



Determination of Germination Properties of Some Alfalfa Cultivars in Different Salt Concentrations[#]

Mustafa Yılmaz^{1,a,*}, Gamze Bayram^{2,b}

¹Pamukova Vocational School, Sakarya University of Applied Sciences, 54900 Pamukova/Sakarya, Turkey

²Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Tokat Gaziosmanpaşa University, 60250 Tokat, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
[#]This study was presented as an oral presentation at the 13th National, 1st International Field Crops Conference (Antalya, TABKON 2019) <i>Research Article</i> Received : 25/11/2019 Accepted : 05/12/2019 Keywords: Alfalfa Salt concentration NaCl Germination <i>Medicago sativa</i>	This study was carried out in Sakarya University Food Engineering Department in March 2019 to determine the responses of some alfalfa varieties to different salt concentrations during germination period. As plant material; Azurre, Delta, Emiliano, Emiliano (coated), La Bella Campagnola and Neptune varieties were used. Six different salt concentration levels (0, 50, 100, 150, 200 mmol) were applied in the study. The experiment was set up in a randomized plot design with 2 factors and 3 replicates. In the study; germination percentage, plumule length, radicle length, salt tolerance index, plumule dry weight, radicle dry weight were examined. The results of the research showed that salt concentrations had a statistically significant effect on all investigated properties. It was determined that values obtained in all properties decreased with increasing salt concentration. It was found that Emiliano coated variety was more tolerant than the other varieties in terms of the properties examined among the varieties. It was determined that more than 50 mmol of the salt concentration had a significant negative effect on the properties studied and the lowest values occurred at a dose of 200 mmol. Variety × Salt concentration interactions were examined; The highest salt tolerance index was determined by Emiliano coated × 50 mmol interaction. In this study, it was concluded that Emiliano cultivar may be more tolerant than other cultivars in alfalfa agriculture in soils with salinity problem.

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 7(sp2): 169-176, 2019

Bazı Yonca Çeşitlerinin Farklı Tuz Konsantrasyonlarında Çimlenme Özelliklerinin Belirlenmesi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<i>Araştırma Makalesi</i> Geliş : 25/11/2019 Kabul : 05/12/2019 Anahtar Kelimeler: Yonca Tuz konsantrasyonu NaCl Çimlenme <i>Medicago sativa</i>	Bu araştırma, bazı yonca çeşitlerinin çimlenme döneminde farklı tuz konsantrasyonlarına gösterdiği tepkilerinin belirlenmesi amacıyla 2019 yılı Mart ayında Sakarya Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarında yürütülmüştür. Bitki materyali olarak; Azurre, Delta, Emiliano, Emiliano (kaplamalı), La Bella Campagnola ve Neptune çeşitleri kullanılmıştır. Çalışmada altı farklı tuz konsantrasyonu seviyesi (0, 50, 100, 150, 200 mmol) uygulanmıştır. Deneme, tesadüf parselleri deneme deseninde 2 faktör ve 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Araştırmada; çimlenme yüzdesi, sapçık uzunluğu, kökçük uzunluğu, tuza tolerans indeksi, yaş sapçık ağırlığı, yaş kökçük ağırlığı, kuru sapçık ağırlığı, kuru kökçük ağırlığı incelenmiştir. Araştırma sonuçları, tuz konsantrasyonlarının incelenen tüm özellikler üzerinde istatistiksel olarak önemli derecede etki ettiğini göstermiştir. Tuz konsantrasyonu arttıkça tüm özelliklerde elde edilen değerlerin azaldığı belirlenmiştir. Çeşitler arasında incelenen özellikler açısından, Emiliano kaplamalı çeşidinin diğer çeşitlere göre daha toleranslı olduğu tespit edilmiştir. Tuz konsantrasyonunun 50 mmol'dan daha fazlasının, incelenen özellikleri önemli ölçüde olumsuz etkilediği ve en düşük değerlerin 200 mmol dozunda ortaya çıktığı belirlenmiştir. Çeşit × Tuz konsantrasyonu etkileşimleri incelendiğinde; tuz tolerans indeksi en yüksek değerler Emiliano kaplamalı × 50 mmol etkileşiminde tespit edilmiştir. Bu çalışma ile tuzluluk problemi ile karşı karşıya kalınan topraklarda Yonca tarımında Emiliano çeşidinin diğer çeşitlere göre daha toleranslı olabileceği sonucuna varılmıştır.

^a mustafayilmaz@subu.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0001-5256-245x> | gamze.bayram@gop.edu.tr

<https://orcid.org/0000-0003-2749-3573>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

Giriş

Tuzluluk günümüzde ve yakın gelecekte bitkisel üretim ve verimliliği doğrudan etkileyen en önemli stres faktörlerinden birisi olarak görülmektedir (Parida and Das, 2005). Dünya genelinde tarımı yapılan alanların hali hazırda %20'sinin, 2050 yılına kadar %50'sinin tuzluluk sorunu ile karşı karşıya kalacağı tahmin edilmektedir (Kang ve ark., 2010). Tuzluluk, dünyada olduğu gibi ülkemizde de bitki çeşitliliğini ve tarımsal üretkenliği azaltan önemli sorunlardan birisidir. Özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yetersiz yağış ve yüksek buharlaşma, drenaj yetersizliği, yanlış tarımsal uygulamalar ve toprak özellikleri tuzluluğun başta gelen sebeplerinden olup geniş alanları etkilemektedir (Anonim, 2005). Türkiye'de 1 518 722 ha alanda tuzluluk ve alkalilik (çoraklık) sorunu olduğu, bu alanın ülkemiz yüzölçümünün %2'sini, toplam işlenen arazilerin ise %5,48'ini oluşturmaktadır (Temel ve Şimşek, 2011). Bir yörede gerekli tedbirler alınmasına rağmen toprak tuzluluğunun kontrolü mümkün olmuyorsa, o yörede ortaya çıkan tuzluluk düzeyinde gelişim gösterebilecek ve ekonomik verim sağlayabilecek tuza toleransı yüksek bitkilerin yetiştirilmesi (özellikle de yem bitkileri) suretiyle hem topraktaki organik madde miktarının artırılması hem de buharlaşma ile su kaybının (evaporasyon) azaltılması gerekmektedir (Anonim, 2005).

Yonca (*Medicago sativa* L.); zengin ve değişken genetik tabanı nedeniyle farklı çevre koşullarına iyi uyum sağlayabilme özelliklerine sahiptir. Günümüzde yonca yüksek besin kalitesi, verim ve adaptasyon özelliği nedeniyle 35 milyon ha'ı aşan bir alanda ve her kıtada 80'den fazla ülkede yetiştirilen küresel anlamda en önemli baklagil yem bitkisidir (Russelle, 2001; Radovic ve ark., 2009).

Yonca, elektriksel iletkenliği (EC) 2,0 dS/m olan ve tarla kapasitesinde 1,5 bar ozmotik toprak çözeltisi eşik değerine sahip tuzlara karşı orta derecede duyarlı olarak tanımlanmıştır (Maas and Hoffman, 1977). Yoncada EC değeri 6,0 ila 8,0 (3840 ila 5120 ppm) aralığında tuzluluğa toleranslı olarak da tanımlanmıştır (Longenecker and Lyerly, 1974). Rizk ve ark., (1978), üç yonca çeşidi ile yaptığı bir çalışmada, ölçülen karakterlerin, tuz konsantrasyonları arttıkça daha fazla etkilendiğini bulmuşlardır. Aynı zamanda, CaCl₂'nin olumsuz etkisinin NaCl'nin etkisinden daha az olduğu tespit edilmiştir. El-Saady ve ark., (2013), artan konsantrasyonlarda (4, 6, 8 ve 10 ds/m) tuzun yonca çeşitlerinin çimlenme oranları üzerindeki etkilerinin farklı olduğunu bildirmişlerdir. Çağan ve Kökten (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı konsantrasyonlarda (200, 400, 600 ve 800 mg/l) tuzun bazı yonca çeşitlerine etkileri test edilmiş ve sonuçlar Basbağ, Bilensoy-80, Elçi ve Kayseri çeşitlerinin Savas çeşidinden daha dayanıklı olduğunu ve deneyde incelenen tüm karakterler için artan tuz konsantrasyonlarına olumsuz tepkiler gösterdiği belirlenmiştir.

Yonca çeşitlerinin çimlenme ve erken fide aşamalarında tuz uygulamalarının neden olduğu osmotik strese toleransını test etmek için yapılan bir çalışmada, Castroluna ve ark., (2014) çimlenme yüzdesi, yaprak ve kök uzunluğu, yaprak ve kök taze ve kuru ağırlıklarını incelemişlerdir. Araştırmacılar, deneyde kullanılan üç çeşit arasında da farklılıklar olduğunu bildirmişlerdir. Çarpıcı ve

Erdel (2016) ise bazı yonca çeşitlerinin çimlenme döneminde farklı tuz konsantrasyonlarına tepkilerinin belirlenmesi amacıyla laboratuvar koşullarında yaptıkları çalışmada, çimlenme yüzdesi, sapçık ve kökçük kuru ağırlığında 100 mM NaCl üzerindeki dozlarda olumsuz etkilerin ortaya çıktığını bildirmişlerdir. Ayrıca, çeşit x tuz interaksyonu sapçık ve kökçük uzunluğu ile sapçık kuru ağırlığı açısından önemli çıktığını, çalışmada ele alınan çeşitlerden özellikle Bilensoy-80, Gözlü-1 ve İside çeşitlerinde 200 mM NaCl dozunda sapçık gelişimi olmadığını belirlemişlerdir. Ele alınan özellikler açısından genel olarak değerlendirildiğinde Alsancak çeşidi çimlenme döneminde tuza dayanım yönünden diğerlerine oranla daha dayanıklı olduğu sonucuna varmışlardır.

Yürütülen bu araştırmanın amacı; ülkemizde tohumu satılan (her çeşitten ortalama 100 ton/yıl) ve yetiştiriciliği yapılan bazı yonca çeşitlerinin erken dönemde farklı tuz konsantrasyonları ile oluşturulan tuz stresi koşullarında verdikleri tepkileri belirlemek ve hassas/tolerant çeşit ayrımını yapıp tuzluluk problemi ile karşı karşıya kalmış topraklarda öneride bulunabilmektir.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, bazı yonca çeşitlerinin çimlenme döneminde tuz stresine tepkilerinin belirlenmesi amacıyla Mart 2019 tarihinde Sakarya Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarında yürütülmüştür. Bitki materyali olarak; Azurre, Delta, Emiliano (kaplamalı), Emiliano, La Bella Campagnola ve Neptune çeşitleri kullanılmıştır. Çalışmada beş farklı tuz stresi seviyesi (0, 50, 100, 150, 200 mmol) ele alınmıştır.

Çalışma, tesadüf parselleri deneme deseninde 2 faktörlü ve 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Çimlendirme öncesinde tohumlara yüzey sterilizasyonu uygulanmıştır. Tohumlar %1'lik sodyum hipoklorit çözeltisinde 5 dk sterilize edilmiş ve 3 kez saf su ile durulanmıştır (Babakhani ve ark., 2011). Normal havada kurutulan tohumlar, çimlendirme kâğıdı bulunan 10 cm çapında petri kaplarına, her petride 50 tohum olacak şekilde yerleştirilmiştir. Çimlendirme kâğıtlarına konulan tohumların üzerine 5 ml farklı tuz konsantrasyonlarını içeren solüsyon uygulanmıştır. Her bir tuz seviyesine ait elektriksel iletkenlikler (EC; dS/m, 25°C) sırasıyla; 0,0061, 5,30, 9,92, 14,53 ve 18,81 ölçülmüştür. Daha sonra petriler karanlık koşullara sahip 20±1°C sıcaklığa ayarlı çimlendirme kabininde 10 gün bekletilmiştir (Şehirli, 1997; Çarpıcı ve Erdel, 2015). Petrilerde yeterli nem bulunduğu için çimlendirme kâğıtları değiştirilmemiştir. Kökçük uzunluğu 2 mm'yi geçen tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir (Soltani ve ark., 2012).

Araştırmada; çimlenme yüzdesi (%), sapçık uzunluğu (mm), kökçük uzunluğu (mm), tuza tolerans indeksi, sapçık yaş ağırlığı (mg), sapçık kuru ağırlığı (mg), kökçük yaş ağırlığı (mg) ve kökçük kuru ağırlığı (mg) gibi özellikler incelenmiştir. 10. günün sonunda toplam çimlenen tohumlar sayılarak çimlenme yüzdesi (%) belirlenmiştir (Scott ve ark., 1984). Çimlenmenin 10. gününde her bir petri kabından 10 sürgün üzerinde; sapçık uzunluğu, kökçük uzunluğu, sapçık yaş ağırlığı, kökçük yaş ağırlığı ölçülmüştür. Elde edilen veriler kullanılarak

tuza tolerans indeksi hesaplanmıştır (Abdul-Baki and Anderson, 1970). Kuru kökçük ve sapçık ağırlıkları, örneklerin 70°C'de 48 saat kurutma dolabında kurutulup tartılması ile belirlenmiştir.

Araştırmadan elde edilen veriler, tesadüf parselleri deneme deseninde faktöriyel düzene göre 3 tekerrürlü olarak varyans analizine tabi tutulmuştur (Turan, 1995). Bütün varyans analizi hesaplamaları bilgisayarda JMP istatistik paket programı kullanılarak yapılmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD (%5) testiyle hesaplanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Araştırmada elde edilen bulgulara ait varyans analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Çimlenme yüzdesi, sapçık uzunluğu, kökçük uzunluğu, tuza tolerans indeksi, sapçık yaş ağırlığı, kökçük yaş ağırlığı, sapçık kuru ağırlığı ile kökçük kuru ağırlığı alt başlıkları altında incelenmiş ve bulguların çeşitli yönlerden tartışmaları yapılmıştır.

Çeşit, tuz konsantrasyonu ve çeşit x tuz konsantrasyonu bakımından incelenen tüm özelliklerde %1 olasılık düzeyinde önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır (Çizelge 1). İncelenen özellikler açısından çeşit × tuz konsantrasyonunun istatistiki olarak önemli çıkması, çeşitlerin denemede kullanılan tuz konsantrasyonlarına farklı tepki vermelerinden kaynaklanmaktadır.

Çimlenme Yüzdesi (%)

Araştırmada kullanılan yonca çeşitlerine ait 10. gün sayılarak elde edilen çimlenme yüzdeleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Farklı tuz konsantrasyonlarında yonca çeşitlerinin ortalama çimlenme yüzdelerinin verildiği Çizelge 2'den, en yüksek çimlenme yüzdesinin %92,87 ile Emiliano kaplı çeşidinden elde edildiği, bunu önemsiz bir farklılıkla Emiliano çeşidinin izlediği, en düşük değerin ise %77,47 ile Azurre çeşidinden elde edildiği izlenmektedir. Tuz konsantrasyonlarının çimlenme yüzdesi üzerine etkileri incelendiğinde ise en yüksek değerin %98,67 ile 50 mmol uygulamasından elde edildiği, tuzluluk seviyesi arttıkça çimlenme yüzdesinin önemli ölçüde azaldığı ve en düşük çimlenme yüzdesinin %74,22 ile 200 mmol konsantrasyonundan elde edildiği görülmektedir.

Yine aynı çizelgeden, tuz konsantrasyonu arttıkça bütün çeşitlerin çimlenme oranlarında azalma olduğu ve

özellikle de Azurre çeşidinin artan tuz konsantrasyonundan daha fazla etkilendiği görülmektedir. Bu bilgiler doğrultusunda bulgularımız, artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak çimlenme yüzdelерinin azaldığını bildiren birçok araştırıcının bulguları ile benzerlik göstermekte olup, önceki bazı çalışmalar (Çaçan ve Kökten, 2014; Çarpıcı ve Erdel, 2015; Rizk ve ark., 1978; Al-Saady ve ark., 2013; Bhardwaj ve ark. 2010; Torabi ve ark., 2011; Soltani ve ark., 2012; Castroluna ve ark., 2014; Çarpıcı ve Erdel, 2016) bu çalışmanın sonuçlarını destekler niteliktedir.

Çimlenme yüzdesi bakımından farklı çeşitlerin farklı tuz konsantrasyonlarına farklı tepkiler verdiği, bu nedenle çeşit x tuz konsantrasyonu interaksyonunun olduğu belirlenmiştir. Tüm çeşitlerin çimlenme yüzdelерinin artan tuz konsantrasyonlarından olumsuz etkilendiği, ancak bu etkilene seviyelerinin çeşitten çeşide farklılık gösterdiği görülmektedir. Bu tür sonuçlar su emiliminin olumsuz etkilerinden ve tuz iyonlarının neden olduğu toksik etkilerden kaynaklanmaktadır. (Ekmekçi ve ark., 2005). Nitekim çimlenme yüzdeleri kontrol uygulamasına göre 200 mmol tuz uygulamasında tüm çeşitlerin çimlenme yüzdeleri azalmış, ancak kontrol uygulamasına göre azalmalar kullanılan çeşitler için sırasıyla %51,95, %19,72, %15,22, %17,67, %17,18 ve %19,65 düzeyinde olmuştur. Yine Çizelge 2'de tuz konsantrasyonu arttıkça bütün çeşitlerin çimlenme oranlarında azalma olduğu ve özellikle de Azurre çeşidinin artan tuz konsantrasyonundan daha fazla etkilendiği görülmektedir.

Sapçık Uzunluğu (mm)

Yonca çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarında sapçık uzunluklarına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 1'de, bu özelliklere ait ortalama değerler ve oluşan gruplar ise Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelge 3 incelendiğinde, sapçık uzunluğu bakımından en yüksek değerlerin sırasıyla 68,90 mm ile 50 mmol tuz konsantrasyonu uygulamasından elde edildiği saptanmıştır.

Kullanılan tuz konsantrasyonlarının bu özellik üzerinde önemli olumsuz etkilerde bulunduğu ve tuz konsantrasyonlarının seviyesi arttıkça bu değerlerin azaldığı görülmektedir (Çaçan ve Kökten 2014; Çarpıcı ve Erdel, 2016). Hafif tuzluluk derecesi olan 50 mmol seviyesinde en yüksek sapçık uzunluğu belirlenmiştir.

Çizelge 1 Farklı tuz konsantrasyonlarında bazı yonca çeşitlerinde incelenen özelliklere ait varyans analiz sonuçları (kareler ortalaması)

Tablo 1 Results of variance analysis of investigated traits in some alfalfa cultivars at different salt concentrations (mean squares)

Varyasyon Kaynağı	SD	Ç.Y. (%)	S.U. (mm)	K. U. (mm)	T.T.İ
Çeşit (Ç)	5	484,980**	444,427**	192,424**	310,785**
Tuz konsantrasyonu (T)	4	2028,567**	6295,533**	679,039**	22181,817**
Ç × T	20	87,647**	133,100**	18,682**	162,404**
Hata	60	0,300	0,940	0,273	2,040
Varyasyon Kaynağı	SD	S.Y.A. (mg)	S.K.A. (mg)	K.S.A.(mg)	K.K.A.(mg)
Çeşit (Ç)	5	11124,630**	161,53**	120,820**	12,633**
Tuz konsantrasyonu (T)	4	185166,800**	2725,060**	1874,290**	312,378**
Ç × P	20	629,43**	14,330**	6,009**	9,756**
Hata	60	12,4	3,879	0,244	0,022

SD.: Serbestlik derecesi - * P<0,05 and **P<0,01, Ç.Y.: Çimlenme Yüzdesi - S.U.: Sap Uzunluğu, K.U.: Kökçük Uzunluğu - T.T.İ: Tuza Tolerans İndeksi, S.Y.A.: Sapçık Yaş Ağırlığı S.K.A.: Sapçık Kuru Ağırlığı, KSA: Kökçük Yaş Ağırlığı, K.K.A. Kökçük Kuru Ağırlığı

Çizelge 2 Farklı tuz konsantrasyonlarında bazı yonca çeşitlerinde ortalama çimlenme yüzdesi değerleri (%)
 Table 2 Average value of germination percentage (%) in some alfalfa cultivars at different salt concentration

Çeşit	Tuz konsantrasyonu					Ortalama
	0	50	100	150	200	
Azurre	93,67 ^j	95,67 ^{gh}	81,67 ^o	71,33 ^s	45,00 ^t	77,47 ^f
Delta	94,67 ⁱ	97,67 ^{cd}	91,67 ^k	78,33 ^q	76,00 ^r	87,67 ^e
Emiliano kaplı	98,33 ^{bc}	100,00 ^a	96,33 ^{e-g}	86,33 ^l	83,33 ⁿ	92,87 ^a
Emiliano	97,67 ^{cd}	100,00 ^a	96,00 ^{fg}	84,33 ^m	83,00 ⁿ	92,20 ^b
La Bella	97,0d ^e	100,00 ^a	95,00 ^{hi}	81,67 ^o	80,33 ^p	90,80 ^c
Neptun	96,67 ^{ef}	98,67 ^b	94,67 ⁱ	80,33 ^p	77,67 ^q	89,60 ^d
Ortalama	96,33 ^b	98,67 ^a	92,55 ^c	80,39 ^d	74,22 ^e	

Çizelge 3 Farklı tuz konsantrasyonlarında bazı yonca çeşitlerinde ortalama sapçık uzunluğu değerleri (mm)
 Table 3 Average value of plumule length (mm) in some alfalfa cultivars at different salt concentration

Çeşit	Tuz konsantrasyonu					Ortalama
	0	50	100	150	200	
Azurre	58,27 ^f	62,47 ^e	51,10 ^h	27,77 ⁿ	0,00 ^q	39,92 ^f
Delta	62,47 ^e	59,03 ^f	48,60 ⁱ	32,47 ^l	22,33 ^o	44,98 ^e
Emiliano kaplı	68,40 ^c	71,57 ^b	51,47 ^h	42,47 ^k	41,47 ^k	55,07 ^a
Emiliano	67,13 ^{cd}	70,60 ^b	48,60 ⁱ	42,47 ^k	32,33 ^l	52,31 ^b
La Bella	66,17 ^d	70,60 ^b	46,00 ^j	41,37 ^k	28,83 ⁿ	50,59 ^c
Neptun	58,47 ^f	78,73 ^a	55,47 ^g	30,63 ^m	18,60 ^p	48,38 ^d
Ortalama	63,48 ^b	68,90 ^a	50,20 ^c	36,19 ^d	23,93 ^e	

Çizelge 4 Farklı tuz konsantrasyonlarında bazı yonca çeşitlerinde ortalama kökcük uzunluğu değerleri (mm)
 Table 4 Average value of radicle length (mm) in some alfalfa cultivars at different salt concentration

Çeşit	Tuz konsantrasyonu					Ortalama
	0	50	100	150	200	
Azurre	23,50 ^{ij}	24,27 ⁱ	22,27 ^{lm}	16,27 ^r	0,00 ^u	17,26 ^f
Delta	22,60 ^{kl}	26,43 ^g	20,93 ⁿ	16,47 ^{qr}	11,97 ^t	19,68 ^e
Emiliano kaplı	29,03 ^{de}	34,83 ^a	28,50 ^e	23,50 ^{ij}	19,27 ^o	27,02 ^a
Emiliano	27,47 ^f	32,17 ^b	25,27 ^h	21,93 ^{lm}	18,20 ^p	25,00 ^b
La Bella	26,70 ^{fg}	31,17 ^c	23,27 ^{jk}	21,03 ⁿ	17,30 ^q	23,89 ^c
Neptun	26,27 ^g	29,43 ^d	21,70 ^{mn}	19,03 ^{op}	15,30 ^s	22,35 ^d
Ortalama	25,93 ^b	29,72 ^a	23,66 ^c	19,70 ^d	13,67 ^e	

Tuz stresine karşı şimdiye kadar açıklanan en iyi iki mekanizma; yapraklarda sıcaklık artışı ile beraber oluşan stoma kapanması ve sap uzamasının azaltılması mekanizmalarıdır (Sirault ve ark., 2009). Bu mekanizmaların çalışmasına bağlı olarak ortaya çıkan sonuçlar bitkide yeni yaprak oluşumunun azalması ve bitki sap büyümesinin engellenmesidir. Bu durum bu çalışmada da gözlenmiştir.

Aynı çizelgeden incelenen özellikler bakımından çeşitler arasındaki farklılıklar incelendiğinde, sapçık uzunluğu (55,07 mm) bakımından Emiliano kaplı çeşidinin en yüksek değerlere sahip olduğu, bunu az farklılıkla Emiliano çeşidinin izlediği, Azurre çeşidinin ise en düşük değerlere sahip olduğu görülmektedir.

Sapçık uzunluğu bakımından farklı çeşitlerin farklı tuz konsantrasyonlarına farklı tepkiler verdiği, bu nedenle çeşit x tuz konsantrasyonu interaksyonunun olduğu belirlenmiştir. Çeşit x tuz konsantrasyonu interaksyonu ise en yüksek 78,73 mm ile Neptune x 50 mmol tuz konsantrasyonu uygulamalarında gözlenmiştir (Çizelge 3). Farklı tuz konsantrasyonları ile oluşturulan tuzluluk stresi erken fide gelişimini olumsuz etkilediği, sapçık uzunluklarını da azalttığı Okçu ve ark. (2005), Gheidary ve ark., (2017) tarafından bildirilmektedir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar Castroluna ve ark. (2014)'ın yaptıkları çalışmalar ile uyumludur.

Kökcük Uzunluğu (mm)

Araştırmada elde edilen ortalama kökcük uzunluğu değerleri Çizelge 4'te verilmiştir.

Yonca çeşitlerinde farklı tuz konsantrasyonlarının kök uzunluğu özelliği üzerine etkisi incelendiğinde çeşitlerde en fazla kök uzunluğu ortalama olarak 27,02 mm ile Emiliano kaplı çeşidinde olduğu belirlenmiştir. Tuz konsantrasyonlarının ortalama incelendiğinde en uzun kök 29,72 mm ile 50 mmol tuz uygulamasında en kısa kök ise 13,67 mm ile 200 mmol tuz konsantrasyonunda görülmüştür. Çeşit x Tuz konsantrasyonu interaksyonu ise en yüksek 34,83 mm ile Emiliano (kaplamalı) x 50 mmol uygulamasında gözlenmiştir (Çizelge 4). Tuza tolerans bakımından en öncelikli parametrelerden birisi bitkinin kökcük gelişimidir. Tuzluluk sorunu olan bölgelerde derinlerde bulunan suya ulaşma bakımından bazı çeşitleri avantajlı yapmaktadır. Çimlenme esnasında bitkinin bünyesine su alımına engel olan tuzluluk sorunu yoksa bitki kök sistemi normal bir gelişim gösterir. Tuz stresine maruz kalan bitkilerin gelişimi, su alımında sorun yaşadıkları için olumsuz etkilenmektedir. Bu araştırma sonuçlarına paralel olarak, tuzluluğun kökcük uzunluğu üzerindeki negatif etkileri bazı araştırmacılar tarafından da tespit edilmiştir (Castroluna ve ark., 2014).

Çizelge 5 Farklı tuz konsantrasyonlarında bazı yonca çeşitlerinde ortalama tuza tolerans indeksi değerleri
Table 5 Average value of salt tolerance index in some alfalfa cultivars at different salt concentration

Çeşit	Tuz konsantrasyonu				Ortalama
	50	100	150	200	
Azurre	109,10 ^{bc}	70,97 ^f	40,30 ⁱ	0,00 ⁿ	55,09 ^d
Delta	107,27 ^{cd}	71,10 ^f	37,53 ^{j-l}	35,80 ^{lm}	62,92 ^c
Emiliano kaplı	114,73 ^a	75,97 ^e	51,27 ^g	39,43 ^{ij}	70,35 ^a
Emiliano	110,20 ^b	74,70 ^e	45,23 ^h	36,53 ^{k-m}	66,67 ^b
La Bella	105,97 ^d	70,07 ^f	39,90 ⁱ	35,00 ^m	62,73 ^c
Neptun	106,00 ^d	70,53 ^f	38,87 ^k	34,57 ^m	62,49 ^c
Ortalama	108,88 ^a	72,22 ^b	42,18 ^c	30,22 ^d	

Çizelge 6 Farklı tuz konsantrasyonlarında bazı yonca çeşitlerinde ortalama sapçık yaş ağırlığı değerleri (mg)
Table 6 Average value of plumule fresh weight (mg) in some alfalfa cultivars at different salt concentration

Çeşit	Tuz konsantrasyonu					Ortalama
	0	50	100	150	200	
Azurre	256,00 ⁱ	279,33 ^h	181,67 ^m	102,33 ^{rs}	0,00 ^t	163,87 ^f
Delta	285,00 ^h	305,67 ^f	202,67 ^l	107,33 ^{rs}	102,00 ^s	200,53 ^e
Emiliano kaplı	317,00 ^d	363,67 ^a	240,67 ^j	162,33 ⁿ	125,00 ^p	241,73 ^a
Emiliano	314,67 ^d	346,67 ^b	235,00 ^j	142,33 ^o	115,00 ^q	230,73 ^b
La Bella	308,33 ^{ef}	326,67 ^c	216,00 ^k	123,00 ^p	108,00 ^r	216,40 ^c
Neptun	295,00 ^g	312,67 ^{de}	208,00 ^l	114,67 ^q	102,00 ^s	206,47 ^d
Ortalama	296,00 ^b	322,44 ^a	214,00 ^c	125,33 ^d	92,00 ^e	

Tuzluluğun, kök gelişimi ve kuru madde oluşturmaları üzerine yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Materyal olarak kullanılan bitkiler farklı olmasına rağmen bu çalışmalarda da artan tuz konsantrasyonlarında kök gelişiminin azaldığı tespit edilmiştir (Arslan ve ark. 2012; Keser ve ark., 2009).

NaCl uygulamasına maruz kalan yoncaların primer kök sistemi, hücre büyümesini ve hücre döngüsünü azaltarak kök büyümesini önlemiştir (Wang ve ark., 2009). Aynı zamanda, kök tüyleri aktivitelerini yitirir ve daha sonra artan NaCl seviyelerine bağlı olarak kaybolur (Ali ve ark., 1999).

Tuza Tolerans İndeksi

Tuza tolerans indeksi, farklı tuz konsantrasyonlarındaki çeşitler arasında büyük bir değişim göstermiştir (Çizelge 5).

Tuz tolerans indeksi, 55,09 ve 70,32 arasında değişmiştir. Emiliano kaplı (114,73) ve Emiliano ise (110,20) çeşitleri 50 mmol NaCl ile en iyi performansı göstermiştir. Öte yandan, 200 mmol NaCl uygulamasında Azurre çeşidinde en düşük tuza tolerans değeri belirlenmiştir.

Genel olarak 100 mmol seviyesinde ortaya çıkan tuz stresi tüm çeşitlerde tuza tolerans indeksinde önemli azalmalara neden olmuştur. Çarpıcı ve ark. (2009) farklı tuz konsantrasyonlarının çeşitlerin tuz tolerans indeksleri üzerindeki etkisinin önemini bildirmiştir. Tuz konsantrasyonları arttıkça, çeşitlerin tuza tolerans indeksleri azalmıştır. Kökten ve ark. (2010), toleranslı çeşitlerin hassaslara göre daha fazla tuz tolerans indeksi gösterdiğini belirlemiştir.

Sapçık Yaş Ağırlığı (mg)

Yonca çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarında çimlendirilmesi sonucu elde edilen sapçık yaş ağırlığı özelliği üzerine etkisi incelendiğinde çeşitlerde en fazla sapçık yaş ağırlığı ortalama olarak 241,73 mg ile Emiliano kaplı çeşidinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 6).

Tuz konsantrasyonu ortalaması incelendiğinde en yüksek sapçık yaş ağırlığı 322,44 mg ile 50 mmol tuz uygulamasında ve en düşük sapçık yaş ağırlığı 92,00 mg ile 200 mmol tuz uygulamasında görülmüştür. Çalışmada 200 mmol tuz stresi altında çimlenme sağlanmış fakat çok düşük düzeyde sapçık gelişimi sağlanırken, Azurre çeşidinde gelişim sağlanamamıştır.

Elde edilen sonuçlardan hafif derecede tuzluluğun (50 mmol) sapçık yaş ağırlığı üzerine önemli olumlu etkilerinin olduğu ve ancak sonrası tuz konsantrasyonlarında azalmalar saptanmıştır.

Tuz stresindeki artışın sapçık yaş ağırlığını azalttığı, bu azalışa da bitki gelişimini yavaşlatmasının neden olduğunu belirlenmiştir. Denememizden elde ettiğimiz bulgular bazı araştırma sonuçları ile paralellik göstermektedir (Çağan ve Kökten, 2014; Çarpıcı ve ark., 2009).

Bitkilerde tuz stresinin, doyurulmuş toprak ekstraktındaki elektrik iletkenlik değerinin 4,0 deci-Siemens/metre (dS/m; yaklaşık 40 mmol NaCl) olması durumunda ortaya çıktığı, ancak bu değerlerin bitki türüne göre büyük farklılıklar gösterdiği bilinmektedir (Onaga ve Wydra, 2016).

Gelişim evrelerinde tuz stresine maruz kalan baklagillerde N fiksasyonu, tuz stresine karşı büyük bir duyarlılık göstermektedir (Boukhatem ve ark., 2012; Zahran ve Sprent, 1986). Diğer taraftan 200 mmol NaCl gibi yüksek tuz konsantrasyonlarının yaygın yonca (Kaplan ve ark., 2015; Zhanwu ve ark., 2011) tohumlarının çimlenme ve fidelerinde çok önemli gerilemelere neden olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca, Hüssein ve ark. (2007) ve Çarpıcı ve ark. (2009) bitkisel büyüme parametreleri ile artan tuzluluk arasında negatif bir ilişki olduğunu bildirmiştir.

Artan tuz konsantrasyonlarının, sap yaş ağırlıklarını farklı oranlarda etkilediği, birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Avcioğlu ve ark., 2003; Bhardwaj ve ark., 2010; Soltani ve ark., 2012; Çağan ve Kökten, 2014).

Çizelge 7 Farklı tuz konsantrasyonlarında bazı yonca çeşitlerinde ortalama kökçük yaş ağırlığı değerleri (mg)

Table 7 Average value of radicle fresh weight (mg) in some alfalfa cultivars at different salt concentration

Çeşit	Tuz konsantrasyonu					Ortalama
	0	50	100	150	200	
Azurre	51,00 ⁱ	56,00 ^h	36,33 ^m	20,33 ^r	0,00 ^s	32,73 ^f
Delta	57,00 ^h	61,33 ^f	40,33 ^l	21,33 ^r	20,33 ^r	40,07 ^e
Emiliano kaplı	63,33 ^d	72,67 ^a	48,00 ^j	32,33 ⁿ	25,00 ^p	48,27 ^a
Emiliano	63,00 ^{de}	69,33 ^b	47,00 ^j	28,33 ^o	23,00 ^q	46,13 ^b
La Bella	61,67 ^{ef}	65,33 ^c	43,33 ^k	24,67 ^p	21,67 ^q	43,33 ^c
Neptun	59,00 ^g	62,33 ^{d-f}	41,67 ^l	23,00 ^q	20,33 ^r	41,27 ^d
Ortalama	59,17 ^b	64,50 ^a	42,78 ^c	25,00 ^d	18,39 ^e	

Çizelge 8 Farklı tuz konsantrasyonlarında bazı yonca çeşitlerinde ortalama sapçık kuru ağırlığı değerleri (mg)

Table 8 Average value of plumule dry weight (mg) in some alfalfa cultivars at different salt concentration

Çeşit	Tuz konsantrasyonu					Ortalama
	0	50	100	150	200	
Azurre	25,67 ⁱ	28,33 ^h	18,33 ^m	10,00 ^t	0,00 ^u	16,47 ^f
Delta	28,67 ^h	30,67 ^{ef}	20,33 ^l	11,00 ^{rs}	10,00 ^t	20,13 ^e
Emiliano kaplı	32,33 ^c	37,00 ^a	24,67 ^j	16,67 ⁿ	12,67 ^p	24,67 ^a
Emiliano	31,67 ^{cd}	35,00 ^b	24,00 ^j	14,33 ^o	11,67 ^{qr}	23,33 ^b
La Bella	30,33 ^{fg}	32,00 ^{cd}	21,33 ^k	12,00 ^{pq}	10,67 st	21,27 ^c
Neptun	29,67 ^g	31,33 ^{de}	21,00 ^{kl}	11,67 ^{qr}	10,00 ^t	20,73 ^d
Ortalama	29,72 ^b	32,39 ^a	21,61 ^c	12,61 ^d	9,17 ^e	

Kökçük Yaş Ağırlığı (mg)

Farklı tuz konsantrasyonları altında çimlenen yonca çeşitlerinin kökçük yaş ağırlıklarına ait veriler incelendiğinde, en fazla kök yaş ağırlığı ortalama olarak 48,27 mg ile Emiliano (kaplı) olduğu belirlenmiştir.

Tuz konsantrasyonu ortalaması incelendiğinde en yüksek kök yaş ağırlığı 64,50 mg ile 50 mmol tuz uygulamasında görülmüştür. Çeşit × Tuz konsantrasyonu interaksyonu ise en yüksek 72,67 mg ile Emiliano (kaplı) uygulamasından elde edilmiştir. Çalışmada Azurre çeşiti 200 mmol NaCl uygulamasında gelişim sağlanamamıştır (Çizelge 7).

Elde ettiğimiz bulgular, tuz stresi seviyesindeki artışın kök yaş ağırlığını önemli derecede azalttığını bildiren Kipnis ve ark. (1989) ile Safarnejad (2008)'in sonuçları ile paralellik göstermektedir.

Sapçık Kuru Ağırlığı (mg)

Sapçık kuru ağırlığı değerleri bakımından hem çeşitler arasında hem de tuz konsantrasyonları bakımından önemli farklılıkların bulunduğu Çizelge 1'den izlenmektedir. Uygulanan tuz konsantrasyonları incelendiğinde, en yüksek sapçık kuru ağırlığının 32,39 mg ile 50 mmol uygulamasından elde edildiği, en yüksek tuzluluk seviyesinde (200 mmol) bu değerin 9,17 mg'a kadar çok önemli bir şekilde azaldığı görülmektedir (Çizelge 8).

Çeşitler arasındaki farklılıklar incelendiğinde, en yüksek sapçık kuru ağırlığı değerinin 24,67 mg ile Emiliano kaplı çeşidinden elde edildiği, bunu önemsiz bir farklılıkla Emiliano çeşidinin izlediği, en düşük değerin ise 16,47 mg ile Azurre çeşidinden elde edildiği izlenmektedir (Çizelge 8).

Araştırmada kullanılan yonca çeşitlerinin sapçık kuru ağırlığı değerleri bakımından farklı tuz konsantrasyonlarına

farklı tepkiler verdiği, bu nedenle bir çeşit × tuz konsantrasyonu interaksyonunun olduğu belirlenmiştir. Azurre çeşitinde 200 mmol uygulamasında sapçık kuru ağırlık değerleri elde edilemezken, diğer çeşitlerde 10,00 mg ile 12,67 mg arasında bu değer belirlenmiştir. Diğer bir ifadeyle bazı çeşitlerin 200 mmol tuz konsantrasyonunda benzer sonuçlar üretirken, Azurre çeşidinin diğer çeşitlerden farklı sonuçlar üretmesi bir interaksyona neden olmuştur.

Tuzluluğun kök gelişimi ve kuru madde oluşturmaları üzerine yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Materyal olarak kullanılan bitkiler bazılarında farklı olmasına rağmen, bu çalışmalarda da artan tuz konsantrasyonlarında kök gelişimi ve kuru ağırlıkların azaldığı tespit edilmiştir (Arslan ve ark., 2012; Keser ve ark., 2009; Çağan ve Kökten, 2014; Castroluna ve ark., 2014; Çarpıcı ve Erdel, 2016).

Kökçük Kuru Ağırlığı (mg)

Elde edilen ortalama değerler Çizelge 9'da verilmiştir. Veriler incelendiğinde çeşitlerde en fazla kökçük kuru ağırlığını ortalama olarak 4,60 mg ile Emiliano, 4,33 mg ile Emiliano kaplı ve 4,27 mg ile La Bella Campagnola çeşitlerinde olduğu belirlenmiştir. Tuz konsantrasyonu ortalaması incelendiğinde en yüksek kökçük kuru ağırlığı 6,44 mg ile 50 mmol uygulamasında görülmüştür. Çeşit × tuz konsantrasyonu interaksyonunda en yüksek kök kuru ağırlığı 7,0 mg ile Emiliano × 50 mmol ve La Bella Campagnola × 50 mmol uygulamalarında ölçülmüştür (Çizelge 9). Bu sonuçlar tuz konsantrasyonunun artmasıyla kök kuru ağırlığının önemli bir şekilde azaldığını açıklayan Çağan ve Kökten (2014), Castroluna ve ark. (2014) ile Çarpıcı ve Erdel (2016)'in bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

Çizelge 9 Farklı tuz konsantrasyonlarında bazı yonca çeşitlerinde ortalama kökçük kuru ağırlığı değerleri (mg)

Table 9 Average value of radicle dry weight (mg) in some alfalfa cultivars at different salt concentration

Çeşit	Tuz konsantrasyonu					Ortalama
	0	50	100	150	200	
Azurre	5,00 ^d	6,00 ^c	4,00 ^e	2,00 ^h	0,00 ⁱ	3,40 ^d
Delta	6,00 ^c	6,00 ^c	4,00 ^e	2,00 ^h	2,00 ^h	4,00 ^c
Emiliano kaplı	6,00 ^c	6,67 ^b	4,00 ^e	3,00 ^f	2,00 ^h	4,33 ^b
Emiliano	6,00 ^c	7,00 ^a	5,00 ^d	3,00 ^f	2,00 ^h	4,60 ^a
La Bella	6,00 ^c	7,00 ^a	4,00 ^e	2,33 ^g	2,00 ^h	4,27 ^b
Neptun	6,00 ^c	6,00 ^c	4,00 ^e	2,00 ^h	2,00 ^h	4,00 ^c
Ortalama	5,83 ^b	6,44 ^a	4,17 ^c	2,39 ^d	1,67 ^e	

Sonuç ve Öneriler

Farklı tuz konsantrasyonlarının yonca çeşitlerinin çimlenme performansları üzerine etkilerinin incelendiği bu çalışmada, aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- İncelenen her bir özellik için, her çeşitte en yüksek değerlere 50 mmol tuz konsantrasyonunda ulaşılmıştır. Hafif derecede tuz uygulamalarında tüm çeşitler üzerinde incelenen özelliklerde az miktarda artış görülmüş sonrasında artan tuz konsantrasyonlarının çimlenme ve fide gelişimi üzerine olumsuz etkilerde bulunduğu belirlenmiştir.
- Araştırmada kullanılan Azurre çeşidinin 200 mmol tuz konsantrasyonlarında düşük çimlenme gösterip, tohumlarda gelişme sağlanamamıştır. Bu nedenle, Azurre yonca çeşidinin tuz stresine karşı çok hassas oldukları belirlenmiştir. Bu durumda, tuzluluk sorunu bulunan alanlarda veya sulama suyunun tuz içerdiği durumlarda bu çeşidin kullanılması olanaksızdır.
- Çeşitler arasında incelenen özellikler açısından, Emiliano kaplı ve Emiliano çeşitlerinin diğer çeşitlere göre daha toleranslı olduğu tespit edilmiştir. Tuz konsantrasyonu 100 mmol'den sonra incelenen özellikleri önemli ölçüde olumsuz etkilemiş ve en düşük değerler 200 mmol konsantrasyonunda elde edilmiştir.
- 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.

Kaynaklar

Abdul-baki AA and Anderson JD. 1970. Viability and leaching of sugars from germinating barely. Crop Sci., 10: 31-34.

Akgün I, Kara K, Altındal D. 2011. Effect of salinity (NaCl) on germination, seedling growth and nutrient uptake of different triticale genotypes. Turkish J. Field Crops, 16 (2): 225-232.

Ali G, Ibrahim AA, Srivastava PS, Iqbal M. 1999. Structural changes in root and shoot of Bacopa monniera in response to salt stress. Journal of Plant Biology 42(3): 222-225.

Al-Saady NA, Akhtar JK, Lakshmi R. 2013. A study on germination rate, dry matter weight and amylase activity of alfalfa under induced NaCl stress. Ad. Crop Sc. and Tech. 1(3):1-4.

Anonim. 2005. Çölleşme ile mücadele Türkiye ulusal eylem programı. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı yayınları No: 250, Ankara, ISBN 975-7347-51-5.

Arslan Y, Katar D, Güler S, Subaşı Seis A, Subaşı İ, Bülbül A. 2012. Çimlenme ve erken fide gelişimi döneminde Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşitlerinin tuz toleransının belirlenmesi, Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi 26 (2): 6-11.

Avcıoğlu R, Khalvati MA, Demiroğlu G, Geren H. 2003. Ozmotik basıncın bazı kültür bitkilerinin erken gelişme dönemindeki etkileri, I. çimlenme ve büyüme özellikleri, Ege Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi 40 (2):1-8.

Babakhani B, Khavari-Nejad RA, Hassan Sajedi R, Fahimi H, Saadatmand S. 2011. Biochemical responses of alfalfa cultivars subjected to NaCl salinity stress. Af. J. of Biotech. 10(55):11433-11441.

Bhardwaj SH, Sharma NK, Srivastava PK, Shukla G. 2010. Salt tolerance assessment in alfalfa (*Medicago sativa* L.) ecotypes. Botany Research Journal 3(1): 1-6.

Boukhatef ZF, Domergue O, Bekki A, Merabet C, Sekkour S, Bouazza F, Duponnois R, de Lajudie P, Galiana A. 2012. Symbiotic characterization and diversity of rhizobia associated with native and introduced acacias in arid and semi-arid regions in Algeria. FEMS Microbiol Ecology, 80:534-47.

Çaçan E, Kökten K. 2014. Bazı yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitlerinin tuzluluğa toleransının belirlenmesi. Türkiye 5. Tohumculuk Kongresi, Diyarbakır, 493-496.

Çarpıcı Budaklı E, Erdel B. 2016. Determination of responses of different alfalfa (*Medicago sativa* L.) varieties to salt stress at germination stage, YYÜ Tar. Bil. Dergisi (YYU Journal Agr. Sci.), 26(1): 61-67.

Çarpıcı Budaklı E, Çelik N and Bayram G. 2009. Effects of salt stress on germination of some maize (*Zea mays* L.) cultivars. African Journal of Biotechnology, 8 (19): 4918-4922.

Castroluna A, Ruiz OM, Quiroga AM and Pedranzani HE. 2014. Effects of salinity and drought stress on germination, biomass and growth in three varieties of *Medicago sativa* L. Avances en Investigación Agropecuaria, 18(1): 39-50.

Ekmekçi, E, Apan M, Kara T. 2005. Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi, OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 20 (3):118-125.

Gheidary S, Akhzari D and Pessarakli M. 2017. Effects of salinity, drought, and priming treatments on seed germination and growth parameters of *Lathyrus sativus* L., Journal of Plant Nutrition, 40(10): 1507-1514.

Hussein MM, Balbaa LK and Gaballah MS. 2007. Salicylic acid and salinity effects on growth of maize plants. Research Jou. of Agriculture and Biological Sci., 3 (4):321-328.

Kang J, Xie W, Sun Y, Yang Q, Wu M. 2010. Identification of genes induced by salt stress from *Medicago truncatula* L. seedlings. African Journal of Biotechnology, 9: 7589-7594.

Kaplan Ş, Güçlü Ş, Baytekin G, Tirayıcı İ. 2015. Yonca (*Medicago sativa* L.) ve çayır üçgülü (*Trifolium pratense* L.) tohumlarının tuz ve kuraklık stresine verdikleri tepkilerin belirlenmesi. Türkiye 11. Tarla Bitkileri Kongresi, 7-10 Eylül 2015, Çanakkale.

- Keser Ö, Çolak G, Caner N. 2009. Tuza toleransı farklı iki kültür bitkisinde bazı fizyolojik ve makromorfolojik parametreler üzerine Na₂CO₃ Tipi tuz stresi etkileri, HAÜFBE Dergisi Cilt II, Sayı:2, 64- 80.
- Kipnis T, Vaisman I and Granoth I. 1989. Drought stress and alfalfa production in a mediterranean environment, Irrig Sci (1989) 10: 113-125.
- Kökten K, Karakoy T, Bakoğlu A and Akçura M. 2010. Determination of salinity tolerance of some lentil (*Lens culinaris* M.) varieties. Journal of Food, Agriculture and Environment, 8 (1): 140-143.
- Longenecker DE, Lyerly PJ. 1974. Control of soluble salts in farming and gardening: B-876. Texas. Agricultural Experiment Station. Texas A&M Univ. Pub., College Station, TX.
- Maas EV and Hoffman GJ. 1977. Crop salt tolerance-current assessment. Journal of the Irrigation and Drainage Division, 103, 115-134
- Okçu G, Kaya MD ve Atak M. 2005. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). Turkish J. of Agr. and Forestry, 29(4):237-242.
- Onaga G, Wydra K. 2016. Advances in plant tolerance to abiotic stresses. (Plant Genomics, InTech: Ed. Abdurakhmonov, D.I.Y.) 167-228.
- Parida AK, Das AB. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. Ecotoxicol and Environ Safety, 60: 324-49.
- Radovic J, Sokolovic D and Markovic J. 2009. Alfalfa-most important perennial forage legume in animal husbandry. Biotechnology in Animal Husbandry, 25, 465-475.
- Rizk, T.Y., Al Hasan, A.M., El Tekeitii, R.A., Alawi, B.J. 1978. Effect of salinity on germination and seedling vigor of some annual medics *Medicago spp.* Mesopotamia Journal of Agriculture 13(2): 105-121.
- Russelle MP. 2001 Alfalfa. American Scientist, 89, 252-261. <http://dx.doi.org/10.1511/2001.3.252>.
- Safarnejad A. 2008. Morphological and biochemical response to osmotic stress in alfalfa (*Medicago sativa* L.). Pakistan Journal of Botany, 40(2):735-746.
- Scott SJ, Jones RA, Williams WA. 1984. Review of data analysis methods for seed germination. Crop Science 24: 1192-1199.
- Şehirali S. 1997. Tohumluk ve teknolojisi. Trakya Un., Zir. Fak., Tarla Bit. Böl., 292, s 422.
- Sirault XRR, James RA, Furbank RT. 2009. A new screening method for osmotic component of salinity tolerance in cereals using infrared thermography. Functional Plant Biology, 36: 970-977.
- Soltani A, Khodarahmpour Z, Jafar AA, Nakhjavan S. 2012. Selection of alfalfa cultivars for salt stress tolerance using germination indices. African Journal of Biotechnology, 11(31):7899-7905.
- Temel S, Şimşek U. 2011. Iğdır ovası toprakların çoraklaşma süreci ve çözüm önerileri. Alinteri, 21(B): 53-59.
- Torabi M, Halim RA, Sinniah UR, Choukan R. 2011. Influence of salinity on the germination of Iranian alfalfa ecotypes. African Journal of Agricultural Research. 6(19): 4624-4630.
- Turan ZM. 1995. Araştırma ve deneme metodları. Uludag Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları, No:62, Bursa, s 121.
- Wang WB, Kim YH, Lee HS, Kim KY, Deng XP and Kwak SS. 2009. Analysis of antioxidant enzyme activity during germination of alfalfa under salt and drought stresses. Plant Phy. Bioc, 47(7): 570-557.
- Zahran HH, Sprent JI. 1986. Effects of sodium chloride and polyethylene glycol on root-hair infection and nodulation of *Vicia faba* L. plants by *Rhizobium leguminosarum*. Planta, 167: 303-9.
- Zhanwu G, Hui Z, Jicai G, Chunwu Y, Chunsheng M, Deli W. 2011. Germination responses of Alfalfa seeds to various salt-alkaline mixed stress. African J. of Agricultural Research, 6: 3793-3803.