6399

1. Giriş

1. Introduction

Kentsel peyzajın önemli bir bileşeni olan çim alanlar; fonksiyonel, estetik, rekreasyonel, sosyal ve ekonomik açıdan pek çok faydalar sağlamaktadır (Monteiro, 2017). Ayrıca çim yüzeylerle kaplı kentsel yeşil alanlar, karbon döngüsünü olumlu yönde etkileme potansiyeline sahiptir (Allaire vd., 2008). Yapılan çalışmalar, çim alanların karbon tutma potansiyeli sayesinde atmosferdeki sera gazı yoğunluğunu düşürmeye yardımcı olabileceğini göstermiştir (Allaire vd., 2008; Law & Patton, 2017). Çim alanlar, çayır ve tarım alanlarına göre daha fazla biyokütle ürettiğinden buna paralel olarak daha fazla karbon depolamaktadır (Golubiewski, 2006). Çim alanlar ayrıca erozyon ve taşkın kontrolü, toz stabilizasyonu, gürültü kirliliğinin azaltılması, toprak iyileştirme ve kentsel ısı dağılımının sağlanması gibi etkileri ile kent ekosisteminin iyileştirilmesine katkıda bulunur (Bandaranayake vd., 2003). Ancak dünya çapında yaşanan tatlı su kıtlığı göz ardı edilemeyen bir gerçektir ve bu da kentsel alanlarda çim alanlarının sulanması noktasında bazı kısıtlamalara neden olmaktadır. Çim alan sulaması, özellikle su kıtlığı meydana geldiğinde, genellikle tatlı su için düşük öncelikli bir kullanım olarak kabul edilmektedir (Kjelgren vd., 2000). Kıyıların yakınında tuzlu yağmur suları, tuzlu su sızıntısı veya deniz suyu girişinin neden olduğu acı yeraltı suları, ana kayalardan ve okyanus tuzlarından kaynaklanan kirlilik gibi doğal nedenlerin (Türkan & Demiral, 2009) yanı sıra yağmur suyunun geçirimsiz yüzeylerde akışı, geri kazanılmış su ve deniz suyu karışımları ile yapılan sulama uygulamaları bitkilerin kök bölgesinde tuz konsantrasyonunu artırmaktadır. Ülkeler bu olumsuz durumla mücadelede farklı stratejiler ortaya koymak durumunda kalmışlardır. Örneğin Amerika Birleşik Devletleri'ndeki bazı eyaletler, daha büyük çim sahaları için artırılmış su veya tuzlu yeraltı suyunun kullanılmasını zorunlu kılmıştır (Marcum, 2006). Yakın gelecekte bu tip uygulamaların yaygınlaşması beklenen bir durum olduğundan çim üzerine uygulanan sulama suyu genellikle geçmişte olduğundan daha tuzlu olacaktır (Miyamoto vd., 2005; Miyamoto & Chacon, 2006). Bunların yanı sıra yollardaki kar ve buz gidermek için tuzların ve buz çözücü kimyasalların kullanıldığı bölgelerde yol kenarlarında yer alan çim alanlarda tuzluluk kaynaklı sorunlar meydana gelmektedir (Greub vd., 1985; Bushman vd., 2020).

Biyotik ve abiyotik stres koşulları en iyi ihtimalle çoğu bitkinin büyüme ve gelişmesini

yavaşlatmakta, en kötü ihtimalle ise büyüme ve gelişmenin tamamen durmasına hatta bitkinin ölmesine neden olabilmektedir (McMaster & Wilhelm, 2003). Kaynağının ne olduğuna bakılmaksızın tuz, çimlenme ve bitki gelişimini olumsuz etkileyen en önemli abiyotik stres kaynaklarından biridir (McMaster & Wilhelm, 2003; Chinnusamy vd., 2005; Borawska-Jarmułowicz vd., 2017). Tuz ve tuzun ortamda bulunmasından kaynaklanan tuzluluk etkisi bitkilerde osmotik strese, iyonik toksisiteye ve beslenme dengesizliklerine yol açarak (Türkan & Demiral, 2009) bitkilerde büyüme hızı ve biyokütle artışının engellenmesine neden olmaktadır (Khaleghi & Ramin, 2005; Abbasi vd., 2016).

Bitki tohumların tuzluluğa karşı en hassas durumda olduğu safha çimlenme safhasıdır ve bu alandaki çalışmalar, tuzluluğa gösterilen toleransın çim tohumlarının tür ve çeşitleri içinde önemli ölçüde farklılaştığını göstermektedir (Hujun vd., 2001; Jalali vd., 2010). Tohumların hayatta kalabilme durumları belirlenirken, çimlenme hızı ve enerjisinin değerlendirilmesi önemlidir. Canlılık düzeyi yüksek olan tohumlar elverişsiz habitat koşullarına daha fazla tolerans gösterir (Mastalerczuk, 2010; Borawska-Jarmułowicz vd., 2017). Bu nedenle hem tohum çimlenmesi hem de vejetatif büyüme sırasında tuza toleranslı olan çim çeşitlerinin belirlenerek bunların yetiştirilmesi önem kazanmaktadır (Dai vd., 2009). Bu bilgiler ışığında çalışmanın temel amacı farklı tuz yoğunluklarının, peyzaj düzenlemelerinde sıklıkla tercih edilen bazı serin iklim çim türlerine ait çeşitlerde çimlenme üzerine etkisini ortaya koymaktır.

2. Materyal ve metod

2. Material and method

Bu çalışma farklı tuz yoğunluklarının bazı serin iklim çim türlerine ait çeşitlerde, çimlenme üzerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada Ulusoy Tohumculuk firmasından sağlanan *Lolium perenne* Caddieshack (LP), *Lolium multiflorum* Jivet (LM), *Poa pratensis* Evora (PP), *Festuca rubra* Rassinante (FR), *Festuca arundinacea* Starlet (FA) ve *Festuca ovina* Ridu (FO) çeşitlerine ait iki yıllık tohumlar kullanılmıştır.

Çalışma, tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak yürütülmüş; denemelerde 0 (kontrol), 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 mM olmak üzere 8 farklı NaCl (SIGMA, 746398) dozu uygulanmıştır. Her tekrarda 50 adet tohum kullanılmış, tüm tohumlar öncelikle yüzey

sterilizasyonu amacı ile, %1'lik saf sodyum hipoklorit çözeltisinde 5 dakika süre ile bekletilmiş, hemen ardından saf su ile iki kez iyice çalkalanmıştır. Tohumlar, 10 cm çaplı steril petrilere yerleştirilen 2 adet kurutma kâğıdı üzerine konulmuş, ardından her birine 10 mL NaCl solüsyonu ilave edilmiştir. Çözeltilere herhangi bir besin maddesi uygulanmamıştır. Hazırlanan petrilere inkübatör cihazında, 23 ± 1 °C sabit sıcaklıkta ve karanlık ortamda 10 gün boyunca tutulmuş, her gün aynı saatte kontrol edilmiş, 2 mm kökçük uzunluğuna ulaşan tohumlar çimlenmiş kabul edilmiştir.

Deneme sonunda çimlenen tohumların sapçık ve kökçük uzunlukları ölçülerek santimetre olarak kaydedilmiştir. Tohumların çimlenme performansının diğer kantitatif göstergeleri olarak çimlenme oranı, çimlenme hızı ve vigor indeksi değerleri hesaplanmıştır. Çimlenme oranı (Denklem 1), çimlenen tohum sayısının toplam tohum sayısına oranının 100 ile çarpılması ile elde edilmektedir (Güldüren & Elkoca, 2012):

$$\text{Çimlenme oranı (\%)} = (\text{Çimlenen tohum sayısı} / \text{toplam tohum sayısı}) \times 100 \quad (1)$$

Çimlenme hızı Denklem 2'deki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Aydm & Atıcı, 2015):

$$\text{Çimlenme hızı} = N_1/T_1 + N_2/T_2 + \dots + N_n/T_n \quad (2)$$

Burada N_n , çimlenen tohum sayısı; T_n , çimlenmenin gerçekleştiği gün sayısını ifade etmektedir.

Vigor indeksi (Denklem 3) her bir tohum için kökçük ve sapçık uzunlukları toplamının çimlenme yüzdesi ile çarpılması sonucunda elde edilir (Hu vd., 2005):

$$\text{Vigor indeksi} = [\text{Çimlenme yüzdesi} \times (\text{kökçük uzunluğu} + \text{sapçık uzunluğu})] \quad (3)$$

Çimlenen tohumlarda yapılan ölçüm ve hesaplamalar sonucunda elde edilen değerler RStudio programında “agricolae”, “FSA” ve “car” paketleri kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur (de Mendiburu & de Mendiburu, 2017; Fox & Weisberg, 2019; RStudio Team, 2020; Ogle vd., 2022). İstatistiksel olarak farklı gruplar Tukey's HSD testi ile belirlenmiştir.

3. Bulgular ve tartışma

3. Results and discussion

Yürütülen çalışmada; çeşit, doz ve çeşit x doz interaksiyonunun etkisinin, incelenen tüm özellikler için farklı önem düzeylerinde anlamlı olduğu görülmüştür. Petri kaplarına yerleştirilen ve farklı NaCl konsantrasyonlarına tabi tutulan 6 numuneye ait kontrol gruplarındaki toplam çimlenme oranları incelendiğinde en yüksek oran %96.8 ile *Lolium perenne* Caddieshack çeşidinde görülmüş olup bunu sırasıyla %88.7 *Lolium multiflorum* Jivet, %87.3 *Festuca rubra* Rassinante, %78.7 *Poa pratensis* Evora ve %73.3 *Festuca arundinacea* Starlet çeşitleri takip etmektedir (Tablo 1).

Tablo 1. Farklı tuz dozlarının çimlenme oranı üzerindeki etkileri (%)
Table 1. Effects of different salt doses on germination rate (%)

Çeşitler	Tuz dozu (mM NaCl)								
	Kontrol	30	60	90	120	150	180	210	Çeşit ort.
FA	74.2 ^{kl} ± 5.7	75.4 ^{hkl} ± 11.0	72.7 ^{lm} ± 1.3	53.9 ^p ± 5.8	58.9 ^{no} ± 2.4	25.4 ^{rs} ± 2.9	30.8 ^r ± 3.5	12.8 ^{uv} ± 2.9	61.6 ^e ± 0.80
FO	26.3 ^{rs} ± 3.5	26.0 st ± 7.1	20.1 ^{su} ± 1.2	21.0 ^{su} ± 4.7	12.7 ^{uv} ± 2.0	4.7 ^v ± 1.2	-	-	21.6 ^f ± 0.62
FR	87.1 ^{de} ± 2.7	87.2 ^{de} ± 5.3	77.9 ^{hij} ± 1.2	76.9 ^{hjk} ± 9.3	45.9 ^q ± 10.3	16.8 ^{uv} ± 4.1	18.6 ^w ± 4.1	-	73.6 ^c ± 0.91
LM	88.7 ^{cd} ± 2.9	87.5 ^{de} ± 3.3	91.4 ^{bc} ± 1.8	80.1 ^{gh} ± 2.3	80.2 ^{gh} ± 5.8	82.8 ^{fg} ± 2.4	74.0 ^{kl} ± 7.0	60.2 ^{no} ± 5.2	81.6 ^b ± 0.34
LP	96.8 ^a ± 2.4	94.9 ^{ab} ± 5.5	97.0 ^a ± 1.8	93.6 ^{ab} ± 3.3	84.2 ^{ef} ± 10.7	80.3 ^{gh} ± 9.5	56.1 ^{op} ± 7.6	73.9 ^{kl} ± 8.1	86.6 ^a ± 0.47
PP	78.7 ^{hi} ± 2.0	80.7 ^{gh} ± 3.7	69.8 ^m ± 2.0	60.6 ⁿ ± 4.2	25.4 ^{rs} ± 1.8	-	-	-	69.5 ^d ± 0.72
Doz ort.	82.3 ^a ± 0.68	82.7 ^a ± 0.69	80.1 ^a ± 0.69	72.1 ^b ± 0.82	65.8 ^c ± 1.1	70.2 ^b ± 1.47	55.6 ^d ± 1.33	63.1 ^c ± 1.31	
<i>p</i>					Çeşit: <0.001	Doz: <0.001	Çeşit x Doz: <0.01		

Tuz dozlarının çimlenme oranı üzerindeki etkisi genel olarak değerlendirildiğinde; kontrol ile 30 ve 60 mM dozları anlamlı bir farklılık göstermemekle beraber 30 mM dozunda çimlenme oranının arttığı, 90 mM dozundan itibaren düşüş yaşandığı ve çeşitlerlere göre değişmekle birlikte doz artışı ile yer yer ortalama da artışlar olabildiği görülmektedir. En yüksek çimlenme oranı *Lolium*

perenne Caddieshack çeşidinde görülmüştür (%86.6). Bunu sırası ile *Lolium multiflorum* Jivet (%81.6) ve *Festuca rubra* Rassinante (%73.6) takip etmektedir. Çeşit x doz interaksiyonu incelendiğinde; en yüksek ortalama değer *Lolium perenne* Caddieshack çeşidinde 60 mM dozunda ortaya çıkmaktadır.

Farklı tuz konsantrasyonlarındaki çimlenme oranları değerlendirilecek olursa; *Lolium perenne* Caddieshack çeşidi için genel olarak bir azalmayı ifade ederken 60 mM ve 210 mM tuz dozlarında artışlar saptanmıştır. Çeşidin 60 mM tuz konsantrasyonu ile kontrol grubundaki %96.7'lik en yüksek çimlenme oranına yeniden eriştiği görülmektedir. En düşük çimlenme oranı 180 mM dozunda olmuştur. 120 mM dozundan itibaren çimlenme oranı çeşit ortalamasının altında kalmaktadır.

Lolium multiflorum Jivet çeşidinin farklı tuz konsantrasyonlarına olan tepkisi *Lolium perenne* Caddieshack çeşidi ile benzer şekilde gerçekleşmiş olup genel olarak bir düşüş yaşamakla birlikte çimlenmenin ilk döneminde 60 mM tuz konsantrasyonu ile kontrol grubundaki %88.7'lik çimlenme oranını aşarak %91.3 çimlenme oranına erişmiştir. 60 mM dozunda kontrolden daha yüksek çimlenme oranı görülmesi dikkat çekicidir. Yine 150 mM'lık tuz dozunun verildiği dönemde ise çimlenme oranı bir önceki tuz konsantrasyonuna göre %3.4 oranında artmıştır. En düşük çimlenme oranı 210 mM dozunda görülmüştür. 90 mM dozundan itibaren çimlenme oranı tür ortalamasının altında kalmaktadır.

Lolium perenne Ovation çeşidinin farklı tuz konsantrasyonlarındaki çimlenme performansının değerlendirildiği bir çalışmada 2, 4 ve 8 dS m⁻¹ tuz konsantrasyonlarında çimlenme oranının yüksek olduğu, daha yüksek dozlarda ise çimlenme oranlarında belirgin bir düşüşün görüldüğü belirtilmiştir (Nizam, 2011). Bir başka çalışmada ise dört farklı *Lolium perenne* çeşidi üzerinde farklı tuz konsantrasyonlarında ölçülen çimlenme oranlarının artan tuz konsantrasyonu ile azalma göstermiş olduğu belirtilmiş olup *Lolium perenne* Apple için çimlenmenin son aşamasında, *Lolium perenne* Ecologic için çimlenmenin ilk orta aşamasında, *Lolium perenne* Solstice II için ise çimlenmenin son aşamasında çimlenme oranlarında artışlar görülmüştür (Yılmaz, 2009). Bu araştırma kapsamında benzer sonuçlar *Lolium perenne* Caddieshack ve *Lolium multiflorum* Jivet türleri için saptanmıştır. Aynı cinse ait bu iki tür karşılaştırıldığında çimlenmenin ilk ve son döneminde verilen tuz takviyesinin çimlenme oranına olumlu yönde etki edebileceği öngörülebilmektedir.

Festuca rubra Rassinante çeşidinde ise 60 mM tuz konsantrasyonundan itibaren önemli düzeyde azalma görülmekle birlikte 120, 150 ve 180 mM tuz konsantrasyonlarına dayanımı çeşit ortalamasının altındadır ve oldukça düşüktür. 210

mM tuz uygulanan tohumlarda ise hiç çimlenme görülmemiştir. *Festuca ovina* Ridu'da çimlenme oranı oldukça düşük olup, 150 mM tuz dozundan sonra çimlenme gerçekleşmemiştir.

Çimlenme oranı açısından bir başka *Festuca* türü olan *Festuca arundinacea* Starlet değerlendirildiğinde, 60 mM tuz dozunda 30 mM doza göre küçük bir artış, 120 mM dozda 90 mM'e göre %6, 180 mM dozda ise 150 mM'e göre %5.3'lük artışlar saptanmıştır. Aynı cinse ait olan bu iki çeşidin tuz konsantrasyonlarına olan tepkisi araştırmaya dahil olan tüm çeşitler ile benzer olup çimlenme oranı artan dozlarda azalma eğilimindedir ve 90 mM dozundan itibaren çimlenme oranı çeşit ortalamasının altında kalmakta ve önemli düzeyde azalma gözlemlenmektedir.

Poa pratensis Evora çeşidinde ise çimlenmenin ilk aşamasında 30 mM'lık tuz konsantrasyonunun kontrol grubunda %78 görülen çimlenme oranını %81.3'e çıkardığı görülmektedir. Ancak, 90 mM tuza maruz kalma durumundan itibaren çeşit ortalamasının altında kaldığı, 120 mM'da çimlenme oranının önemli ölçüde düştüğü; 150, 180 ve 210 mM tuz konsantrasyonlarında çimlenmenin gerçekleşmediği saptanmıştır. Çalışmanın bulguları Alagöz ve Türk (2020) tarafından gerçekleştirilen benzer çalışmanın bulguları ile uyumludur. Alagöz & Türk (2020) *Poa pratensis* L. çeşidi üzerine uygulanan farklı tuz konsantrasyonlarının çimlenme oranını düşürdüğünü belirtmişlerdir.

Carrow vd. (2008) *Lolium perenne* L. tuzluluk kaynaklı strese karşı orta derecede toleranslı/toleranslı, *Festuca arundinacea* Schreb ve *Festuca rubra* L. orta derecede toleranslı/toleranslı ve *Poa pratensis* L. çok hassas/orta derecede toleranslı olduğunu belirtmiştir. Bir başka çalışmada da *Festuca arundinacea* Schreb çeşidinin tuzluluğa karşı orta derecede toleranslı olduğu belirtilmiştir (Shiade & Boelt, 2020). Kusvuran (2014) ve Kusvuran (2015) yapmış oldukları çalışmalarda da olası istisnai çok yıllık çim türü *Lolium perenne* L. dışında serin iklim çim türlerinin çoğunun, tohum çimlenmesi sırasında tuzluluk stresine karşı son derece duyarlı olduğu saptanmıştır (Dai vd., 2009; Kusvuran vd., 2014; Kusvuran vd., 2015). Çimlenme oranlarıyla ilgili genel bir değerlendirme yapılacak olursa araştırmaya konu olan tüm türler için farklı tuz konsantrasyonlarında bir azalma söz konusu olup birçok araştırmacı tarafından tuz yoğunluğunun çimlenme oranında azalma yarattığı tespit edilmiştir (Atis, 2011; Kusvuran vd., 2014;

Kusvuran vd., 2015; Topçu vd., 2016; Borawska-Jarmułowicz vd., 2017; Kıldış, 2021).

Çimlenme oranının yanı sıra farklı tuz konsantrasyonları uygulanan türlerin çimlenme hızları da değerlendirilmiş olup sonuçlar diğer parametrelere benzer şekilde saptanmıştır. Pagliarini vd. (2021) tarafından yürütülen çalışmada Poacea familyasına ait türlerde tuzluluk etkisi değerlendirilmiş ve çimlenme oranındaki düşüşün çimlenme hızında da benzer şekilde görüldüğü tespit edilmiştir. 6 numuneye ait kontrol gruplarındaki toplam çimlenme hızları incelendiğinde en yüksek oran %53.1 ile *Lolium multiflorum* Jivet, çeşidinde görülmüş olup bunu sırasıyla %40.9 ile *Lolium perenne* Caddieshack, %32.3 *Festuca rubra* Rassinante, %24.1 *Festuca arundinacea* Starlet ve %24 ile *Poa pratensis* Evora, çeşitleri takip etmektedir. Çimlenme hızı üzerindeki tek olumlu etki 30 mM tuz konsantrasyonunda %1.5 artış ile *Lolium perenne*

Caddieshack çeşidinde gerçekleşmiştir. Genel olarak 90 mM tuz konsantrasyonundan itibaren önemli düzeyde bir azalma olduğu görülmektedir. Tür bazında; *Festuca arundinacea* Starlet, *Lolium multiflorum* Jivet ve *Lolium perenne* Caddieshack 90 mM, *Festuca ovina* Ridu ve *Festuca rubra* Rassinante 60 mM, *Poa pratensis* Evora 30 mM tuz konsantrasyonlarında önemli düzeyde düşüş görülmüştür. Ayrıca *Lolium multiflorum* Jivet ve *Lolium perenne* Caddieshack 120 mM, *Festuca arundinacea* Starlet ve *Festuca rubra* Rassinante 90 mM, *Festuca ovina* Ridu ve *Poa pratensis* Evora 60 mM dozundan itibaren çeşit ortalamasının altında performans sergilemiştir. Genel olarak 90 mM dozundan sonra anlamlı bir düşüş gerçekleşmektedir. En yüksek çimlenme hızı değeri *Lolium multiflorum* Jivet'e ait olup (% 40.9), tür x doz interaksyonu bakımından da en yüksek değer aynı tür için 30 mM tuz konsantrasyonunda (%50.9) gözlenmektedir (Tablo 2).

Tablo 2. Farklı tuz dozlarının çimlenme hızı üzerindeki etkileri (%)

Table 2. Effects of different salt doses on germination time (%)

Çeşitler	Tuz dozu (mM NaCl)								
	Kontrol	30	60	90	120	150	180	210	Çeşit ort.
FA	24.3 ^k ± 1.2	22.6 ^l ± 2.1	22.2 ^{lm} ± 0.7	15.4 ^o ± 1.1	13.3 ^p ± 0.5	4.2 ^q ± 0.9	5.2 ^r ± 0.4	1.7 ^t ± 0.3	17.4 ^d ± 0.29
FO	9.9 ^{qr} ± 1.0	8.2 ^r ± 0.6	5.0 st ± 1.1	3.9 st ± 0.8	3.3 st ± 0.6	0.6 ^t ± 0.0	-	-	6.3 ^e ± 0.24
FR	32.3 ^q ± 1.0	32.6 ^q ± 2.1	26.2 ^{ij} ± 0.5	23.3 ^{kl} ± 2.3	11.9 ^{pq} ± 2.8	3.4 st ± 1.0	2.0 ^t ± 0.2	-	24.9 ^c ± 0.39
LM	53.3 ^a ± 3.0	50.9 ^b ± 3.6	50.0 ^b ± 2.7	41.2 ^{cd} ± 3.0	39.6 ^e ± 2.9	36.0 ^f ± 1.6	27.5 ^{hi} ± 3.2	22.3 ^{lm} ± 2.5	40.9 ^a ± 0.36
LP	41.0 ^d ± 0.9	42.4 ^c ± 2.8	40.4 ^{de} ± 1.0	35.0 ^f ± 1.5	28.8 ^h ± 2.9	23.5 ^{kl} ± 3.9	17.1 ^o ± 2.0	19.7 ⁿ ± 2.0	32.3 ^b ± 0.31
PP	24.7 ^{jk} ± 2.4	20.7 ^{mn} ± 0.2	16.7 ⁿ ± 0.7	13.1 ^p ± 1.1	4.4 st ± 0.1	-	-	-	17.9 ^d ± 0.29
Doz ort.	34.4 ^a ± 0.5	33.4 ^{ab} ± 0.53	31.4 ^b ± 0.55	26.3 ^c ± 0.5	23.6 ^d ± 0.62	25.0 ^c ± 0.71	17.9 ^e ± 0.62	19.2 ^e ± 0.43	
<i>p</i>									Çeşit: <0.001 Doz: <0.05 Çeşit x Doz: <0.001

Tohum çimlenmesi ve bitkinin hızlı ve düzgün bir gelişme göstermesi çim alanların tesisini etkileyen en önemli unsurlardır. Bilindiği gibi tuzluluk osmotik strese neden olmakla birlikte iyon dengesini bozmakta ve bitki hücrelerinde besinsel streslere neden olarak çimlenmeyi ve bitki gelişimini geciktirmektedir (Türkan & Tijen, 2009; Guo vd., 2010). Bu anlamda, çimlenme oranı ve çimlenme hızının yansıra çim bitkilerinde gelişimin en önemli göstergelerinden kökçük ve sapçık uzunluklarının farklı tuz dozlarındaki durumu da değerlendirmeye alınmıştır. 6 numuneye ait kontrol gruplarındaki sap uzunlukları incelendiğinde en yüksek sapçık uzunluğu 6.68 cm ile *Lolium multiflorum* Jivet çeşidinde görülmüş olup bunu 5.55 cm ile *Lolium perenne* Caddieshack, 3.98 cm ile *Festuca arundinacea* Starlet, 3.63 cm ile *Festuca rubra* Rassinante ve 2,68 cm sapçık uzunluğu ile *Poa pratensis* Evora

takip etmektedir. Sap uzunlukları farklı tuz konsantrasyonlarında tüm çeşitlerde giderek azalma eğiliminde olup *Lolium multiflorum* Jivet çeşidi için 30 mM tuz dozunda 6.68 cm'den 8.27 cm'ye, *Lolium perenne* Caddieshack çeşidi için yine 30 mM tuz dozunda 5.55 cm'den 5.99 cm'ye ve *Festuca arundinacea* Starlet çeşidi için ise 60 mM tuz dozunda 3.82 cm'den 3.89 cm'ye artışların olduğu görülmüştür. Çeşit ortalamaları incelendiğinde yine en yüksek sapçık uzunluğu ortalaması *Lolium multiflorum* Jivet (5.91 cm)'e ve en düşük sapçık uzunluğu ortalaması *Festuca ovina* Ridu (2.14 cm)'ya aittir. 90 mM tuz dozundan itibaren sap uzunlukları kontrolden önemli ölçüde farklılaşan bir düşüş sergilemektedir. Çeşit x doz interaksyonu açısından en yüksek sapçık uzunluğu *Lolium multiflorum* Jivet çeşidinde 30 mM tuz dozunda (8.27 cm) gözlenmektedir (Tablo 3).

Tablo 3. Farklı tuz dozlarının sapçık uzunluğu üzerindeki etkileri (cm)**Table 3.** Effects of different salt doses on plumula length (cm)

Türler	Tuz dozu (mM NaCl)								Tür ort.
	Kontrol	30	60	90	120	150	180	210	
FA	3.98 ^{gh} ± 0.18	3.82 ^{ghj} ± 0.18	3.89 ^{ghi} ± 0.16	2.95 ^{jklm} ± 0.15	1.75 ^{nop} ± 0.13	0.48 ^p ± 0.06	0.63 ^{op} ± 0.10	0.47 ^p ± 0.14	2.89 ^c ± 0.08
FO	2.93 ^{ikm} ± 0.26	2.50 ^{lmn} ± 0.28	2.00 ^{mno} ± 0.27	1.51 ^{nop} ± 0.23	1.51 ^{nop} ± 0.25	0.87 ^{nop} ± 0.42	-	-	2.14 ^d ± 0.12
FR	3.63 ^{ghjk} ± 0.12	3.37 ^{hijkl} ± 0.11	3.07 ^{ijklm} ± 0.11	2.67 ^{lm} ± 0.12	2.17 ^{mn} ± 0.13	0.65 ^{nop} ± 0.12	1.88 ^{mno} ± 0.19	-	2.95 ^c ± 0.06
LM	6.68 ^{bc} ± 0.19	8.27 ^a ± 0.23	7.24 ^b ± 0.20	7.10 ^b ± 0.20	5.97 ^{cd} ± 0.19	4.17 ^e ± 0.14	3.80 ^{ghj} ± 0.15	3.08 ^{ijklm} ±	5.91 ^a ± 0.09
LP	5.55 ^{de} ± 0.12	5.99 ^{cd} ± 0.15	5.18 ^e ± 0.13	5.01 ^{ef} ± 0.13	4.31 ^{fg} ± 0.13	3.55 ^{ghjk} ± 0.11	2.81 ^{klm} ± 0.12	2.46 ^{mn} ±	4.52 ^b ± 0.06
PP	2.68 ^{lm} ± 0.08	2.31 ^{mno} ± 0.08	2.22 ^{mno} ± 0.08	1.74 ^{nop} ± 0.08	1.09 ^{nop} ± 0.08	-	-	-	2.17 ^d ± 0.04
Doz	4.52 ^a ± 0.08	4.77 ^a ± 0.11	4.41 ^{ab} ± 0.09	4.02 ^b ± 0.1	3.62 ^b ± 0.11	3.24 ^b ± 0.11	2.76 ^{bc} ± 0.1	2.54 ^c ± 0.09	
<i>p</i>	Tür: <0.001 Doz: <0.05 Tür x Doz: <0.001								

Çeşitler kökçük uzunlukları açısından değerlendirildiğinde sapçık uzunluğunda olduğu gibi benzer bir azalma eğilimi görülse de tek tek değerlendirildiğinde bazı çeşitlerde farklı tuz konsantrasyonlarında artış eğilimi görülmektedir. Bu çeşitler sırasıyla belirtilecek olursa ilk olarak *Festuca arundinacea* Starlet çeşidinin 60 mM tuz konsantrasyonunda bir önceki dozda düşüş eğiliminde olan kökçük uzunluğunun 3.12 cm'den 3.63 cm'ye ve 180 mM tuz dozunda 0.91 cm'den 1.21 cm'ye çıktığı görülmektedir. *Festuca rubra* Rassinante çeşidinde ise 180 mM tuz dozunda 0.42 cm'den 0.82 cm'ye çıktığı görülmektedir. *Lolium multiflorum* Jivet çeşidine bakıldığında 30 ve 90 mM tuz konsantrasyonlarında bir önceki doz

sonuçlarına göre 7.24 cm'den 7.95 cm'ye ve 6.63 cm'den 6.98 cm'ye çıkışlar gözlemlenmiştir. *Lolium perenne* Caddieshack için bu durum 90 mM tuz konsantrasyonunda 4.90 cm'den 5.37 cm'ye çıkış şeklinde görülmüştür. *Poa pratensis* Evora çeşidi ise kökçük uzunluğu açısından genel bir düşüş eğilimindedir. En yüksek kökçük uzunluğu ortalaması *Lolium multiflorum* Jivet (5.32 cm), en düşük kökçük uzunluğu ortalaması *Festuca ovina* Ridu (2.78 cm) çeşitlerine aittir. 120 mM tuz dozundan itibaren kök uzunluklarında kontrolden önemli ölçüde farklılaşan bir düşüş ortaya çıkmaktadır. Çeşit x doz interaksyonu açısından en uzun kök *Lolium multiflorum* Jivet için 30 mM tuz dozunda ortaya çıkmaktadır (Tablo 4).

Tablo 4. Farklı tuz dozlarının kökçük uzunluğu üzerindeki etkileri (cm)**Table 4.** Effects of different salt doses on radicle length (cm)

Çeşitler	Tuz dozu (mM NaCl)								Çeşit ort.
	Kontrol	30	60	90	120	150	180	210	
FA	3.53 ^d ± 0.14	3.12 ^{de} ± 0.13	3.63 ^d ± 0.13	3.00 ^{def} ± 0.13	2.18 ^{ghij} ± 0.10	0.91 ^{kl} ± 0.08	1.21 ^{kl} ± 0.10	0.70 ^{kl} ± 0.08	2.78 ^c ±
FO	1.69 ^{hijkl} ± 0.11	2.04 ^{fghijk} ± 0.18	1.60 ^{hijkl} ± 0.14	0.86 ^{kl} ± 0.08	0.90 ^{kl} ± 0.14	0.41 ^{kl} ± 0.10	-	-	1.45 ^e ±
FR	2.21 ^{fghi} ± 0.08	1.93 ^{ghijk} ± 0.08	1.84 ^{ghijk} ± 0.07	1.22 ^{kl} ± 0.06	1.05 ^{kl} ± 0.07	0.42 ^{kl} ± 0.06	0.82 ^{kl} ± 0.12	-	1.64 ^d ± 0.9
LM	7.24 ^{ab} ± 0.22	7.95 ^a ± 0.23	6.63 ^b ± 0.21	6.98 ^b ± 0.23	5.58 ^c ± 0.20	3.01 ^{def} ± 0.15	2.59 ^{efg} ± 0.17	1.18 ^{kl} ± 0.09	5.32 ^a ± 3.1
LP	5.56 ^c ± 0.18	5.50 ^c ± 0.17	4.90 ^c ± 0.17	5.37 ^c ± 0.15	3.71 ^d ± 0.17	2.54 ^{efgh} ± 0.17	1.80 ^{ghjk} ± 0.16	1.75 ^{hijk} ± 0.14	4.11 ^b ± 0.1
PP	1.55 ^{ijkl} ± 0.06	1.32 ^{kl} ± 0.05	1.26 ^{kl} ± 0.05	0.77 ^{kl} ± 0.04	0.33 ^l ± 0.02	-	-	-	1.17 ^e ± 0.03
Doz ort.	4.04 ^a ± 0.1	4.02 ^a ± 0.12	3.78 ^a ± 0.1	3.61 ^a ± 0.12	3.20 ^b ± 0.1	2.40 ^c ± 0.1	1.93 ^d ± 0.1	1.43 ^d ± 0.1	
<i>p</i>	Çeşit: <0.05 Doz: <0.001 Çeşit x Doz: <0.01								

Literatürdeki benzer çalışmaların sonuçları ile bu çalışmada elde edilen bulgular büyük ölçüde uyumludur. *Festuca arundinacea* Starlet'in çimlenme performansı üzerine yapılan bir çalışmada, 15 dS/m NaCl ön uygulamasının tohumların sapçık ve kökçük uzunluğunu önemli ölçüde artırdığı tespit edilmiştir (Tilaki vd., 2010). Araştırma kapsamında sap ve kökçük uzunluklarında artış tespit edilse bile tüm çeşitler için farklı tuz konsantrasyonlarının genel bir azalma yarattığı tespit edilmiştir. Bu durum yine birçok çalışmadaki bulgularla desteklenmektedir. *Festuca arundinacea* Schreb. türünde tuz stresinin çimlenme performansı üzerindeki etkilerinin

araştırıldığı bir çalışmada (Öztürk vd., 2018), 50 mM tuz dozunda sapçık uzunluğunun etkilenmediği ancak daha yüksek dozlarda sapçık gelişiminin olumsuz etkilendiği belirtilmiştir. Kökçük uzunluğunda ise 150 mM'e kadar herhangi bir olumsuz etkinin görülmediği ancak bu dozdan sonra kökçük uzunluğunda kısalma tespit edilmiştir (Öztürk vd., 2018). *Festuca arundinacea* Schreb. türünün 9 farklı çeşidinde yürütülen bir başka çalışmada da farklı tuz dozlarına maruz bırakılan tohumlarda sapçık ve kökçük uzunluklarında azalma görülmüştür (Shiade & Boelt, 2020).

Lolium perenne L. türünün dört farklı çeşidi (Apple Gl, Ecologic, Barm., Solstice) üzerinde yürütülen bir çalışmada artan tuz yoğunluğuna bağlı olarak kökçük uzunluğunda genel bir azalma olduğu belirlenmiş olup kontrol grubuna göre 50 mM tuz yoğunluğunda kökçük uzunluğunda artış olduğu saptansa da bu artışın istatistiksel olarak önemli olmadığı belirtilmiştir (Yılmaz & Kısakürek, 2018). Sapçık uzunluğunun da değerlendirildiği çalışmada yine 50 mM tuz yoğunluğunda bir artış tespit edilmiş olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış olup aksine artan tuz yoğunluğunun sapçık uzunluğunda önemli bir azalma yarattığı saptanmıştır. Aynı tür ve çeşitler üzerine yürütülen bir diğer araştırmada (Yılmaz & Kısakürek, 2021) ise artan tuz yoğunluğuna bağlı olarak kökçük uzunluğunun 100 mM tuz yoğunluğuna kadar arttığı ve 150 mM uygulamasında azalmakta olduğu ancak artış ve azalışların istatistiksel olarak farklılık oluşturmadığı tespit edilmiştir. Sürmen vd. (2018) tarafından *Lolium perenne* L. türünün "Ecologic" çeşidi için yapılan çalışmada kökçük uzunluğunda genel bir azalmanın olduğu sapçık uzunluğu açısından ise 5 ve 10 ds/m tuz dozlarında anlamlı artışların saptandığı belirtilmiştir. Bunun yanı sıra sapçık uzunluğu açısından artan tuz yoğunluklarının azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir. Tatar vd. (2018) da *Lolium perenne* L. tohumlarının sapçık uzunluklarında artış saptanmış ancak istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Kökçük uzunluklarında ise anlamlı bir değişime rastlanmamıştır. Bunların yanı sıra artan tuz dozları ile çimlenme performansı arasında genel bir azalma eğiliminin bulunduğu ifade edilmiştir.

Festuca rubra Rassinante türü için de literatür bulgularımızı destekler niteliktedir. Sürmen vd. (2018) tarafından yürütülen çalışmada farklı tuz dozlarına olan tepkiyi ölçtüğü çalışmalarda *Festuca rubra* rubra türü için kökçük uzunluğunda 5-10 ds/m tuz dozunda ufak ölçüde bir artış sapçık uzunluğunda ise 10 ds/m dozunda belirgin bir artış tespit edilmiştir. Bir başka çalışmada üç farklı *Festuca rubra* çeşidi için (*Festuca rubra* subsp. *commutata* Gaudin, *Festuca rubra* subsp. *rubra* L.,

Festuca rubra subsp. *trichophylla* L.) farklı tuz yoğunluklarının kökçük ve sapçık uzunluklarında azalmaya neden olduğu belirtilmiştir (Kıldış, 2021).

Son olarak *Poa pratensis* Evora türü için yapılan birçok çalışmada kökçük ve sapçık uzunluklarının farklı tuz konsantrasyonlarında giderek azaldığı tespit edilmiş olup diğer türler arasında daha olumsuz etkilendiği belirtilmiştir (Borawska-Jarmulowicz vd., 2017; Sürmen vd., 2018; Kıldış, 2021).

Sapçık ve kökçük uzunlukları ile çimlenme yüzdesi kullanılarak tohum canlılık (vigor) indeksi hesaplanmış (Abdulbaki & Anderson, 1973), sonuçlar Tablo 5'te sunulmuştur. Çeşitler ortalaması bakımından vigor indeksi değeri en yüksek *Lolium multiflorum* Jivet (939.6), en düşük *Festuca ovina* Ridu (75.5) olarak; doz ortalamaları bakımından en yüksek ortalama 60 mM (624.0), en düşük ortalama 210 mM (222.0) olarak belirlenmiştir. Ancak 90 mM dozundan itibaren önemli bir düşüş görülmektedir. Çeşit x doz konsantrasyonlarının interaksyonu incelendiğinde ise en yüksek vigor indeksi değerini *Lolium multiflorum* Jivet 30 mM konsantrasyonunda (1416.1) bulunduğu görülmektedir.

Tüm çeşitler farklı tuz konsantrasyonlarında vigor indeksi bakımından incelendiğinde *Festuca arundinacea* Schreb. çeşidinin 60 mM tuz dozunda, *Festuca rubra* Rassinante 180 mM tuz dozunda, *Lolium multiflorum* Jivet çeşidinin 30 mM tuz dozunda, *Lolium perenne* Caddieshack çeşidinin 210 mM tuz dozunda bir önceki doza göre daha yüksek değerler elde edilmiştir. *Poa pratensis* Evora çeşidi genel bir azalma eğiliminde olup 120 mM, *Festuca ovina* Ridu'da ise 150 mM tuz dozundan sonra tohum canlılığını yitirdiği saptanmıştır. Tüm çeşitler için artan tuz konsantrasyonlarının vigor indeksini azalttığı söylenebilir (Foti vd., 2019; Shiade & Boelt, 2020; Yılmaz vd., 2021).

Tablo 5. Farklı tuz dozlarının vigor indeksi üzerindeki etkileri
Table 5. Effects of different salt doses on vigor index

Çeşitler	Tuz dozu (mM NaCl)								
	Kontrol	30	60	90	120	150	180	210	Çeşit ort.
FA	550.3 ^{ghi} ± 22.1	499.7 ^{hi} ± 21.0	546.7 ^{hi} ± 20.1	313.5 ^{kl} ± 13.3	230.5 ^{lm} ± 12.7	34.4 ⁿ ± 2.9	55.1 ⁿ ± 5.6	13.1 ⁿ ± 2.0	376.2 ^c ±
FO	116.8 ^{mn} ± 7.9	96.5 ^{mn} ± 8.3	71.9 ^{mn} ± 7.3	44.3 ⁿ ± 5.3	28.9 ⁿ ± 4.4	5.1 ⁿ ± 1.9	-	-	75.5 ^e ± 4.2
FR	509.5 ^{hi} ± 14.2	462.7 ^{ij} ± 14.3	382.8 ^k ± 11.9	290.6 ^{kl} ± 11.7	130.8 ^{mn} ± 6.2	13.5 ⁿ ± 1.6	45.1 ⁿ ± 4.9	-	353.7 ^c ±
LM	1235.0 ^{bc} ± 32.9	1416.1 ^a ± 37.4	1266.9 ^b ± 34.3	1126.6 ^{cd} ± 30.8	915.8 ^f ± 27.6	593.8 ^{gh} ± 20.2	464.7 ^{ij} ± 20.5	252.5 ^{lm} ± 11.8	939.6 ^a ±
LP	1074.8 ^{de} ± 25.9	1065.5 ^{de} ±	974.8 ^{ef} ± 26.2	968.4 ^{ef} ± 22.8	652.3 ^g ± 20.3	474.9 ^{ij} ± 19.1	248.5 ^{lm} ± 13.4	299.5 ^{kl} ± 15.8	765.9 ^b ±
PP	329.9 ^{kl} ± 9.6	295.6 ^{kl} ± 9.4	243.2 ^{lm} ± 8.1	150.8 ^{mn} ± 6.4	35.7 ⁿ ± 2.1	-	-	-	242.2 ^d ±
Doz ort.	626.0^a ± 18.0	610.0^a ± 20.5	624.0^a ± 19.2	569.0^b ± 19.5	437.0^c ± 18.7	297.0^d ± 16.5	260.0^d ± 14.2	222.0^e ± 10.7	
<i>p</i>									Çeşit: <0.001 Doz: <0.001 Çeşit x Doz: <0.001

4. Sonuç

4. Conclusion

Farklı tuz yoğunluklarının, bazı serin iklim çimlerinde çimlenme özellikleri üzerine etkisini belirlemek amacı ile yürütülen bu çalışmada, tuz yoğunluğunun çimlenme oranı, çimlenme hızı, sapçık uzunluğu, kökçük uzunluğu ve vigor indeksi değerlerini istatistiksel olarak önemli ölçüde etkilediği belirlenmiştir. İncelenen çeşitler arasında tuza en dayanıklı olanların *Lolium multiflorum* Jivet ve *Lolium perenne* Caddieshack olduğu tespit edilmiştir. Çimlenme oranı, sapçık ve kökçük uzunluklarının 30 mM konsantrasyonlarında arttığı, genel olarak 90 mM dozundan itibaren önemli zararlanmalar ortaya çıktığı gözlenmiştir.

Kentlerin vazgeçilmez parçası olan açık yeşil alan varlığı içerisinde çim alanlar oldukça geniş ve önemli yer tutmaktadır. Çim alanlar için sulama ihtiyacı önemli bir konu teşkil etmekte olup, suyun içeriği bu alanlara zarar verebilmektedir. Dolayısı ile tohum gelişiminden başlayan süreçte, özellikle tuzlu su baskısına dayanıklı tür ve çeşitlerin kullanımı, günümüz dünyasında gündemde olan bir konudur. Bu çalışma, bazı çim türlerine ait çeşitlerin tuza dayanımını test etmek için yürütülmüştür. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda, literatürde yer almayan farklı tür ve çeşitlere de odaklanılmalı, bunun da ötesinde arazi denemeleri ile çimlerin tüm yaşam periyodu içerisinde tuza dayanımına odaklanan çalışmalar da yürütülmelidir.

Teşekkür

Acknowledgement

Çalışmada kullanılan tohumları sağlayan Ulusoy Tohumculuk firmasına teşekkür ederiz.

Yazar katkısı

Author contribution

Birinci yazar araştırma konusunun seçiminde, araştırma kurgusunun oluşturulmasında, çimlenme parametrelerinin ölçümünde ve literatür araştırması aşamalarında katkı sunmuştur. İkinci yazar çimlenme parametrelerinin ölçülmesinde, istatistiksel analizlerin yapılmasında ve makalenin son yazım aşamalarında katkı sunmuştur. Üçüncü yazar çalışmanın temel materyali olan tohumların temininde, çimlendirme için ön hazırlığın yapılmasında, literatür taraması ve sonuçların raporlanmasında katkı sunmuştur.

Etik beyanı

Declaration of ethical code

Bu makalenin yazarları, bu çalışmada kullanılan materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve / veya yasal-özel izin gerektirmediğini beyan etmektedir.

Çıkar çatışması beyanı

Conflicts of interest

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Kaynaklar

References

- Abbasi, H., Jamil, M., Haq, A., Ali, S., Ahmad, R., Malik, Z., & Parveen, Z. (2016). Salt stress manifestation on plants, mechanism of salt tolerance and potassium role in alleviating it: a review. *Zemdirbyste-Agriculture*, 103(2), 229-238. <https://doi.org/10.13080/z-a.2016.103.030>
- Alagöz, M., & Türk, M. (2020). Çayır salkım otu (*Poa pratensis* L.) tohumlarının çimlenmesi üzerine farklı tuz uygulamalarının etkilerinin belirlenmesi. *Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi*, 2(1), 23-26.

- Allaire, S. E., Dufour-L'Arrivee, C., Lafond, J. A., Lalancette, R., & Brodeur, J. (2008). Carbon dioxide emissions by urban turfgrass areas. *Canadian Journal of Soil Science*, 88(4), 529-532. <https://doi.org/10.4141/CJSS07043>
- Atis, I., Atak, M., Can, E., & Mavi, K. (2011). Seed coat color effects on seed quality and salt tolerance of red clover (*Trifolium pratense*). *International Journal of Agriculture and Biology*, 13(3), 363-368.
- Aydın, İ., & Atıcı, Ö. (2015). Tuz stresinin bazı kültür bitkilerinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri. *Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 3(2), 1-15. <https://doi.org/10.18586/msufbd.98402>
- Bandaranayake, W., Qian, Y. L., Parton, W. J., Ojima, D. S., & Follett, R. F. (2003). Estimation of soil organic carbon changes in turfgrass systems using the CENTURY model. *Agronomy Journal*, 95(3), 558-563.
- Borawska-Jarmułowicz, B., Mastalerczuk, G., Gozdowski, D., Małuszyńska, E., & Szydłowska, A. (2017). The sensitivity of *Lolium perenne* and *Poa pratensis* to salinity and drought during the seed germination and under different photoperiod conditions. *Zemdirbyste-Agriculture*, 104(1), 71-78. <https://doi.org/10.13080/z-a.2017.104.010>
- Bushman, B. S., Robbins, M. D., Robins, J. G., Thorsted, K., Harris, P., & Johnson, P. G. (2020). Response to salt stress imposed on cultivars of three turfgrass species: *Poa pratensis*, *Lolium perenne*, and *Puccinellia distans*. *Crop Science*, 60(3), 1648-1659. <https://doi.org/10.1002/csc2.20014>
- Carrow, R., Duncan, R. R., & Huck, M. T. (2008). Turfgrass and landscape irrigation water quality: Assessment and management (1st ed.). CRC Press.
- Chinnusamy, V., Jagendorf, A., & Zhu, J. K. (2005). Understanding and improving salt tolerance in plants. *Crop Science*, 45(2), 437-448.
- Dai, J., Huff, D. R., & Schlossberg, M. J. (2009). Salinity effect on seed germination and vegetative growth of greens-type *Poa annua* relative to other cool-season turfgrass species. *Crop Science*, 49, 696-703.
- Foti, C., Khah, E. M., & Pavli, O. I. (2019). Germination profiling of lentil genotypes subjected to salinity stress. *Plant Biology*, 21(3), 480-486. <https://doi.org/10.1111/plb.12714>
- Golubiewski, N. E. (2006). Urbanization increases grassland carbon pools: Effects of landscaping in Colorado's front range. *Ecological Applications*, 16(2), 555-571.
- Greub, L. J., Drolsom, P. N., & Rohweder, D. A. (1985). Salt tolerance of grasses and legumes for roadside use. *Agronomy Journal*, 77(1), 76-80.
- Guo, R., Shi, L., Ding, X., Hu, Y., Tian, S., Yan, D., & Yang, Y. (2010). Effects of saline and alkaline stress on germination, seedling growth, and ion balance in wheat. *Agronomy Journal*, 102(4), 1252-1260. <https://doi.org/10.2134/agronj2010.0022>
- Güldüren, Ş., & Elkoca, E. (2012). Kuzey Doğu Anadolu Bölgesi ve Çoruh Vadisi'nden toplanan bazı fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin çimlenme döneminde tuza toleransları. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43(1), 29-41.
- Hu, J., Zhu, Z. Y., Song, W. J., Wang, J. C., & Hu, W. M. (2005). Effects of sand priming on germination and field performance in direct-sown rice (*Oryza sativa* L.). *Seed Science and Technology*, 33(1), 243-248.
- Hujun, L., Youzhen, G., Jihe, W., Mingui, H., & Zihui, Y. (2001). A comparison on salt tolerance of 28 breeds of cold type lawn grass. *Acta Prataculturae Sinica*, 10(3), 52-59.
- Jalali, N., Daneshvar, N., Shahi-Gharahlar, A., Teixeira da Silva, J. A., & Farhoudi, R. (2010). Response of fescue (*Festuca rubra*) to salinity sources and levels at seed germination and seedling stage. *Seed Science and Biotechnology*, 4(1), 33-36.
- Khaleghi, E., & Ramin, A. A. (2005). Study of the effects of salinity on growth and development of lawns (*Lolium perenne* L., *Festuca arundinacea* and *Cynodon dactylon*). *Journal of Agricultural Science and Technology*, 9(3), 57-68.
- Kıldış, M. H. (2021). Farklı tuz konsantrasyonlarının bazı serin iklim çim alan buğdaygillerinin çimlenme ve sürgün gelişimine etkileri [Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü].
- Kjelgren, R., Rupp, L., & Kilgren, D. (2000). Water conservation in urban landscapes. *HortScience*, 35(6), 1037-1040.
- Kusvuran, A., Nazlı, R. I., & Kusvuran, S. (2014). Salinity effects on seed germination in different tall fescue (*Festuca arundinaceae* Schreb.) varieties. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 7(2), 8-12.
- Kusvuran, A., Nazli, R. I., & Kusvuran, S. (2015). The effects of salinity on seed germination in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) varieties.

- Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 2(1), 78-84.
- Law, Q. D., & Patton, A. J. (2017). Biogeochemical cycling of carbon and nitrogen in cool-season turfgrass systems. *Urban Forestry and Urban Greening*, 26, 158-162. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.06.001>
- Marcum, K. B. (2006). Use of saline and non-potable water in the turfgrass industry: Constraints and developments. *Agricultural Water Management*, 80(1-3), 132-146. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2005.07.009>
- McMaster G. S., & Wilhelm W. W. (2003). Phenological responses of wheat and barley to water and temperature: improving models. *Journal of Agricultural Science*, 141, 129-147.
- Monteiro, J. A. (2017). Ecosystem services from turfgrass landscapes. *Urban Forestry and Urban Greening*, 26, 151-157. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.04.001>
- Miyamoto, S., Chacon, A., Hossain, M., & Martinez, I. (2005). Soil salinity of urban turf areas irrigated with saline water: I. Spatial variability. *Landscape and Urban Planning*, 71(2-4), 233-241. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2004.03.006>
- Miyamoto, S., & Chacon, A. (2006). Soil salinity of urban turf areas irrigated with saline water: II. Soil factors. *Landscape and Urban Planning*, 77(1-2), 28-38.
- Nizam, I. (2011). Effects of salinity stress on water uptake, germination and early seedling growth of perennial ryegrass. *African Journal of Biotechnology*, 10(51), 10418-10424. <https://doi.org/10.5897/AJB11.1243>
- Öztürk, Y., Tatar, N., & Çarpıcı, E. B. (2018). Tuz stresi koşullarında polietilen glikol ön uygulamalarının kamışsı yumak (*Festuca arundinacea* Schreb.) tohumlarının çimlenme özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(1), 141-149.
- Pagliarini, M. K., Pontim, B. C. A., Baptista, C.R., Gordin, C.R.P., Monaco-Mello K.A., Zomerfeld, P.S., Nogueira, J.S., & Souza, L.C.F. (2021). Seeds germination of Poaceae family species in saline water. *International Journal of Research in Agricultural Sciences*, 8(5), 201-212.
- Shiade, S. R. G., & Boelt, B. (2020). Seed germination and seedling growth parameters in nine tall fescue varieties under salinity stress. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science*, 70(6), 485-494. <https://doi.org/10.1080/09064710.2020.1779338>
- Sürmen, M., Erdoğan, H., Özeroğlu, A., & Kara, E. (2018). Farklı tuz konsantrasyonlarının çim bitkilerinde çimlenme ve erken fide dönemi özellikleri üzerine etkileri. Uluslararası Katılımlı AGRIFOR Kongresi (pp. 636-642), Muğla.
- Tatar, N., Öztürk, Y., & Çarpıcı, E. B. (2018). 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.
- Tilaki, G. A. D., Shakarami, B., Tabari, M., & Behtari, B. (2010). Increasing salt tolerance in tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) by seed priming techniques during germination and early growth. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 44(3), 177-182.
- Topçu, G. D., Çelen, A. E., Kuru, E., & Özkan, Ş. S. (2016). 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 Enstitüsü Dergisi*, 25, 219-224. <https://doi.org/10.21566/tarbitderg.282429>
- Türkan, I., & Demiral, T. (2009). Recent developments in understanding salinity tolerance. *Environmental and Experimental Botany*, 67(1), 2-9. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2009.05.008>
- Yılmaz, M. B., & Kısakürek, Ş. (2018). Bazı çok yıllık çim (*Lolium perenne* L.) çeşitlerinde tuz stresinin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(2), 204-217.
- Yılmaz, M. B. (2019). *Çok yıllık çim (Lolium perenne L.) çeşitlerinde tuz ve kuraklık stresinin çimlenme ve fide gelişimine etkisi* [Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü].
- Yılmaz, M., Doğru, A., & Kıldış, M. H. (2021). Farklı tuz konsantrasyonlarının bazı serin iklim çim alan buğdaygillerinin çimlenmesi ve sürgün gelişimi üzerine etkileri. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 2(2), 66-77.
- Yılmaz, M. B., & Kısakürek, Ş. (2021). *Lolium perenne* L. çeşitlerinde kuraklık stresinin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 24(3), 529-538. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.2021.24.3.529-538>