



Tuz Stresi Koşullarında Polietilen Glikol Ön Uygulamalarının Kamışsı Yumak (*Festuca arundinacea* Schreb.) Tohumlarının Çimlenme Özellikleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi

Yasin ÖZTÜRK¹, Nigar TATAR¹, Emine BUDAKLI ÇARPICI^{2*}

¹Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, Türkiye

²Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Bursa, Türkiye

*e-posta: ebudakli@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi: 02.11.2017; Kabul Tarihi: 05.12.2017

Öz: Bu araştırma, polietilen glikol (PEG) ön uygulamasının (kontrol, -6, -8 ve -10 bar) tuz stresi koşullarında (0, 50, 100, 150, 200, 250, 300 ve 350 mM NaCl) kamışsı yumağın çimlenme özellikleri üzerine etkilerini incelemek amacıyla yürütülmüştür. Deneme Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre dört tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Petriler 22 ±1 °C sıcaklığa ayarlı çimlendirme kabineye konulmuş ve 21 gün sonra çimlenme yüzdesi, sapçık uzunluğu, kökçük uzunluğu, sapçık yaş ağırlığı, kökçük yaş ağırlığı, vigor indeksi ve tuza tolerans indeksi gibi özellikler incelenmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre; PEG ön uygulamalarının sapçık uzunluğu, kökçük uzunluğu, kökçük yaş ağırlığı ve vigor indeksi üzerine etkileri % 1, çimlenme yüzdesi üzerine etkisi ise % 5 olasılık düzeyinde önemli olmuştur. Diğer taraftan tuz konsantrasyonlarının etkileri ise incelenen tüm özellikler üzerinde % 1 olasılık düzeyinde çok önemli çıkmıştır. Ayrıca, PEG ön uygulaması x tuz konsantrasyonu interaksyon etkisi ise sapçık ve kökçük uzunluğu ile vigor indeksi üzerinde önemli olmuştur. Araştırmada, tüm PEG ön uygulamaları çimlenme yüzdesini artırmıştır. Ayrıca, PEG ön uygulamaları sapçık uzunluğunu olumsuz yönde, kökçük uzunluğu ve yaş ağırlığını ise olumlu yönde etkilemiştir. Artan tuz konsantrasyonları başlangıçta kamışsı yumağın çimlenme yüzdesini etkilememiş, ancak 200 mM tuz konsantrasyonundan sonra çimlenme yüzdesi giderek azalmıştır. Tuz konsantrasyonundaki artışlar sapçık ve kökçük uzunluğu, sapçık ve kökçük yaş ağırlığı, vigor indeksi ve tuza tolerans indeksi gibi özellikleri olumsuz yönde etkilemiştir. PEG ön uygulaması x tuz konsantrasyonu interaksyonlarına bakıldığında ise incelenen özellikler bakımından en yüksek değerlerin kontrol grubundan elde edildiği görülmüştür. Sonuç olarak; PEG ön uygulamaları tuzlu koşullarda kamışsı yumağın çimlenme özelliklerini iyileştirmemiştir.

Anahtar Kelimeler: Kamışsı yumak, tuz stresi, polietilen glikol, ön uygulama, çimlenme.

The Effects of Polyethylene Glycol Primings of Tall Fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) Seeds on Germination Characters of Seeds on Salt Stress Conditions

Abstract: This experiment was carried out to examine the effects of polyethylene glycol (PEG) primings (control, -6, -8 ve -10 bar) of tall fescue seeds on germination characters of seeds exposed to different salt concentrations (0, 50, 100, 150, 200, 250, 300 and 350 mM NaCl). Experiment was designed as to the “Completely Randomized Design” with four replication. Petries containing seeds were placed into germinating cabin tuned for temperature of 22 ± 1 °C and the germination percent, shoot lenght, root lenght, shoot and root fresh weight, vigor index and salt tolerance index were examined 21 days later. Variations analysis indicated that the effects of PEG primings on shoot lenght, root lenght, root fresh weight and vigor index were significant at 1 %, germination percentage was significant at 5 % probability level. On the other hand, salt concentrations have significantly affected all of the parameters determined in the experiment at 1 % probability level. At the same time, shoot length, root lenght and vigor index have been significantly affected by interaction of PEG primings and salt concentrations. In the study, all PEG primings increased the germination percentage. In addition, PEG primings affected negatively the shoot length, positively the root length and fresh weight. Increased salt concentrations initially did not affect the germination percentage of tall fescue, but germination percentage gradually decreased after 200 mM salt concentration. The increases in salt concentration affected negatively the characteristics such as shoot and root length, shoot and root fresh weight, vigor index and salt tolerance index. When PEG primings x salt concentration interactions were examined, it was seen that the highest values were obtained from the control in terms of the properties examined. As a result; PEG primings have not improved the germination properties of tall fescue on saline conditions.

Keywords: Tall fescue, salt stress, polyethylene glycol priming, germination.

Giriş

Tuz stresi, özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde bitkilerin gelişimini etkileyerek ürün verimliliğini sınırlandıran en önemli abiyotik stres faktörlerinden biridir. Bitkilerde osmotik ve iyon stresine neden olarak büyümeyi ve gelişmeyi etkileyen tuz stresinin bu olumsuz etkileri; tuzun çeşidine, stresin düzeyine ve süresine, strese maruz kalan bitkinin genotipine ve gelişim evresine bağlı olarak değişmektedir (Çulha ve Çakırlar, 2011). Tuz stresi bitkilerin tüm gelişme dönemlerini etkilemesine rağmen, pek çok bitki türünde tuz stresine en hassas dönemin çimlenme dönemi olduğu bildirilmektedir (Khan ve ark. 2009; Kuşvuran ve ark. 2007; Zamani ve ark. 2010). Nitelikli bir yeşil alan oluşturulmasında bitki seçimi, kullanım amacı, yetiştirilecek ortam ve kabul edilebilir sürdürülebilirlik düzeyinin ne olacağı gibi konulara dikkat edilmesi gerekmektedir. Her bir çim türünün olumlu veya olumsuz özellikleri, güçlü ve zayıf yönleri bulunmaktadır (Demiroğlu Topçu ve Özkan, 2016). Başarılı bir yeşil alan tesisinin ön şartı, tohum ekimi ve uygun koşullarda yeterli çimlenmenin sağlanmasıdır. Bu sayede birim alanda istenen bitki sıklığı elde edilmekte ve daha üniform bir yüzey oluşturulabilmektedir (Avcıoğlu, 1997).

Geniş uyum yeteneğine sahip olan kamyısı yumak, buğdaygil yem bitkileri içerisinde en verimli türlerden biridir. Uygun bölgelerde 100-150cm'ye kadar boylanabilen ve derin kökleri ile toprağa iyice tutunabilen kurağa dayanıklı bir bitkidir (Açıkgöz, 2001; Demiroğlu et al., 2010). Özellikle orta seviyede tuza tolerans gösteren bir bitki olup, artan

tuz konsantrasyonlarından çimlenme ve fide gelişimi olumsuz yönde etkilenmektedir (Tilaki ve ark. 2010; Wang ve Zhang, 2011; Zhang ve Rue, 2012; Demiroğlu Topçu ve ark., 2016). Bu nedenle, olumsuz koşullarda (tuzluluk, düşük ve yüksek sıcaklık vb.) çimlenmeyi teşvik etmek amacıyla farklı ön uygulamalarla çalışmalar yapılmıştır. Örneğin; Tilaki ve ark. (2010), 15 ve 30 dS/m NaCl ile hidropriming ön uygulamalarının tuzlu koşullarda çimlenmeyi teşvik ettiğini ve özellikle çimlenme döneminde tuzlu koşullarda 15 dS/m NaCl ön uygulamasının başarı ile kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Rouhi ve ark. (2011), kamışsı yumakta farklı sürelerde uygulanan (12, 24, 36 ve 48 saat) farklı PEG (-8, -10, -12, -14 ve -16 bar) ön uygulamalarının iki farklı sıcaklıktaki (15 ve 25 °C) çimlenme özelliklerini incelemişlerdir. Araştırmacılar, 15 °C sıcaklıkta 12 saat -8 bar PEG uygulamasının kontrole oranla daha iyi sonuçlar verdiğini vurgulamışlardır. Zhang ve Rue (2012), bazı buğdaygil yem bitkilerinde glisinbetain (GB) ön uygulamasının tuz stresi koşullarında çimlenme üzerine etkilerini inceledikleri bir çalışmada; ön uygulamanın tuzlu koşullarda çimlenmeyi kontrole oranla % 13.9, fide büyümesini ise % 20.7 oranında artırdığını tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada, tuzlu koşullarda kamışsı yumağın çimlenme özellikleri üzerine PEG ön uygulamalarının etkileri incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Araştırma Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Bitki Fizyolojisi Laboratuvarında yürütülmüştür. Denemede bitki materyali olarak Olympus kamışsı yumak çeşidi kullanılmıştır. Araştırmada dört farklı PEG ön uygulaması (kontrol, -6, -8 ve -10 bar) ile sekiz farklı tuz konsantrasyonu (0, 50, 100, 150, 200, 250, 300 ve 350 mM NaCl) ele alınmıştır. Tuz konsantrasyonlarına ait EC değerleri sırasıyla 0.0024 ds/m, 5.34 ds/m, 10.33 ds/m, 15.12 ds/m, 19.92 ds/m, 24.9 ds/m, 29.3 ds/m ve 34.1 ds/m'dir. Tuz stresi oluşturmak için NaCl, PEG uygulaması için de PEG-6000 kullanılmıştır.

Araştırma Tesadüf Parselleri Deneme Deseninde dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çimlendirme öncesinde tohumlar yüzey sterilizasyonuna tabi tutulmuştur. Bu amaçla % 5'lik sodyum hipoklorit kullanılmıştır. Tohumlar 5 dak. sodyum hipoklorit ile çalkalanmış ve ardından saf su ile iyice yıkanmıştır (Tilaki ve ark. 2010). Yüzey sterilizasyonu yapılan tohumlar farklı PEG çözeltilerinde (-6, -8 ve -10 bar) 12 saat süreyle karanlık ortamda 15 °C sıcaklıkta bekletilmiştir (Rouhi ve ark. 2011). Çözeltilerde 12 saat süreyle bekletilmiş tohumlar, çözeltiye aktarılmadan önceki nem içeriklerine dönünceye kadar oda koşullarında 24 saat kurutma kağıtları üzerine alınarak kurutulmuştur. Ardından içerisinde çift katlı çimlendirme kağıdı (Whatman No.2) bulunan petri kaplarına 50 adet tohum yerleştirilmiştir. Çift katlı çimlendirme kağıtları arasına konulan tohumların üzerine 8.5 ml farklı NaCl yoğunluklarını içeren solüsyonlar dökülmüştür. Bu işlemlerden hemen sonra petri karanlık koşullara sahip 22±1 °C sıcaklığa ayarlı çimlendirme kabine konulmuş ve burada 21 gün muhafaza edilmiştir. Deneme süresince iki günde bir petri kaplarındaki çimlendirme kâğıtları değiştirilmiştir. Denemede kökçük uzunluğu 2 mm'yi geçen tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir (Tilaki ve ark. 2010). 21. günün sonunda çimlenen tohumlar sayılarak çimlenme yüzdesi (%) belirlenmiştir. Çimlenmenin 21. gününde her bir petri kabından 10 sürgün, örnek olarak alınmış ve bu örneklerde sapçık ve kökçük uzunlukları ölçülmüş ve ardından sapçık ve kökçük yaş ağırlıkları tespit edilmiştir. Vigor indeksi ve tuza tolerans indeksi aşağıda verilen formüllere göre hesaplanmıştır.

Vigor indeks = [Çimlenme yüzdesi x (kökçük uzunluğu + sapçık uzunluğu)] (Hu ve ark., 2005)

Tuza tolerans indeksi = $(S_x \text{'deki toplam yaş ağırlık} / S_0 \text{'daki toplam yaş ağırlık}) \times 100$ (Kuşvuran ve ark. 2015) S_x : tuz konsantrasyonu, S_0 : kontrol

Araştırmadan elde edilen veriler, Tesadüf Parselleri Deneme Desenine uygun olarak varyans analizine tabi tutulmuştur (Turan, 1995). Bütün hesaplamalar bilgisayarda MINITAB ve MSTAT-C paket programlarından faydalanılarak yapılmıştır. Önemlilik testlerinde % 1 ve % 5, farklı grupların belirlenmesinde ise % 5 olasılık düzeyi kullanılmıştır. Farklı grupların belirlenmesinde LSD testinden yararlanılmıştır.

Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Varyans analiz sonuçlarına göre; PEG ön uygulamalarının sapçık uzunluğu, kökçük uzunluğu, kökçük yaş ağırlığı ve vigor indeksi üzerine etkileri % 1, çimlenme yüzdesi üzerine etkisi % 5, tuz konsantrasyonlarının ise incelenen tüm özellikler üzerine etkisi % 1 olasılık düzeyinde önemli olmuştur. PEG ön uygulama x tuz konsantrasyonu interaksiyonunun etkisi ise sapçık uzunluğu üzerine % 1, kökçük uzunluğu ve vigor indeksi üzerine ise % 5 olasılık düzeyinde önemli çıkmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Farklı PEG ön uygulamaları yapılan ve değişik tuz konsantrasyonlarında çimlendirilen kamışsı yumağa ait varyans analiz sonuçları (kareler ortalaması)

V.K.	SSD ^a	SSD ^b	ÇY	SU	KU	SYA	KYA	Vİ	TTİ
PEG	3	3	84.58*	3.172**	1.634**	0.29	0.8212**	78425**	25,2
Tuz (T)	7	6	1870.93**	256.664**	60.577**	562.88**	6.3224**	4746185**	22007,0**
PEG x T	21	18	32.73	0.653**	0.319*	0.75	0.2114	15771*	32,2
Hata	96	84	29.56	0.245	0.188	0.87	0.1423	8409	32,3

^a: çimlenme yüzdesi (ÇY), sapçık uzunluğu (SU), kökçük uzunluğu (KU), sapçık yaş ağırlığı (SYA), kökçük yaş ağırlığı (KYA) ve vigor indeksine (Vİ) ait serbestlik derecesi.

^b: Tuza tolerans indeksine (TTİ) ait serbestlik derecesi

V.K.: Varyasyon kaynağı

*, **: Sırasıyla % 5 ve % 1 olasılık düzeyinde önemlidir.

PEG ön uygulamasının çimlenme yüzdesi üzerine etkisi istatistiki anlamda % 5 olasılık düzeyinde önemli olmuş ve kontrole oranla tüm ön uygulamalar çimlenme yüzdesini artırmıştır. Artan tuz konsantrasyonları başlangıçta çimlenmeyi teşvik etmiş, ancak bu etki 150 mM tuz konsantrasyonuna kadar devam etmiştir. Bu dozdan sonra çimlenme yüzdesi giderek azalmıştır (Çizelge 1 ve Çizelge 2). Elde ettiğimiz sonuçlar Demiroğlu Topçu ve ark. (2016) ile uyumlu bulunmuştur. PEG ön uygulaması x tuz konsantrasyonu interaksiyon etkisi çimlenme yüzdesini istatistiki anlamda etkilememiştir. Buna karşılık bazı araştırmacılar tuzlu koşullarda kamışsı yumak ve diğer bazı bitkilerde olumlu sonuçların elde edildiğini bildirmişlerdir. Örneğin; Tilaki ve ark. (2010) kamışsı yumakta yapılan NaCl ön uygulamaların tuzlu koşullarda çimlenmeyi teşvik ettiğini rapor etmişlerdir. Zhang ve Rue (2012), bazı buğdaygil yem bitkilerinde glisinbetain (GB) ön uygulamasının tuz stresi koşullarında çimlenmeyi kontrole oranla artırdığını bildirmişlerdir. Tekin ve Bozcuk (1998)

ayçiçeğinde çimlenme döneminde yapılan putresin uygulaması ile tuzlu koşullarda çimlenme yüzdesinin arttığını tespit etmişlerdir. Çavuşoğlu ve Kabar (2008) arpa bitkisinde GA₃ ön uygulamasının tuz stresinin çimlenme üzerindeki olumsuz etkisini hafiflettiğini bildirmişlerdir. Diğer taraftan Rouhi ve ark. (2011) normal koşullarda kamışsı yumakta -8 bar uygulamasının çimlenme yüzdesini kontrole oranla önemli ölçüde artırdığını tespit etmişlerdir.

Sapçık uzunluğu üzerine PEG ön uygulamaları ve tuz konsantrasyonları ile PEG ön uygulaması x tuz konsantrasyonu interaksyonunun etkisi % 1 olasılık düzeyinde çok önemli olmuştur. PEG ön uygulaması sapçık uzunluğunu kontrole oranla azaltmış ve bu olumsuz etki -8 ve -10 bar'da daha fazla olmuştur. Tuzun düşük konsantrasyonu (50 mM) sapçık uzunluğunu etkilememiş, ancak yüksek konsantrasyonlar sapçık gelişimini olumsuz yönde etkilemiştir. İnteraksiyon etkisine bakıldığında ise PEG ön uygulamalarının artan tuz konsantrasyonlarında sapçık gelişimini teşvik etmediği görülmüştür (Çizelge 1, Çizelge 2 ve Çizelge 3). Artan tuz konsantrasyonlarının sapçık gelişiminde azalmalara neden olduğu ve bunun sonucunda da sapçık uzunluğunun giderek azaldığı birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Pessarakli ve Kopec, 2009; Nizam, 2011, Kuşvuran ve ark. 2015). Farklı kimyasallarla yapılan ön uygulamaların tuzlu ve tuzsuz koşullarda kamışsı yumakta olumlu gelişmelere neden olduğu tespit edilmiştir. Örneğin; Tilaki ve ark. (2010) 15 dS/m NaCl ön uygulamasının kamışsı yumakta tuzlu koşullarda sapçık uzamasını teşvik ettiğini tespit etmişlerdir. Rouhi ve ark. (2011) normal koşullarda 12 saat -8 bar PEG ön uygulamasının kökçük uzunluğunu artırdığını ve bu nedenle bu dozun önerilebileceğini bildirmişlerdir.

PEG ön uygulamaları ve tuz konsantrasyonlarının kökçük uzunluğu üzerine etkisi istatistiki anlamda % 1, PEG ön uygulaması x tuz konsantrasyonu interaksyonunun etkisi ise % 5 olasılık düzeyinde önemli çıkmıştır. -6 bar PEG ön uygulaması kökçük uzunluğunu kontrole oranla olumsuz yönde etkilemiş ancak artan dozların kökçük uzunluğu üzerindeki olumsuz etkisi ortadan kalkmıştır. Bunun sonucunda da en uzun kökçükler kontrol, -8 ve -10 bar uygulamalarından elde edilmiştir. Tuz konsantrasyonlarındaki artış 150 mM'a kadar kökçük uzunluğunu etkilememiş ancak bu dozdan sonra kökçük uzunluğunda kısalmalar tespit edilmiştir. İnteraksiyon etkisi incelendiğinde; PEG uygulamalarının artan tuz konsantrasyonlarında kökçük uzunluğunu teşvik etmediği görülmüştür (Çizelge 1, Çizelge 2 ve Çizelge 3). Rouhi ve ark. (2011) normal koşullarda 12 saat -8 bar PEG ön uygulamasının kökçük uzunluğunu teşvik ettiğini bildirmişlerdir. Çavuşoğlu ve Kabar (2008) farklı bitki büyüme düzenleyicileri kullanılarak yapılan ön uygulamaların arpa bitkisinde tuzlu koşullarda kökçük uzamasını teşvik ettiğini ve tuzun olumsuz etkisinin bu uygulamalar ile ortadan kalktığını tespit etmişlerdir.

Sapçık yaş ağırlığı üzerine PEG ön uygulamalarının etkisi önemsiz olmuş ve sapçık yaş ağırlığı genel olarak 7.17-7.38 mg arasında değişmiştir. Tuz konsantrasyonları arttıkça sapçık yaş ağırlığı da giderek azalmış ve en düşük değerler 0.14 ve 0.54 mg ile 350 ve 300 mM konsantrasyonlarından elde edilmiştir. İnteraksiyon etkisinin sapçık yaş ağırlığı üzerine etkisi ise önemsiz çıkmıştır (Çizelge 1, Çizelge 2 ve Çizelge 3). Demiroğlu Topçu ve ark. 2016) tuz stresinin kamışsı yumakta yaş biyokütle verimini olumsuz yönde etkilediğini tespit etmişlerdir. Ayrıca, tuz konsantrasyonlarındaki artışın İngiliz çiminde sapçık yaş ağırlığını azalttığı birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Nizam, 2011 ve Kuşvuran ve ark. 2015). Bulgularımız, diğer araştırmacıların sonuçlarıyla da uyumlu bulunmuştur.

PEG ön uygulamasının kökçük yaş ağırlığı üzerine etkisi istatistiki anlamda önemli olmuş ve en yüksek değer 1.36 mg ile -10 bar uygulamasından elde edilmiştir. Çimlenme evresindeki tuz uygulamalarında kökçük yaş ağırlığı en yüksek 50 mM tuz konsantrasyonunda tespit edilmiş ve ancak bu dozdan sonra azalmıştır. Bulgularımız, artan tuz konsantrasyonlarının kökçük yaş ağırlığını azalttığını bildiren Nizam (2011) ve Kuşvuran ve ark. (2015)'nin sonuçlarıyla uyumlu bulunmuştur. PEG ön uygulaması x tuz konsantrasyonu interaksiyon etkisinin kökçük yaş ağırlığı üzerine etkisi ise önemsiz çıkmıştır (Çizelge 1, Çizelge 2 ve Çizelge 3).

Çizelge 2. Farklı PEG ön uygulamaları ile tuz konsantrasyonlarının kamışsı yumak bitkisinde çimlenme yüzdesi (%), sapçık uzunluğu (cm), kökçük uzunluğu (cm), sapçık yaş ağırlığı (mg), kökçük yaş ağırlığı (mg), vigor indeksi ve tuza tolerans indeksi (%) değerleri üzerine etkisi.

PEG (bar)	ÇY (%)	SU (cm)	KU (cm)	SYA (mg)	KYA (mg)	Vİ	TTİ (%)
Kontrol	80,88 ^b	5,09 ^a	2,80 ^a	7,35	1,08 ^b	708,95 ^a	43,60
-6 Bar	82,06 ^{ab}	4,32 ^c	2,28 ^b	7,17	0,99 ^b	588,51 ^c	42,65
-8 Bar	84,13 ^a	4,71 ^b	2,64 ^a	7,38	1,08 ^b	659,25 ^b	44,56
-10 Bar	84,19 ^a	4,67 ^b	2,67 ^a	7,25	1,36 ^a	658,13 ^b	44,68
Tuz (mM NaCl)							
0	91,63 ^a	9,06 ^a	5,19 ^a	14,61 ^a	1,59 ^b	1305,3 ^a	-
50	91,75 ^a	9,28 ^a	4,71 ^b	13,81 ^b	2,02 ^a	1284,3 ^a	95,16 ^a
100	88,13 ^a	8,21 ^b	4,05 ^c	11,70 ^c	1,83 ^{ab}	1082,5 ^b	81,40 ^b
150	89,50 ^a	6,16 ^c	3,06 ^d	9,17 ^d	1,28 ^c	825,6 ^c	62,80 ^c
200	88,25 ^b	3,79 ^d	1,92 ^e	6,46 ^e	0,66 ^d	505,5 ^d	42,77 ^d
250	77,88 ^c	0,88 ^e	1,35 ^f	1,84 ^f	0,59 ^d	176,8 ^e	14,62 ^e
300	73,88 ^d	0,17 ^f	0,38 ^g	0,54 ^g	0,53 ^d	40,4 ^f	6,43 ^f
350	61,50 ^d	0,01 ^f	0,13 ^g	0,14 ^g	0,51 ^d	9,2 ^f	3,91 ^g

ÇY: Çimlenme yüzdesi, SU: sapçık uzunluğu, KU: kökçük uzunluğu, SYA: sapçık yaş ağırlığı, KYA: kökçük yaş ağırlığı, Vİ: vigor indeksi, TTİ: tuza tolerans indeksi

Vigor indeksi bakımından en yüksek değer kontrol grubundan elde edilmiş ve ön uygulamaların etkisi olumsuz yönde olmuştur. Artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak 50 mM konsantrasyonundan sonra vigor indeksi giderek azalmış ve en yüksek tuz konsantrasyonlarında (300 ve 350 mM) en düşük değerlere ulaşmıştır. İkili interaskiyona bakıldığında; özellikle 200 mM tuz konsantrasyonunda, - 8 bar PEG ön uygulaması vigor indeksini kontrole oranla artırmıştır (Çizelge 1, Çizelge 2 ve Çizelge 3). Elde ettiğimiz sonuçların aksine Rouhi ve ark. (2011) kamışsı yumakta normal koşullar için 36 saat -10 bar uygulamasının vigor indeksini artırdığını bildirmişlerdir.

Araştırmada PEG ön uygulamaları kamışsı yumak bitkisinin tuza tolerans indeksini istatistiki anlamda etkilememiş ve genel olarak % 42.65-44.68 arasında değişmiştir. Artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak tuza tolerans indeksi giderek azalmış ve 350 mM tuz konsantrasyonunda % 3.91 olmuştur. Bulgularımız, artan tuz konsantrasyonlarının tuza tolerans indeksinin giderek azalmasına neden olduğunu bildiren Kuşvuran ve ark. (2015)'nin sonuçlarıyla uyumlu bulunmuştur. İnteraksiyon etkisinin tuza tolerans indeksi üzerine etkisi önemli olmamıştır (Çizelge 1, Çizelge 2 ve Çizelge 3).

Sonuç olarak, PEG ön uygulamaları kamışsı yumak bitkisinin çimlenme yüzdesi, kökçük uzunluğu ve kökçük yaş ağırlığını olumlu yönde etkilemiştir. Artan tuz konsantrasyonları çimlenme döneminde kamışsı yumak bitkisinin gelişimi engellemiştir. PEG ön uygulaması x tuz konsantrasyonu interaksyonu değerlendirildiğinde ise ön uygulamalarının tuzlu koşullarda incelenen çimlenme özelliklerini olumlu yönde etkilemediği tespit edilmiştir.

Çizelge 3. PEG ön uygulaması x tuz konsantrasyonu interaksyon etkisinin sapçık uzunluğu (cm), kökçük uzunluğu (cm) ve vigor indeksi üzerine etkisi

PEG (bar)	Tuz (mM NaCl)	Sapçık Uzunluğu (cm)	Kökçük uzunluğu (cm)	Vigor indeksi
Kontrol	0	10,11 ^a	5,74 ^a	1426,0 ^a
	50	10,07 ^a	5,41 ^{ab}	1454,7 ^a
	100	8,79 ^{b-d}	4,53 ^{de}	1213,4 ^{bc}
	150	6,80 ^f	3,40 ^f	889,2 ^f
	200	4,22 ^h	1,73 ^{l-k}	520,3 ^{hi}
	250	0,63 ^{j-l}	1,13 ^k	131,8 ^{j-l}
	300	0,06 ^{kl}	0,37 ^l	29,1 ^{kl}
	350	0,01 ^l	0,12 ^l	7,0 ^l
-6 bar	0	8,78 ^{b-d}	4,75 ^{c-e}	1247,5 ^b
	50	8,66 ^{b-d}	4,35 ^e	1187,0 ^{bc}
	100	7,56 ^e	3,30 ^f	965,1 ^{ef}
	150	5,28 ^g	2,53 ^{gh}	688,5 ^g
	200	3,19 ⁱ	1,64 ^{jk}	415,4 ⁱ
	250	0,75 ^{jk}	1,18 ^k	147,9 ^{jk}
	300	0,31 ^{kl}	0,36 ^l	49,5 ^{kl}
	350	0,02 ^l	0,11 ^l	7,2 ^l
-8 bar	0	8,58 ^{cd}	5,12 ^{b-d}	1294,4 ^b
	50	9,02 ^{bc}	4,43 ^e	1210,0 ^{bc}
	100	8,19 ^{de}	4,20 ^e	1051,1 ^{de}
	150	6,76 ^f	3,02 ^{fg}	884,9 ^f
	200	3,94 ^h	2,27 ^{hi}	565,6 ^{gh}
	250	1,00 ^j	1,57 ^{jk}	216,8 ^j
	300	0,14 ^{kl}	0,36 ^l	38,1 ^{kl}
	350	0,03 ^l	0,17 ^l	13,1 ^l
-10bar	0	8,77 ^{b-d}	5,16 ^{a-c}	1253,4 ^b
	50	9,35 ^b	4,65 ^{c-e}	1285,5 ^b
	100	8,31 ^d	4,18 ^e	1100,2 ^{cd}
	150	5,78 ^g	3,28 ^f	839,6 ^f
	200	3,83 ^{hi}	2,05 ^{h-j}	520,9 ^{hi}
	250	1,13 ^j	1,53 ^{jk}	210,9 ^j
	300	0,19 ^{kl}	0,41 ^l	44,9 ^{kl}
	350	0,01 ^l	0,14 ^l	9,7 ^l

PEG ön uygulaması x tuz konsantrasyonu interaksyonlarına ait önemli çıkan ortalamalarda her sütunda aynı harfi taşıyan değerler arasında 0.05 olasılık düzeyinde fark yoktur.

Kaynaklar

- Açıkğöz, E., 2001. Yem Bitkileri, Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı, Yayın No:182, Vıpaş Yayınları: 58, 584s, Bursa.
- Avcıoğlu, R., 1997. Çim Tekniđi, Yeşil Alanların Ekimi, Dikimi ve Bakımı, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Bornova-İzmir.
- Çavuşoğlu, K. and K. Kabar. 2008. Bazı bitki büyüme düzenleyicilerinin tuzlu koşullar altındaki arpa tohumlarının çimlenmesi üzerindeki etkilerinin karşılaştırılması. Sci. Eng. J. Firat Univ. 20(1): 43-55.
- Çulha Ş. and H. Çakırlar. 2011. The effect of salinity on plants and salt tolerance mechanisms. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi. 11(2): 11-34.
- Demiroğlu Gülcan, H. Geren, B. Kır, R. Avcıoğlu 2010. Performances of some cool season turfgrass cultivars in Mediterranean Environment:II. *Festuca arundinaceae* Schreb., *Festuca ovina* L., *Festuca rubra* spp. rubra L., *Festuca rubra* spp. *trichophylla* Gaud and *Festuca rubra* spp. *commutata* Gaud.. Turkish Journal of Field Crops, 15(2), 180-187.
- Demiroğlu Topçu, G., A.E. Çelen, E. Kuru ve Ş.S. Özkan. 2016. Farklı tuz konsantrasyonlarının kamışsı yumak (*Festuca arundinaceae*) ve mavi ayrık (*Agropyron intermedium*) bitkilerinin çimlenme ve erken gelişme dönemindeki etkileri üzerine araştırma. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi. 25(2): 219-224.
- Demiroğlu Topçu, G., Özkan, Ş.S., 2016. Turf ecology. International Ecology 2016 Adnan Aldemir Symposium, 16-19 May 2016, The Abstract Book, Pp:63, Kars/Turkey.
- Hu, J., ZY. Zhu, W.J. Song, J.C. Wang and W.N. Hu. 2005. Effects of sand priming on germination and field performance in direct sown rice (*Oryza sativa* L.). Seed Sci. Technol. 33: 243-248.
- Khan, H.A., C.M. Ayub, M.A. Pervez, R.M. Bilal, M.A. Shahid and K. Ziaf. 2009. Effect of seed priming with NaCl on salinity tolerance of ot pepper (*Capsicum annum* L.) at seedling stage. Soil & Environ. 28(1): 81-87.
- Kuşvuran, Ş., Ş. Ellialtıoğlu, K. Abak ve F. Yaşar. 2007. Bazı kavun (*Cucumis sp.*) genotiplerinin tuz stresine tepkileri. Journal of Agricultural Sciences. 13(4): 39-404.
- Kuşvuran, A., R.İ. Nazlı and Ş. Kuşvuran. 2015. The effects of salinity on seed germination in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) varieties. Türk Tarım ve Dođa Bilimleri Dergisi. 2(1): 78-84, 201.
- 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.
- Pessaraklı, M., and D.M. Kopec. 2009. Screening various ryegrass cultivars for salt stress tolerance. Journal of Food, Agriculture and Environment. 7(3-4): 739-743.
- Rouhi, H.R., M.A. Aboutalebian and F. Sharif-Zadeh. 2011. Seed priming improves the germination traits of Tall Fescue (*Festuca arundinacea*). Not. Sci. Biol. 3(2): 57-63.
- Tekin, F. ve S. Bozcuk. 1998. *Helianthus annuus* L. Var. *santafe* (Ayçiçeđi) Tohumlarının çimlenmesi ve erken büyüme üzerine tuz ve dışsal putresin'in etkileri. Tr. J. of Biology. (22): 331-340.
- Tilaki, G.A.D., B. Shakarami, B. Tabari and B. Behtari. 2010. Increasing salt tolerance in tall fescue (*Festuca arundinacea schreb*) by seed priming techniques during germination and early growth. Indian J. Agric. Res. 44 (3) : 177 – 182.
- Turan, Z. M. 1995. Araştırma ve deneme metodları. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları, No:62, Bursa, s 121.

- Wang, S., and Q. Zhang. 2011. Evaluation of Salinity Tolerance of Prairie Junegrass, a Potential Low-maintenance Turfgrass Species. *HortScience*. 46(7): 1038-1043.
- Zamani S, M.T. Nezami, D. Habibi and B. Khorshidi. 2010. Effect of quantitative and qualitative performance of four canola cultivars (*Brassica napus* L.) to salinity conditions. *Advances in Environmental Biology*. 4(3): 422-427.
- Zhang, Q., and K. Rue. 2012. Glycinebetaine Seed Priming Improved Osmotic and Salinity Tolerance in Turfgrasses. *HortScience*. 47(8): 1171-1174.

