

## Bazı Yonca Çeşitlerinin Erken Gelişme Dönemindeki Kuraklık Toleransının Belirlenmesi

Mahir ÖZKURT<sup>1\*</sup>, İbrahim SAYGILI<sup>2</sup>, Kübra ÖZDEMİR DİRİK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Muş Alparslan Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Muş, <sup>2</sup>Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Tokat

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-0058-3026>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-0449-4872>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-6901-561X>

✉: mahirozkurt@gmail.com

### ÖZET

Kurak ve yarı kurak alanlarda yeterli çimlenmeyi kısıtlayan önemli faktörlerinden biri su varlığının çok az olmasıdır. Sulama imkanının kısıtlı olduğu bölgelerde daha uygun genotiplerin kullanılması iyi bir çıkışın ön şartıdır. Bu araştırma, Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan bazı yonca çeşitlerinin erken dönem kuraklık stresine toleransını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırmada on sekiz yonca çeşidi petri kaplarında polietilenglikol 6000 kullanılarak oluşturulan farklı konsantrasyonlarda (-3 bar ve -6 bar) erken kuraklık stresine tabi tutulmuştur. Araştırmanın 7. gününde çimlenme oranı, kök uzunluğu, vigor indeksi, çimlenme hızı ve çimlenme indeksi belirlenmiştir. Artan kuraklık stresi fide gelişimini önemli derecede kısıtlamıştır. Çimlenme oranları kontrole göre -3 bar kuraklık stresinde %9.9, -6 bar kuraklık stresinde %88.6 oranında azalmıştır. İncelenen çeşitler arasında Sabrina, Elçi ve Frigos çeşitlerinin çimlenme oranlarına göre erken gelişme döneminde kuraklık stresine toleranslı olduğu, Magna 601, Victoria ve Sunter çeşitlerinin ise kuraklık stresine toleranslı olmadığı belirlenmiştir. İncelenen bütün karakterler dikkate alındığında Sabrina kuraklığa en toleranslı çeşit olarak değerlendirilebilir. Sulama ve kısıtlı sulama problemi olan bölgeler için tavsiye edilebilecek bu çeşidin, sulama sıkıntısı olan bölgelerde tarla denemelerine dahil edilmesi, bu bölgelerde yonca üretimini geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 01.02.2019

Kabul Tarihi : 15.03.2019

#### Anahtar Kelimeler

Osmotik stres

Çimlenme oranı

Çimlenme hızı

Vigor indeksi

## Determining the Drought Tolerance of Some Alfalfa Cultivars in Early Growth Stage

### ABSTRACT

Low water availability is one of the important factors limiting adequate germination in arid and semi-arid areas. In these areas, the use of more suitable genotypes is a prerequisite for good germination. The research was conducted to determine the drought tolerance of some alfalfa cultivars grown in Turkey. In this study, eighteen alfalfa cultivars were subjected to drought stress stimulated by Polyethylene Glycol 6000 in various levels (-3 and -6 bar) in petri dishes. Germination percentage, radicle length, vigor index, germination rate and germination index were investigated in the 7th days. Increased levels of drought stress have been significantly reduced seedling growth. Germination percentage were decreased by 9.9% in -3 bar, 88.6% in -6 bar compared to the control. Cultivars Sabrina, Queen and Frigos were more tolerant to drought than other cultivars investigated, while cultivar Magna 601, Victoria and Sunter were susceptible. Considering all the characteristics, Sabrina can be considered as the most tolerant to drought. The inclusion of cultivar Sabrina to field experiment to be conducted in the region with restricted irrigation will contribute to the development of alfalfa production in these regions.

### Research Article

#### Article History

Received : 01.02.2019

Accepted : 15.03.2019

#### Keywords

Osmotic stress

Germination rate

Germination speed

Vigor index

## GİRİŞ

Yaygın yonca (*Medicago sativa* L.) hem dünyada hem de Türkiye’de yem bitkileri içerisinde en fazla yetiştiriciliği yapılan uzun ömürlü çok yıllık bir bitkidir (Özkurt, 2018). Adaptasyon yeteneğinin yüksek olmasından dolayı yem bitkilerinin kraliçesi olarak değerlendirilmektedir. Yoncunun yüksek olan adaptasyon kabiliyeti tarımsal üretimin yüksek performans ile yapıldığı sulak alanlardan, kuraklık stresinin daha yoğun görüldüğü bölgelere kadar tercih edilmesine neden olmaktadır. Kısmen sulanabilen kurak bölgelerde bile alternatifsiz kalan yonca üretiminin, ekiminden hasadına kadar daha arzulanır olması için bu bölgelere uygun çeşitlerin tercih edilmesini gerektirmektedir.

Tarımsal üretimi etkileyen en önemli stres faktörlerinden biri olan (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005) kuraklığın şiddeti, yağışlarla alınan suyun miktarı yanında, kullanılan çeşide, toprağın su tutma kapasitesine, sıcaklık ve bulutluluk gibi faktörlere de bağlıdır (Saxena ve ark., 1993). Tarımsal üretim üzerine kuraklığın önemli etkilerinden biri ekimden sonra optimum çıkış sağlayamamadır (Saxena ve ark., 1993). Kuraklık stresi genellikle çimlenme sürecinin gecikmesine neden olmakta ve çimlenme yüzdesini, çimlenme hızını ve büyüme oranını önemli ölçüde azaltmaktadır (Hamidi, 2000). Kuraklık stresinin çimlenme evresinde meydana getireceği kayıpların önemli boyutlara varabileceği ve söz konusu stres faktörlerine toleranslı yeni genotiplerin kullanılması verim ve kalite açısından büyük önem arz etmektedir (Kaplan ve ark., 2015).

Birçok üründe olduğu gibi yoncada da gün geçtikçe çeşitler ıslah edilip, tarımsal üretimin hizmetine

sunulmaktadır. Geliştirilen çeşitlerin bölgelere uyumu, stres faktörlerine tepkilerinin belirlenmesi ve uygun olanların seçilmesi yonca tarımının gelişmesine katkı sağlamaktadır. Çarpıcı ve Erdel, (2015) bazı yonca çeşitlerinin kuraklık stresine verdiği tepkiyi belirledikleri araştırmalarında, çimlenme, kök ve sap uzunluğu ile fide gücü (vigor) bakımından önemli farklılıkların olduğu ve Bilensoy-80 ve Alsancak yonca çeşitlerinin çimlenme ve erken fide dönemindeki kuraklık stresini daha iyi tolere edebildikleri belirlemiştir. Bu araştırmanın amacı, ülkemizde yetiştiriciliği yapılan ve yeni piyasaya sürülen bazı yonca çeşitlerinin erken dönemde kuraklığa toleranslarının belirlenmesidir. Yeni geliştirilen yonca çeşitlerinin erken dönemdeki kuraklık toleransının belirlenmesi, kuraklığa karşı alınabilecek en etkili önlemlerden biri olan dayanıklı çeşit seçimine katkı sağlayacaktır.

## MATERYAL ve METOD

Araştırma 2018 yılında Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Yem Bitkileri Laboratuvarında yürütülmüştür. Bu çalışmada ülkemizde tescilli 18 yonca çeşidi kullanılmıştır (Çizelge 1).

Çimlendirme öncesi tohumlar yüzey strelizasyonu için %1 lik sodyum hipoklorit çözeltisinde 5 dk sterilize edilmiş ve 3 kez saf su ile durulanmıştır. Havada kurutulan tohumlar, iki kat filtre kağıdı bulunan 9 mm çapında petri kaplarına yerleştirilmiştir. Kontrol uygulaması için steril saf su ve ozmotik stres için -3 bar (151.3 g/litre) ve -6 bar (223.6 g/litre) polyethylene glycol 6000 (PEG 6000) kullanılmıştır (Torabi ve ark. 2011).

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan yonca çeşitleri ve tescil edildiği kurum/kuruluşlar

Çeşit adı	Tescil edildiği Kurum/Kuruluşlar	Tescil/Üretim izin yılı
Bilensoy-80	Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü	1984
Derby	Beta Ziraat ve Ticaret A.Ş	2006
Elçi	Ankara Üniversitesi	1993
Escorial	Aday Çeşit I	-
Ezzelina	Alfa Tohum	2019
Fito Altiva	Fito tohumculuk	2011
Frigos	Yonca Tohumculuk	2016
İside	May-Agro Tohum Sanayi ve Tic.	2013
MA-414	May-Agro Tohum Sanayi ve Tic.	2012
Magna 601	Biotek Tohum ve Tarım Ürünleri Ltd.Şti	2012
Nimet	Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü	2011
Plato	Kazak Tarım İnş. Tic. A.Ş	2012
Prosementi	Tasaco Tarım Sanayi Tic. Ltd. Şti	2008
Queen	Neobi Tohumculuk A.Ş	2010
Sabrina	Aday Çeşit II	-
Savaş	Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü	2003
Sünter	Mutlu Tohum Sanayi Tic.	1984
Victoria	Fito Tohumculuk	2011

Her bir petri kabına 50 adet tohum, her bir PEG konsantrasyonundan 4 ml kullanılmıştır ve bu süreç buharlaşan suyu yenilemek için 2 günde bir tekrarlanmıştır. Petri kaplarının kapakları buharlaşmayı engellemek amacıyla parafilm ile sarılmıştır. Petri kapları karanlık ortamda 20±1 °C sıcaklıkta muhafaza edilmiştir. Tüm tohumlar 10 günlük çimlenme periyodu boyunca her gün sayılmış ve 2 mm radikula çıkaran tohumlar çimlenmiş kabul edilmiştir (Çarpıcı ve Erdel, 2015). Araştırmada çimlenme yüzdesi, çimlenme hızı ve radikula uzunluğu Soltani ve ark. (2012)'na, vigor indeksi Hamidi ve Safarnejad, (2010)'a çimlenme indeksi ise Torabi ve ark. (2011)'e göre belirlenmiştir.

Deneme tesadüf parselleri faktöriyel deneme desenine

göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Elde edilen verilerin istatistik analizi MSTAT-C istatistik paket programı kullanılarak analiz edilmiş ve ortalamalar arası farklılıklar LSD testi ile belirlenmiştir. Yüzde oranlar açı transformasyonuna tabi tutularak istatistik analiz edilmiş, orijinal değerler verilmiştir (Soltani ve ark. 2012).

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### Çimlenme Yüzdesi (%)

Araştırmada incelenen çeşitlerin final çimlenme yüzde değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçlarına göre incelenen çeşitler arasında önemli ( $P \leq 0.01$ ) farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 2).

Çizelge 2. Araştırmadan elde edilen ortalama final çimlenme yüzdeleri (%) ve kök uzunlukları (mm)

Çeşitler	Final Çimlenme oranı (%)				Kök Uzunluğu (mm)			
	Kontrol	3 bar	6 bar	Ort.	Kontrol	3 bar	6 bar	Ort.
Bilensoy-80	79.3 f-1*	60.0 jk	14.7 o	<b>51.3 cde<sup>1</sup></b>	52.3 abc*	26.3 ijk	7.5 n-s	<b>28.7 cd<sup>1</sup></b>
Derby	71.3 hj	68.7 ij	3.3 q-t	<b>47.8 e</b>	43.0 def	26.6 ijk	1.5 s	<b>23.7 ef</b>
Elçi	95.3 ab	90.7 a-e	0.0 t	<b>62.0 b</b>	45.4 b-f	22.7 jkl	0.0 s	<b>22.7 fgh</b>
Escorial	83.3 d-h	82.0 d-1	10.7 op	<b>58.7 bc</b>	40.3 efg	28.5 ijk	6.9 o-s	<b>25.3 def</b>
Ezzelina	94.0 abc	86.0 c-g	2.0 q-t	<b>60.7 b</b>	43.8 c-g	23.2 jkl	3.3 qrs	<b>23.4 efg</b>
Fito Altiva	81.3 e-1	44.0 lm	10.0 op	<b>45.1 e</b>	37.2 fgh	22.9 jkl	2.8 qrs	<b>21.0 fgh</b>
Frigos	94.0 abc	92.0 a-d	15.3 o	<b>67.1 a</b>	47.0 b-e	34.5 ghi	5.8 p-s	<b>29.1 cd</b>
İside	89.3 b-f	84.0 d-h	6.7 pqr	<b>60.0 bc</b>	44.2 c-f	37.3 fgh	7.4 n-s	<b>29.6 cd</b>
MA-414	69.3 ij	41.3 lm	26.0 n	<b>45.6 e</b>	30.7 hij	28.5 ijk	6.6 o-s	<b>21.9 fgh</b>
Magna 601	36.7 lmn	51.3 kl	0.0 t	<b>29.3 f</b>	15.8 lmn	15.0 l-o	0.0 s	<b>10.3 1</b>
Nimet	85.3 c-g	82.7 d-1	8.7 opq	<b>58.9 bc</b>	49.1 a-d	28.4 ijk	13.0 m-p	<b>13.8 1</b>
Plato	82.0 d-1	78.7 f-1	2.7 rst	<b>54.4 de</b>	49.1 a-d	30.9 hij	2.5 rs	<b>27.5 cde</b>
Prosementi	75.3 ghi	63.3 ghi	13.3 o	<b>50.7 bcd</b>	53.7 ab	37.5 fgh	14.1 m-p	<b>35.1 ab</b>
Queen	82.0 d-1	82.7 d-1	8.7 op	<b>57.8 bcd</b>	52.0 abc	30.5 hij	10.8 n-r	<b>31.1 bc</b>
Sabrina	96.7 a	95.3 ab	12.7 o	<b>68.2 a</b>	56.4 a	41.4 d-g	11.4 n-q	<b>36.4 a</b>
Savaş	89.3 b-f	88.0 b-f	5.3 p-s	<b>60.9 b</b>	49.9 a-d	48.0 a-e	12.8 m-p	<b>36.9 a</b>
Sünter	47.3 klm	45.3 lm	0.7 st	<b>31.1 f</b>	33.6 ghi	20.8 klm	1.7 s	<b>18.7 gh</b>
Victoria	39.3 lm	33.3 mn	2.7 rst	<b>25.1 f</b>	26.7 ijk	25.8 ijk	3.2 qrs	<b>18.5 g</b>
Ort.	78.3 A <sup>+</sup>	70.5 B	8.0 C		40.1 A <sup>+</sup>	29.4 B	6.2 C	

\*Aynı sütun içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar. Duncan testine göre.  $P \leq 0.01$  hata sınırları içerisinde birbirlerinden farklıdır.

<sup>+</sup>Aynı satır içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar. Duncan testine göre.  $P \leq 0.01$  hata sınırları içerisinde birbirlerinden farklıdır.

<sup>1</sup> Aynı sütun içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar. Duncan testine göre.  $P \leq 0.01$  hata sınırları içerisinde birbirlerinden farklıdır.

Çeşitlerin ortalama final çimlenmesi yüzdeleri %25.1 ile %68.2 arasında değişmiş ve en yüksek final çimlenme yüzdesi Frigos ve Sabrina çeşitlerinden elde edilmiştir. Kontrol uygulamasından ortalama %78.3 olan final çimlenme yüzdesi artan PEG konsantrasyonlarında istatistiki olarak önemli derecede azalmış ve -6 bar PEG konsantrasyonunda %8.0'a kadar düşmüş ve bu osmotik stres uygulamasından elde edilen ortalama çimlenme yüzdesi istatistiki olarak en düşük istatistiksel grubu oluşturmuştur. Araştırma sonucunda osmotik stres uygulamasının -3 bar PEG konsantrasyonuna düşmesi bazı çeşitlerde çimlenme oranları açısından kontrol uygulamasına göre istatistiki olarak bir fark oluşturmamıştır. Nitekim kontrol uygulamasında

Sabrina, Frigos, Savaş çeşitlerinin çimlenme yüzdeleri ile (sırasıyla %96.7, 94.0 ve 89.3), - 3 bar PEG uygulamasından elde edilen çimlenme yüzdeleri (sırasıyla %95.3, 92.0 ve 88.0) arasında istatistiki olarak önemli derecede fark oluşmamıştır. Ancak -6 bar osmotik stres uygulaması tüm çeşitlerin çimlenme yüzdelerinde %36.6-95.3 arasında değişen oranda azalmalara neden olmuştur (Çizelge 2). Araştırmadan elde edilen değerler bazı araştırmacıların elde ettikleri değerler ile uyum içerisinde (Budaklı Çarpıcı ve Erdel, 2015; Hamidi ve Safarnejad, 2010; Tilaki ve ark., 2009; Feng ve ark., 2018; Safarnejad, 2008). Çimlenme yüzdesi özellikle yonca gibi küçük tohumlu bitkilerin performansını değerlendirmede önemli bir kriterdir. Çimlenme yüzdesi göz önünde

bulundurulduğunda Frigos ve Sabrina çeşitlerinin diğer çeşitlere göre bu şartlara daha toleranslı olduğu söylenebilir.

### Kök Uzunluğu (mm)

Araştırmada incelenen çeşitlerin kök uzunluğu yüzde değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçlarına göre incelenen çeşitler arasında çok önemli (0.01) farklılıklar bulunmuş, kök uzunlukları 10.3 mm ile 36.9 mm arasında değişmiştir (Çizelge 2). En yüksek kök uzunlukları aynı istatistiki grubu oluşturan Sabrina, Savaş ve Prosementi çeşitlerinden elde edilmiştir. Bu durum bu çeşitlerin diğer çeşitlere göre kök uzunlukları bakımından üstün olduklarını göstermektedir. Kontrol uygulamasında 40.1 mm olan ortalama kök uzunluğu artan PEG konsantrasyonunda istatistiki olarak önemli derecede azalmış ve -6 bar PEG uygulamasında ise 6.2 mm'ye kadar düşmüş ve söz konusu PEG uygulamasında istatistiki olarak en düşük istatistiki grubu oluşturmuştur. PEG konsantrasyonunun -3 barlık kuraklık stresinde Savaş ve Victoria çeşitleri kontrol uygulamasına göre istatistiki olarak farklı olmazken, diğer çeşitler istatistiki olarak önemli derecede azalma göstermiştir. Kuraklık stresinin -6 bar seviyesi ise kök uzunluğu üzerine gerek -3 bar gerekse kontrol uygulamasına göre istatistiki olarak önemli derecede azalmaya neden olmuştur. Araştırma sonucunda elde edilen bulgular bazı araştırmacıların (Hesabi ve ark. 2014; Hashang ve Mohsen, 2013; Carmen ve Nedelea, 2012 ve Hamidi ve Safarnejad, 2010.) elde ettikleri bulgular ile benzerlik göstermektedir. Budaklı Çarpıcı ve Erdel (2015), aralarında bu araştırmada kullanılan yonca çeşitlerinin de bulunduğu beş farklı yonca çeşidi ile yaptığı araştırmalarında, ortalama kök uzunluklarını 0.00-54.45 mm arasında tespit etmiştir. Aynı araştırmada kuraklık stresi arttıkça ortalama kök uzunluklarının da arttığını belirlenmiştir. Araştırmamızdan elde edilen bulgular ise artan kuraklık stresinde ortalama kök uzunluğunun azaldığını göstermektedir. Bu kuraklık stresi altında kök uzunluklarının değişkenlik göstermesine, araştırmada kullanılan PEG konsantrasyonundaki farklılığın neden olduğunu söylenebilir. Daha yoğun kullanılan PEG şartlarında bile bazı çeşitlerdeki kontrole göre azalmanın olmaması, kurak bölgelerde derinlerde bulunan suya ulaşma bakımından bu çeşitleri avantajlı yapmaktadır.

### Vigor İndeksi

Vigor indeksi değerlerine uygulanan varyans analizi sonuçlarına göre incelenen çeşitler, vigor indeksi ortalama değerlerinde istatistiki bir farklılık oluşturmuştur ( $P \leq 0.01$ , Çizelge 3). Çeşitlerin farklı kuraklık stresi altında elde edilen ortalama vigor indeksi kontrol uygulamasında 32.3 olmuş, ortalama

vigor indeksi artan kuraklık stresinde azalmış (21.6 ve 0.7) ve bu azalış istatistiki olarak önemli farklılık meydana getirmiştir. Elde edilen vigor indeksi değerleri incelendiğinde araştırmadan elde edilen vigor indeksi değerleri 0.00 ile 54.5 arasında değişmiş ve bu değişimin istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Çeşitler arasında en düşük vigor indeksi Sünter, Victoria ve Magna 601 çeşitlerinde belirlenmiştir. En yüksek vigor indeksi değerini ise 31.8 ile Sabrina çeşidi vermiştir. Artan kuraklık stresi ortalama vigor indeksi değerlerinin düşmesine neden olmuş ve bu olumsuz etki istatistiki olarak önemli derecede farklılık göstermiştir. Benzer bulgular bazı araştırmacılar tarafından elde edilmiştir (Feng ve ark., 2018; Budaklı Çarpıcı ve Erdel, 2015). Araştırmadan elde edilen değerlere göre kuraklık stresinin artması vigor indeksi değerlerinin düşmesine neden olmuştur. Nitekim Budaklı Çarpıcı ve Erdel (2015) araştırmalarında artan kuraklık stresinin vigor indeksi değerinin azalmasına neden olmuş ve bu bulgu araştırmamızı destekler niteliktedir. Vigor indeksi değeri çimlenme oranı değerlerinde formül ile hesaplandığından dolayı çimlenme oranı değerleri ile paralellik göstermesi beklenen bir durumdur. Sabrina ve Frigos çeşitlerinin diğer çeşitlere göre çimlenme yüzdesinde olduğu gibi vigor indeksi bakımından daha üstün oldukları görülmektedir. -3 bar PEG uygulamasında vigor indeksi değerleri bazı çeşitlerde çok fazla bir değişiklik meydana getirmemiş ve hatta Savaş çeşidinde istatistiki olarak etkilememiştir. Bu durum vigor indeksi bakımından çeşitlerin tolerans sınırı olarak -3 bar PEG konsantrasyonu olduğunu söylemek mümkündür. Vigor indeksi parametresinin çimlenme oranları kullanılarak hesaplanmasından dolayı çimlenme yüzdesinde öne çıkan çeşitlerin vigor indeksinde de öne çıkması beklenen bir durumdur.

### Çimlenme İndeksi

Araştırmada incelenen çeşitlerin çimlenme indeksi değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçlarına göre incelenen çeşitler arasında çok önemli farklılıklar bulunmuştur. Çeşitlerin ortalama çimlenme indeksi 35.1 ile 85.3 arasında değişiklik göstermiş ve bu değişim istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 3).

Çeşitlere uygulanan kuraklık stresi çeşitlerin ortalama çimlenme indeksi değerlerini istatistiki olarak önemli ( $P \leq 0.01$ ) derecede etkilemiştir. Kontrol uygulamasında 82.2 olan çimlenme indeksi -3 bar PEG kuraklık stresi uygulamasında 89.9, -6 PEG kuraklık stresi uygulamasında ise 20.0 olmuş ve bu değerler istatistiki olarak önemli farklılıklar meydana getirmiştir. En düşük çimlenme indeksi değeri 35.1 ile Victoria çeşidinden elde edilirken en yüksek çimlenme indeksi değeri ise 85.3 ile MA-414 çeşidinden elde edilmiş ve ortalama çimlenme değerleri arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Kontrol uygulamasında 81.2 olan çimlenme indeksi -3 PEG kuraklık stresinde 89.9'a yükselmiş, -6 PEG kuraklık stresinde ise 20.0'a düşmüş ve bu değişim istatistiksel olarak önemli olmuştur.

Feng ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada çimlenme indeksi %5 PEG uygulamasına kadar yükseldiği ve artan kuraklık stresi ile de çimlenme indeksinin düşmeye başladığını bildirmişlerdir. MA-414 ve Ezzelina çeşitlerinin çimlenme indeksi bakımından diğer çeşitlere göre daha üstün olduğunun söylemek mümkündür. Çimlenme indeksi hesaplamasında her

gün çimlenen tohum sayısı kullanılmakta ve bu parametre iyi ve hızlı bir çıkış oluşturabilme potansiyeli olan çeşitlerin belirlenmesinde önemli bir kriterdir. Yonca tesisinde ekilen tohumların hızlı bir şekilde çimlenmesi ve fidelerin tarlaya yerleşmesi tesisin devamlılığı ve verim potansiyeli açısından önemlidir. Nispeten kurak şartlarda veya ekimden sonra meydana gelen kuraklık şartlarında ve daha da önemlisi sulama sıkıntısının olduğu durumlarda hızlı bir çıkış ve fide oluşumu daha da önem kazanmaktadır.

Çizelge 3. Araştırmadan elde edilen çimlenme ve vigor indeksi

Çeşitler	Vigor index				Çimlenme İndeksi			
	Kontrol	3 bar	6 bar	Ort.	Kontrol	3 bar	6 bar	Ort.
Bilensoy-80	41.7 b*	16.2 gh	1.1 k	<b>23.1 cd<sup>1</sup></b>	82.7 e-m*	95.0 c-h	33.3 qrs	<b>70.3 bcd<sup>1</sup></b>
Derby	30.7 cd	18.6 fg	0.1 k	<b>17.7 efg</b>	111.3 bc	96.3 c-g	10.0 uv	<b>72.5 bcd</b>
Elçi	43.3 b	20.6 efg	0.0 k	<b>24.9 bc</b>	72.0 j-o	94.6 c-h	0.0 v	<b>55.6 ef</b>
Escorial	33.6 c	23.4 ef	0.8 k	<b>16.3 fg</b>	78.7 g-m	110.0 bc	29.7 q-t	<b>72.8 bcd</b>
Ezzelina	41.2 b	20.0 efg	0.1 k	<b>19.5 ef</b>	86.0 e-k	135.3 a	6.3 v	<b>75.9 b</b>
Fito Altiva	30.3 cd	10.1 ij	0.3 k	<b>16.8 fg</b>	116.0 b	75.7 h-m	28.0 q-u	<b>73.2 bcd</b>
Frigos	44.2 b	31.7 c	1.1 k	<b>27.9 b</b>	76.7 g-m	94.7 c-h	39.7 pq	<b>70.3 bcd</b>
İside	39.5 b	31.4 c	0.7 k	<b>20.6 de</b>	92.7 c-ı	111.3 bc	17.0 r-v	<b>73.7 bc</b>
MA-414	21.4 e-g	11.8 hij	1.7 k	<b>8.9 h</b>	107.7 bcd	71.7 j-o	76.7 g-m	<b>85.3 a</b>
Magna 601	5.7 jk	7.8 j	0.0 k	<b>2.6 i</b>	66.3 l-o	67.7 k-o	0.0 v	<b>44.7 g</b>
Nimet	40.4 b	23.7 ef	1.3 k	<b>14.3 g</b>	83.0 e-m	80.0 e-m	15.0 s-v	<b>59.3 e</b>
Plato	40.4 b	24.3 ef	0.2 k	<b>23.3 cd</b>	81.7 e-m	98.7 b-f	7.7 v	<b>62.7 de</b>
Prosementi	40.6 b	24.3 ef	1.9 k	<b>16.7 fg</b>	96.3 c-g	90.0 d-j	33.7 qr	<b>73.3 bcd</b>
Queen	42.6 b	25.2 de	0.9 k	<b>26.2 bc</b>	73.3 ı-n	84.3 e-l	16.3 r-v	<b>58.0 e</b>
Sabrina	54.5 a	39.5 b	1.6 k	<b>31.8 a</b>	56.3 nop	93.3 c-h	26.3 q-u	<b>58.7 e</b>
Savaş	44.6 b	42.2 b	0.9 k	<b>25.5 bc</b>	81.0 e-m	99.7 b-e	11.3 tuv	<b>64.0 cde</b>
Sünter	15.9 hğı	9.7 j	0.0 k	<b>8.4 h</b>	63.6 mno	77.3 g-m	2.0 v	<b>47.7 fg</b>
Victoria	10.7 hij	8.6 j	0.0 k	<b>6.4 h</b>	53.7 op	44.0 pq	7.7 v	<b>35.1 h</b>
Ortalama	32.3 A <sup>+</sup>	21.6 B	0.7 C		81.2 B <sup>+</sup>	89.9 A	20.0 C	

\*Aynı sütun içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar. Duncan testine göre.  $P \leq 0.01$  hata sınırları içerisinde birbirlerinden farklıdır.

+Aynı satır içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar. Duncan testine göre.  $P \leq 0.01$  hata sınırları içerisinde birbirlerinden farklıdır.

<sup>1</sup> Aynı sütun içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar. Duncan testine göre.  $P \leq 0.01$  hata sınırları içerisinde birbirlerinden farklıdır.

### Çimlenme Hızı

Araştırmada incelenen çeşitlerin çimlenme hızı değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçlarına göre incelenen çeşitler arasında çok önemli farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 4). Ortalama çimlenme hızları 4.4 ile 24.4 arasında değişiklik göstermiş ve bu değişim istatistiksel olarak çok önemli derecede farklılık göstermiştir ( $P \leq 0.01$ ).

Çeşitlerin ortalama çimlenme hızı en düşük Victoria, Sünter ve Magna 601 çeşitlerinden elde edilmiştir (sırasıyla 5.6, 5.6 ve 4.4). En yüksek çimlenme hızı Sabrina çeşidinden (24.4) elde edilmiştir. Çeşitlere uygulanan farklı kuraklık streslerinden elde edilen ortalama değerler arasında önemli derecede farklılık vardır ve bu farklılık istatistiksel olarak önemli olmuştur. Safarnejad (2008)'a göre çimlenme hızı artan kuraklık stresi seviyelerinde oldukça azalma göstermiş ve -1.2 MPa'da en düşük değere ulaşmıştır.

Kontrol uygulamasında 24.5 olan çimlenme hızı -3 bar PEG konsantrasyonunda 15.7, -6 bar Peg konsantrasyonunda ise 0.8 olmuş ve bu değişim istatistiksel olarak önemli derecede birbirinden farklılık göstermiştir. Benzer bulgular Safarnejad (2008), Tilaki ve ark. (2009), ve Hamidi ve Safarnejad (2010) tarafından da elde edilmiştir. Çimlenme hızının hesaplanmasında kullanılan değer çimlenen tohum sayıları olduğundan çimlenme hızı ve çimlenme oranı değerleri birbiri ile uyum içerisinde. Çimlenme indeksinde olduğu gibi çimlenme hızı hesaplamasında da kullanılan parametre çimlenen tohum sayılarıdır. Bundan dolayı çimlenmenin hızlı olması ve bunun kuraklık ve/veya sulama sıkıntısı olan zamanlarda meydana gelen kuraklık stresinden etkilenmemesi iyi bir yonca tesisi oluşturmada ve çeşit seçiminde önemli bir göstergedir.

Çizelge 4. Araştırmadan elde edilen ortalama çimlenme hızı (gün)

Çeşitler	Çimlenme Hızı			
	Kontrol	3 bar	6 bar	Ort.
Bilnsoy-80	23.2 ghi*	10.5 no	1.1 r	<b>11.6 f</b>
Derby	12.4 mno	13.1 mn	0.3 r	<b>8.6 g</b>
Elçi	37.6 b	23.3 gh	0.0 r	<b>20.3 b</b>
Escorial	30.4 cd	16.7 kl	1.0 r	<b>16.1 d</b>
Ezzelina	31.3 c	14.8 lm	0.2 r	<b>15.4 de</b>
Fito Altiva	19.2 jk	7.3 pq	0.9 r	<b>9.1 g</b>
Frigos	35.4 b	23.8 fg	1.6 r	<b>20.3 b</b>
İside	28.2 de	17.3 kl	0.7 r	<b>15.4 de</b>
MA-414	14.1 m	9.8 op	2.3 r	<b>8.7 g</b>
Magna 601	6.2 o	6.9 q	0.0 r	<b>4.4 h</b>
Nimet	29.9 cd	24.2 fg	1.3 r	<b>18.5 c</b>
Plato	25.5 fg	17.4 kl	0.2 r	<b>14.4 e</b>
Prosementi	20.7 hij	12.5 mno	1.4 r	<b>11.5 f</b>
Queen	30.2 cd	23.5 g	1.2 r	<b>18.3 c</b>
Sabrina	45.2 a	26.4 ef	1.6 r	<b>24.4 a</b>
Savaş	32.3 c	20.6 ij	0.7 r	<b>17.8 c</b>
Sünter	9.7 op	7.0 pq	0.1 r	<b>5.6 h</b>
Victoria	9.7 op	6.8 q	0.2 r	<b>5.6 h</b>
Ortalama	24.5 A <sup>†</sup>	15.7 B	0.8 C	

\*Aynı sütun içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar. Duncan testine göre.  $P \leq 0.01$  hata sınırları içerisinde birbirlerinden farksızdır.

+Aynı satır içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar. Duncan testine göre.  $P \leq 0.01$  hata sınırları içerisinde birbirlerinden farksızdır.

<sup>1</sup> Aynı sütun içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar. Duncan testine göre.  $P \leq 0.01$  hata sınırları içerisinde birbirlerinden farksızdır.

## SONUÇ

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre çimlenme oranları kontrole göre -3 bar kuraklık stresinde %9.96, -6 bar kuraklık stresinde %88.6 oranında azalmıştır. Yonca tohumlarının eski veya taze olması, kaplı veya çıplak olması gibi etkenler çimlenme oranının düşük olmasına neden olan etkenlerdendir. Bu yüzden çimlenme yüzdesi başarılı bir yonca tesisi için en önemli hususlardan biridir. Bunun yanında incelenen diğer özelliklerin hesaplanmasında da çimlenme oranının kullanılması çeşit seçiminde çimlenme oranının önemini bir kez daha ortaya koymaktadır. Bu hususlar dikkate alındığında incelenen çeşitler arasında Sabrina, ve Frigos gibi yeni tescil edilen çeşitler yanında 1983 yılında üretim izni alan çok eski bir çeşit olan Elçi çeşitlerinin çimlenme oranlarına göre erken gelişme döneminde kuraklık stresine toleranslı olduğu, Magna 601, Victoria ve Sunter çeşitlerinin ise kuraklık stresine toleranslı olmadığı belirlenmiştir. İncelenen bütün karakterler dikkate alındığında Sabrina kuraklık stresine en toleranslı çeşit olarak değerlendirilebilir. Sulama imkanlarının kısıtlı olduğu bölgelerde tavsiye edilebilecek bu çeşidin, kurak ve kısıtlı sulamanın olduğu bölgelerde tarla denemelerine dahil edilmesi, bu bölgelerde yonca üretimini geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

- Carmen D, Nedelea G 2012. The Effect of Genotype And Water Stress on Germination Ability of Seeds in Some Alfalfa Varieties. Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology, 16(1):153-156.
- Çarpıcı Budaklı E, Erdel B 2015. Determination of Responses of Different Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Varieties to Salt Stress at Germination Stage. YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi 26: 61-67.
- Feng J, Wang D, Shao C, Zhang L. Tang X 2018. Effects of Cold Plasma Treatment on Alfalfa Seed Growth Under Simulated Drought Stress. Plasma Science and Technology. 20 (3): 35-50.
- Hamidi H 2000. Experiment on Alfalfa to Measure its Tolerance to Drought Using Texture Culture Technique. M.A. Agriculture Thesis, Agriculture University, Tarbiat Modares University, pp: 154.
- Hamidi H, Safarnejad A 2010. Effect of Drought Stress on Alfalfa Cultivars (*Medicago sativa* L.) in Germination Stage. American-Eurasian Journal of Agricultural Environmental Sciences 8(6): 705-709.
- Kalefetoğlu T, Ekmekçi Y 2005. The Effect of Drought on Plant Sand Tolerance Mechanisms. Gazi University. Journal of Science, 18 (4): 723- 740.
- Kaplan Ş, Güçlü Ş, Baytekin G, Tiryaki 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 , Çanakkale.
- Özkurt M 2018. Tokat-Kazova Ekolojik Koşullarında Farklı Sıra Arası ve Tohumluk Miktarlarının Yonca (*Medicago sativa* L.)'da Ot Verimi ve Kalite Karakterleri Üzerine Etkileri. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, (Doktora Tezi). Tokat, 141 s.
- Safarnejad A 2008. Morphological and Biochemical Response to Osmotic Stress in Alfalfa (*Medicago sativa* L.). Pak. J. Bot., 40(2): 735-746.
- Saxena RC, Harshan V, Saxena A, Sukumaran P, Sharm, MC, Lakshaman Kumar M 1993. Larvicidal and Chemosterilant Activity of *Annona Squamosa* Alkaloids Against *Anopheles Stephensi*. Journal of the American Mosquito Control Association. (9): 84-97.
- Soltani A, Khodarahmpour Z, Jafar A A, Nakhjavan S 2012. Selection of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Cultivars for Salt Stress Tolerance Using Germination Indices. African Journal of Biotechnology, 11(31):7899-7905.
- Tilaki GAD, Behtari. B 2009. Effect of Salt and Water Stress on the Germination of Alfalfa (*Medicago Sativa* L.) Seed 2: 158-164.
- 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.