

Kuraklık Stresinin Bazı Serin İklim Çim Alan Buğdaygillerinin Çimlenmesi ve Sürgün Gelişimi Üzerine Etkileri

Mustafa YILMAZ^{1*} , Ali DOĞRU² , Yasemin KOZAN³ 

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

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

³Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Sakarya

ÖZ

Bu çalışma, serin iklim çim alan buğdaygillerinden; *Lolium*, *Poa*, *Agrostis* ve *Festuca* cinslerine ait 10 çeşidin çimlenme döneminde kuraklık stresine dayanıklılığının belirlenmesi amacıyla Eylül 2020 tarihinde Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Pamukova Meslek Yüksekokulu laboratuvarlarında yürütülmüştür. Kuraklık stresini oluşturmak için farklı PEG-6000 (Polietilen glikol) konsantrasyonları (0, -2, -4, -6,-8, -10 bar) kullanılmıştır. Araştırma tesadüf parselleri deneme deseninde 2 faktörlü ve 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Araştırmada; çimlenme oranı, sapçık uzunluğu, kökçük uzunluğu, vigor indeksi, sapçık/kökçük oranı, sapçık yaş ağırlığı, kökçük yaş ağırlığı, sapçık kuru ağırlığı, kökçük kuru ağırlığı ve kuraklığa tolerans indeksi özellikleri incelenmiştir. Araştırmada PEG konsantrasyonlarının artmasıyla çimlenme oranlarının düştüğü belirlenmiştir. İncelenen türler arasında *Festuca arundinacea* Starlett ve *Festuca arundinacea* Titan RX Rizomlu çeşitlerinin diğer çeşitlere göre kuraklığa daha toleranslı olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kuraklık stresi, PEG-6000 (Polyethylene glycol), Çimlenme, Sürgün gelişimi, Serin iklim çim bitkileri.

Effects of Drought Stress on the Germination and Shoot Development in Some Cool Climate Turfgrass

ABSTRACT

This study was carried out in order to determine the resistance of 10 varieties belonging to the species *Lolium*, *Poa*, *Agrostis* and *Festuca*, which have a cool climate turfgrass drought stress during germination, in the laboratories of Sakarya Applied Sciences University, Pamukova Vocational School in September 2020. PEG-6000 (Polyethylene glycol) concentrations (0, -2, -4, -6,-8, -10 bar) were used to create different levels of drought stress. The study was established in a "Randomized Plot Design" with 2 factors and 3 replications. In this study; germination rate, stem length, root length, vigor index, stem/root ratio, stem wet weight, root wet weight, stem dry weight, root dry weight and drought tolerance index were investigated. In the study, it was determined that the germination rates decreased with the increase of PEG concentrations. According to the findings obtained in the study, it was observed that as the drought stress increased. *Festuca arundinacea* Starlett and *Festuca arundinacea* Titan RX Rhizome varieties were found to be more drought stress than other varieties in terms of the characteristics examined.

Keywords: Drought stress, PEG-6000 (Polyethylene glycol), Germination, Shoot development, Cool climate turfgrass.

* Corresponding Author's e-mail: mustafayilmaz@subu.edu.tr

1 Giriş

Tarım alanlarının stres faktörleri incelendiğinde, kuraklığın %26 oranıyla başı çektiği görülmekte ve tüm Dünya’da etkili olan iklim değişiklikleri, ülkemizin de dahil olduğu büyük alanları kuraklık riskiyle karşı karşıya bırakmaktadır [1]. Kuraklık, sadece bitkileri değil yavaş ve sinsi geliştiği için su kaynaklarını, tüm tarım ürünlerini ve canlıları etkileyerek çok kapsamlı sosyoekonomik zararlara sebep olan bir afettir. Bu doğal afet diğer doğal olaylar gibi değişik büyüklükte gerçekleşebilir [2].

Tüm Dünya’da nüfusun hızla artması nedeniyle, geçtiğimiz yüzyılın finans ve gelişme kaynağı olan sanayileşme ve kentleşme, yaşam kalitesinde yaygın ve yoğun sorunlara neden olmuştur. Buna karşın, aynı nüfusun ihtiyaçları için gerekli olan tarım arazileri bozulmakta ve azalmaktadır. Ormanların azalması, bitki ve hayvan türlerinin giderek yok olması, yeraltı su kaynaklarının azalması ve rezervlerin düşmesi ile atmosfere bırakılan sera gazlarının sıcaklığı artırması, bu anlamda gelişen küresel sorunlar, insan ırkının geleceğini tehdit etmeye başlamış olup bu etmenler kuraklığa yol açmaktadır [3]. Türkiye’de kuru tarım yapma zorunluluğu, yaklaşık 4,5-5 milyon hektar tarım alanının yıllık 400 mm’den daha az yağış almasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle uzun kuraklıkların olduğu dönemlerde hem üretim miktarında azalma hem de kalitede yoğun düşüşler gözlenmektedir. Dolayısıyla, kuru tarım yapmak zorunda kalınan kurak alanlarda bu duruma karşı toleransı yüksek türlerle çalışmak ekonomik ve etkili bir tercih olacaktır [4,5].

Ülkemizde değişen imar yasaları gereği artık şehir planlamalarında yeşil alan olması bir zorunluluk haline geldiği gibi insanımızda yeşil alan kültürü değişmiş; insanlar artık spor yapmak için daha kaliteli yeşil alanları tercih etmeye başlamıştır [6]. Yeşil alanlar oluşturulurken genel olarak; yumak, stolon ve rizom oluşturabilme özelliklerine sahip olan buğdaygil çim bitkileri kullanılmaktadır. Bitkiler için; kullanılacağı bölgenin ekolojik şartları, bu şartlarda bitkinin göstereceği tepki, hangi amaçla kullanılacağına bilinmesi ve bitki çeşitlerinden hangilerinin seçiminin uygun olacağını belirlemek önemlidir. Bu nedenle kullanılacak türlerin ve çeşitlerinin ayrıntılı olarak incelenmesi gerekmektedir [7]. Hem doğal vejetasyon hem de yetiştiricilik açısından incelendiğinde, çim alanlarını oluşturacak serin iklim buğdaygillerinden *Lolium*, *Poa*, *Agrostis* ve *Festuca* cinslerinin çoğu ülkemiz ekolojik koşullarına oldukça uygun olduğu bilinmektedir [8].

Çevremizdeki yeşil alanları incelediğimizde birçok farklı tür ve çeşitten meydana geldiğini görürüz. Yaşam alanlarımızı güzelleştiren bu elemanlar; ağaçlar, çalılar ve yer örtücü bitkiler olup, peyzaj çalışmalarında yer örtücü bitkiler olarak en çok buğdaygil çim bitkileri kullanılmaktadır. Parklar, bahçeler, spor alanları, havalimanları, mezarlıklar, karayolu şevleri, baraj koruma alanları gibi birçok alanda değerlendirilen yeşil alan buğdaygil bitkileri, kullanıldıkları alanda hem işlevsel hem de estetik olmaktadır. Bu buğdaygiller renkleri ile gözü ve ruhu dinlendirip insanın içini ferahlatmakta, mekâna; derinlik, huzur, berraklık, temizlik ve düzen getirerek insanda hayata bağlayıcı etkiler oluşturmaktadır. Çim alanlardan üst düzeyde yararlanmak için seçilecek çim bitkisinin türünün, tarımsal özelliklerinin ve bulunduğu bölgeye uyumlu olup olmadığının çok iyi bilinmesi ve yapılacak seçimin bu kriterlere uygun olması gerekmektedir. Kurulumu iyi yapılmış 1 m²’lik bir çimenlik alanda 4000’e yakın çim bitkisi enerjiyi absorbe ederek bir klima gibi çalışabilir, hâlbuki aynı yüzey betonla kaplanmaya kalkılırsa sıcaklık farkı 20-25 °C artabilmektedir [7].

PEG ile oluşturulan kuraklık stresi çalışmalarında bazı araştırmacılar [9,10] çimlenme oranlarının düştüğünü, sap uzunluğunun azaldığını, kök uzunluğunun ise önce arttığını daha yüksek kuraklık streslerinde ise azaldığını bildirmişlerdir. Yine artan PEG konsantrasyonlarının erken fide gelişimini negatif etkilediği [10,11,12,13] sapçık [13,14], kökçük [13,14,15] uzunluklarında ve vigor indeksinde [11,16,17] önemli azalmalara neden olduğu bildirilmektedir. Ayrıca kuraklık seviyesi arttıkça sapçık [18] ve kökçük yaş ağırlığının da azaldığı [17-21] bilgisi verilmektedir.

Bu araştırmanın amacı, küresel ısınmayla birlikte artan kuraklık şartlarına toleranslı serin iklim çim buğdaygillerini belirlemek, kurak alanlarda bu türlerin kullanılmasıyla gittikçe artan kurak alanlardan optimum fayda sağlamakla birlikte ülkemizde yetiştiriciliği yapılan ve piyasada yoğun olarak satışı yapılan çim alan bitkilerinin erken dönemde farklı PEG-6000 konsantrasyonları ile oluşturulan kuraklık stresi koşullarında verdikleri tepkileri belirlemek ve hassas/tolerant çeşit ayrımını yapıp kuraklık problemi ile karşı karşıya kalmış topraklarda öneride bulunabilmektir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırma, Eylül 2020 tarihinde Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Pamukova Meslek Yüksekokulu laboratuvarında yürütülmüştür. Bitki materyali olarak; *Lolium perenne* L. “Esquire”, *Poa pratensis* L. “Evora”, *Agrostis stolonifera* L. “Emerald”, *Agrostis tenuis* Sibth. “Denso”, *Festuca arundinacea* Schreb. “Titan RX Rizomlu”, *Festuca arundinacea* Schreb. “Starlett”, *Festuca rubra commutate* Gaudin. “Casanova”, *Festuca rubra rubra* L. “Maxima”, *Festuca rubra trichophylla* L. “Samanta” ve *Festuca ovina* L. “Ridu” çeşitleri kullanılmıştır.

Çalışmada kuraklık oluşturacak materyal olarak polietilen glikol (PEG-6000) solüsyonları kullanılmıştır. Oluşturulması istenen su stresi ortamının stres derecesi ile (su potansiyeli ile) saf suya eklenecek PEG-6000 miktarı arasında bir parabolik ilişki aşağıdaki formüle göre geliştirilmiştir: $0,00010122 \times c^2 + 0,00646 \times c = -\Psi$ Buradaki Ψ yerine oluşturulması istenen stres derecesinin bar olarak değeri (örneğin 2, 4 vb) yazılıp parabolün c değişkenleri belirlendiğinde pozitif c değeri 1 kg saf suya konulacak PEG 6000 miktarını gram cinsinden vermektedir [22].

2.2. Yöntem

Bu çalışma, “Tesadüf Parselleri Deneme Deseni”ne göre 2 faktörlü ve 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Osmotik potansiyel -2, -4, -6, -8 ve -10 bar olarak ayarlanmıştır. 9 cm çapında petri kaplarına kurutma kâğıdı konularak tohumlar üzerine serpilmiş ve üzerlerine sırasıyla 10 ml PEG-6000 kimyasalının -2, -4, -6, -8 ve -10 konsantrasyonlarını içeren solüsyon uygulanmıştır. Daha sonra 23 °C sıcaklıktaki etüvde 15 gün bekletilmiştir. Etüvde bekleme sürecinde herhangi bir besin maddesi eklenmemiş yalnızca kuruyan petrilere ilave solüsyon uygulaması yapılmış ve aşağıdaki karakterler incelenmiştir;

- ✓ Çimlenme Oranı (%): 15 günün sonunda çimlenen tohumlar sayılıp, (çimlenen tohum/toplam tohum) $\times 100$ formülüyle hesaplanmıştır [23,24].
- ✓ Sapçık ve Kökçük Uzunluğu (mm): Çimlenme gerçekleşikten sonra tesadüfen seçilen 10 bitki milimetrik cetvelle ölçülmüş, 2 mm’yi geçen tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir [25].
- ✓ Vigor İndeksi: Kökçük uzunluğu + sapçık uzunluğu \times çimlenme oranıyla hesaplanmıştır [26,27].
- ✓ Sapçık/Kökçük Oranı: Sapçık ve kökçük verilerinin oranlanmasıyla elde edilmiştir.
- ✓ Sapçık ve Kökçük Yaş Ağırlığı (mg): Çimlenme gerçekleşikten sonra tesadüfen seçilen 30 bitkinin yaş ağırlıkları hassas terazide tartılarak bulunmuştur.
- ✓ Sapçık ve Kökçük Kuru Ağırlığı (mg): Örneklerin 70 °C’de 48 saat kurutma dolabında kurutulup tartılması ile belirlenmiştir.
- ✓ Kuraklığa Tolerans İndeksi (TKA/KKA) $\times 100$: Elde edilen kuru ağırlıklar üzerinden yapılan hesaplamalarla bulunmuştur. (TKA: toplam kuru ağırlık, KKA: kontrol uygulamasındaki kuru ağırlık) [26].

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

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Çimlenme oranı

Araştırmada kullanılan çeşitlerin farklı PEG-6000 konsantrasyonlarındaki ortalama çimlenme oranları Tablo 1’de verilmiştir.

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

Çeşitler	PEG Konsantrasyonları (Bar)						Çeşit Ortalama
	0	-2	-4	-6	-8	-10	
<i>L. perenne</i> Esquire	96,50	91,37	80,57	48,23	0,00	0,00	52,78 e
<i>P. pratensis</i> Evora	90,47 b	86,47	71,50	44,43	0,00	0,00	48,81 f
<i>A. stolonifera</i> Emerald	88,37	75,47	61,40	34,40	0,00	0,00	43,27 j
<i>A. tenuis</i> Denso	91,43	76,47	62,47	35,47	0,00	0,00	44,31 ı
<i>F. arundinacea</i> Titan RX	98,37 a	96,43 b	92,47	82,47	46,33	0,00	69,34 a
<i>F. arundinacea</i> Starlett	94,43 c	92,43	88,37	71,50	41,37	0,00	64,68 b
<i>F. r. commutata</i> Casanova	69,23	67,37	61,30	51,43	38,40	0,00	47,96 g
<i>F. r. rubra</i> Maxima	80,37	77,33	73,50	51,53	47,37	0,00	55,02 d
<i>F. r. trichophylla</i> Samanta.	67,37	64,40	59,33	51,47	34,33 z	0,00	46,15 h
<i>F. ovina</i> Ridu.	86,47	84,33	78,53	55,33	41,37	0,00	57,67 c
PEG Ortalaması	86,30 a	81,21 b	72,94 c	52,63 d	24,92 e	0,00 f	----
(E.Ö.F.) %5	Çeşit: 0,153		PEG: 0,118		Çeşit × PEG: 0,374		

Çeşitler arasında en yüksek çimlenme oranı %69,34 ile *Festuca arundinacea* Rizomlu çeşidinde ortaya çıkmıştır. Kontrol grubu hariç, PEG konsantrasyonlarının en yüksek çimlenme oranı -2 barda, çeşit×PEG konsantrasyonu etkileşimlerinde ise %96,43 ile -2 bar konsantrasyonunda *Festuca arundinacea* çeşidinde gerçekleşmiştir.

PEG konsantrasyonlarına bakıldığında, -8 barda bazı çeşitlerde çimlenme görülmezken, -10 barda hiç bir çeşit çimlenmemiştir. Kullanılan PEG-6000 konsantrasyonu arttıkça çimlenme oranı düştüğü belirlenmiştir. Yapılan çalışma diğer araştırmacıların [9,10] bulgularıyla paralellik göstermektedir.

3.2. Sapçık uzunluğu

Araştırmada kullanılan çeşitlerin ortalama değerleri Tablo 2’de verilmiştir.

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

Çeşitler	PEG Konsantrasyonları (Bar)						Çeşit Ortalama
	0	-2	-4	-6	-8	-10	
<i>L. perenne</i> Esquire	67,77	62,43	48,77	31,10	00,00	00,00	34,51 d
<i>P. pratensis</i> Evora	43,47	41,83	31,27	21,27	00,00	00,00	22,97 g
<i>A. stolonifera</i> Emerald	20,60	20,13	17,27	15,20 z	00,00	00,00	12,20 j
<i>A. tenuis</i> Denso	21,43	20,94	18,47	16,20	00,00	00,00	12,83 ı
<i>F. arundinacea</i> Titan RX	79,40 b	67,47	54,47	46,36	23,27	00,00	45,16 b
<i>F. arundinacea</i> Starlett	82,47 a	77,53 c	58,47	47,40	25,50	00,00	48,56 a
<i>F. r. commutata</i> Casanova	35,37	31,37	29,30	21,27	17,33	00,00	22,43 h
<i>F. r. rubra</i> Maxima	42,37	41,20	37,37	29,47	24,40	00,00	29,13 f
<i>F. r. trichophylla</i> Samanta.	43,47	42,20	41,13	38,40	29,27	00,00	32,41 e
<i>F. ovina</i> Ridu.	49,43	44,47	42,70	41,47	38,80	00,00	36,14 c
PEG Ortalaması	48,27 a	44,95 b	37,92 c	30,81 d	15,85 e	00,00 f	----
(E.Ö.F.) %5	Çeşit: 0,121		PEG: 0,094		Çeşit × PEG: 0,296		

Farklı PEG konsantrasyonlarının sapçık uzunluğuna etkisi incelendiğinde çeşitler arasında en yüksek sapçık uzunluğu 48,56 mm ile *Festuca arundinacea* Rizomlu çeşidinde ortaya çıkmıştır. Kontrol grubu hariç, PEG konsantrasyonlarının en yüksek sapçık uzunluğu -2 barda, çeşit×PEG konsantrasyonu etkileşimlerinde ise 77,53 mm ile -2 barda konsantrasyonunda *Festuca arundinacea* çeşidinde gerçekleşmiştir.

Kuraklık stresi arttırıldıkça sapçık uzunluklarının azaldığı gözlenmiştir. Çalışmanın bulguları kuraklık stresinin erken fide gelişimini negatif etkilediği ve sapçık uzunluklarının azalmasına neden olduğunu gösteren farklı araştırmalarla [10,11,12,13,14] benzerdir.

3.3. Kökçük uzunluğu

Araştırmada elde edilen ortalama kökçük değerleri Tablo 3'te verilmiştir.

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

Çeşitler	PEG Konsantrasyonları (Bar)						Çeşit Ortalama
	0	-2	-4	-6	-8	-10	
<i>L. perenne</i> Esquire	39,43	27,53	18,27	16,33	0,00	0,00	16,93 d
<i>P. pratensis</i> Evora	16,67	14,50	11,17	8,50	0,00	0,00	8,47 g
<i>A. stolonifera</i> Emerald	6,20	5,33	4,33	3,33 z	0,00	0,00	3,20 j
<i>A. tenuis</i> Denso	8,40	6,40	5,30	4,37	0,00	0,00	4,07 ı
<i>F. arundinacea</i> Titan RX	46,40 c	43,47	40,57	35,40	21,40	0,00	31,21 b
<i>F. arundinacea</i> Starlett	58,63 a	51,57 b	42,40	33,57	21,40	0,00	34,59 a
<i>F. r. commutata</i> Casanova	14,40	11,67	10,67	7,57	3,63	0,00	7,99 h
<i>F. r. rubra</i> Maxima	21,53	18,30	14,53	8,63	4,50	0,00	11,25 f
<i>F. r. trichophylla</i> Samanta.	22,67	19,50	17,60	16,57	5,57	0,00	13,65 e
<i>F. ovina</i> Ridu.	27,50	24,60	21,40	16,37	14,30	0,00	17,36 c
PEG Ortalaması	26,18 a	22,29 b	18,62 c	15,06 d	7,08 e	0,00 f	----
(E.Ö.F.) %5	Çeşit: 0,119		PEG: 0,093		Çeşit × PEG: 0,293		

Çalışmada kullanılan çeşitler arasında en yüksek kökçük uzunluğu 34,59 mm ile *Festuca arundinacea* çeşidinde ortaya çıkmıştır. Kontrol grubu hariç, PEG konsantrasyonlarının en yüksek kökçük uzunluğu -2 barda, çeşit×PEG konsantrasyonu etkileşimlerinde ise 51,57 mm -2 bar konsantrasyonunda *Festuca arundinacea* çeşidinde gerçekleşmiştir.

Araştırmada elde edilen sonuçlara göre kökçük uzunluğunun kuraklık stresi arttıkça azaldığı görülmüştür. Diğer araştırmacılar da [13,14,15] paralel sonuçlara rastlanmaktadır.

3.4. Vigor İndeksi

Araştırmada kullanılan çeşitlerin ortalama değerleri Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Araştırmada elde edilen ortalama vigor indeksi değerleri

Çeşitler	PEG Konsantrasyonları (Bar)						Çeşit Ortalama
	0	-2	-4	-6	-8	-10	
<i>L. perenne</i> Esquire	1005,5	822,0	540,1	228,8	0,0	0,0	432,7 c
<i>P. pratensis</i> Evora	544,0	487,1	303,4	132,3	0,0	0,0	244,5 g
<i>A. stolonifera</i> Emerald	236,8	192,2	132,6	63,8 z	0,0	0,0	104,2 j
<i>A. tenuis</i> Denso	272,8	209,0	148,5	73,0	0,0	0,0	117,2 ı
<i>F. arundinacea</i> Titan RX	1237,4 b	1069,8	878,7	674,3	207,0	0,0	677,9 b
<i>F. arundinacea</i> Starlett	1332,5 a	1193,3 c	891,3	578,9	194,3	0,0	698,3 a
<i>F. r. commutata</i> Casanova	344,5	289,9	245,0	148,3	80,5	0,0	184,7 h
<i>F. r. rubra</i> Maxima	513,5	460,1	381,5	196,3	136,9	0,0	281,4 e
<i>F. r. trichophylla</i> Samanta.	445,5	397,3	348,5	282,9	119,6	0,0	265,6 f
<i>F. ovina</i> Ridu.	665,2	582,4	503,4	320,0	219,6	0,0	381,8 d
PEG Ortalaması	659,8 a	570,3 b	437,3 c	269,9 d	95,8 e	0,0 f	----
(E.Ö.F.) %5	Çeşit: 1,487		PEG: 1,152		Çeşit × PEG: 3,641		

Çalışmada kullanılan çeşitlerin farklı PEG konsantrasyonlarındaki en yüksek vigor indeksi 698,3 ile *Festuca arundinacea* çeşidinde ortaya çıkmıştır. Kontrol grubu hariç, PEG konsantrasyonlarının en yüksek vigor indeksi -2 barda, çeşit×PEG konsantrasyonu etkileşimlerinde ise 1193,3 ile -2 bar konsantrasyonunda *Festuca arundinacea* çeşidinde gerçekleşmiştir.

Genel olarak -4 bar seviyesinde ortaya çıkan kuraklık stresi tüm çeşitlerde vigor indeksinde önemli azalmalara neden olduğu gözlenmiştir. Vigor indeksi değeri çimlenme yüzdeleri kullanılarak

hesaplandığı için çimlenme yüzdesinde öne çıkan çeşitlerin vigor indeksinde de öne çıkması beklenen bir durumdur. Buna benzer bulgular bazı araştırmacılar [11,16,17] tarafından da elde edilmiştir.

3.5. Sapçık-kökçük oranı

Araştırmada kullanılan çeşitlerin farklı PEG-6000 konsantrasyonlarındaki elde edilen ortalama değerleri Tablo 5'te verilmiştir.

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

Çeşitler	PEG Konsantrasyonları (Bar)						Çeşit Ortalama
	0	-2	-4	-6	-8	-10	
<i>L. perenne</i> Esquire	1,64	2,27	2,67	1,90	00,00	00,00	1,41 e
<i>P. pratensis</i> Evora	2,61	2,88	2,80	2,50	00,00	00,00	1,80 d
<i>A. stolonifera</i> Emerald	3,32	3,77	3,99	4,56	00,00	00,00	2,61 a
<i>A. tenuis</i> Denso	2,55	3,27	3,49	3,71	00,00	00,00	2,17 c
<i>F. arundinacea</i> Titan RX	1,71	1,55	1,34	1,31	1,08 z	00,00	1,17 f
<i>F. arundinacea</i> Starlett	1,41	1,50	1,38	1,41	1,19	00,00	1,15 f
<i>F. r. commutata</i> Casanova	2,46	2,69	2,75	2,81	4,78 c	00,00	2,58 a
<i>F. r. rubra</i> Maxima	1,97	2,25	2,57	3,41	5,42 a	00,00	2,60 a
<i>F. r. trichophylla</i> Samanta.	1,92	2,17	2,34	2,32	5,26 b	00,00	2,33 b
<i>F. ovina</i> Ridu.	1,81	1,81	1,99	2,53	2,71	00,00	1,81 d
PEG Ortalaması	2,14 d	2,42 c	2,53 b	2,65 a	2,04 e	00,00 f	----
(E.Ö.F.) %5	Çeşit: 0,040		PEG: 0,031		Çeşit × PEG: 0,099		

Çeşitler arasında en yüksek sapçık/kökçük oranı sırasıyla 2,61, 2,60 ve 2,58 ile *Agrostis stolonifera*, *Festuca rubra rubra* ve *Festuca rubra commutata* çeşitlerinde ortaya çıkmıştır. PEG konsantrasyonlarının en yüksek sapçık/kökçük oranı -6 barda, çeşit×PEG konsantrasyonu etkileşimlerinde ise 5,42 ile -8 bar konsantrasyonunda *Festuca rubra rubra* çeşidinde gerçekleşmiştir.

3.6. Sapçık yaş ağırlığı

Araştırmada kullanılan çeşitlerin farklı PEG-6000 konsantrasyonlarındaki ortalama değerleri Tablo 6'da verilmiştir.

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

Çeşitler	PEG Konsantrasyonları (Bar)						Çeşit Ortalama
	0	-2	-4	-6	-8	-10	
<i>L. perenne</i> Esquire	462,00 c	396,53	333,93	275,17	00,00	00,00	244,61 d
<i>P. pratensis</i> Evora	178,17	143,37	95,43	56,50	00,00	00,00	78,91 h
<i>A. stolonifera</i> Emerald	61,47	52,27	41,20	31,50 z	00,00	00,00	31,07 j
<i>A. tenuis</i> Denso	76,77	62,17	54,53	43,40	00,00	00,00	39,48 ı
<i>F. arundinacea</i> Titan RX	512,80 a	462,10 c	405,13	364,50	314,37	00,00	343,15 a
<i>F. arundinacea</i> Starlett	472,13 b	422,80	375,07	316,07	264,60	00,00	308,44 b
<i>F. r. commutata</i> Casanova	206,97	186,43	161,70	144,47	124,50	00,00	137,34 g
<i>F. r. rubra</i> Maxima	262,33	243,90	225,40	203,20	174,43	00,00	184,88 f
<i>F. r. trichophylla</i> Samanta.	278,37	264,47	242,60	227,50	212,70	00,00	204,27 e
<i>F. ovina</i> Ridu.	378,37	362,33	339,03	314,77	295,50	00,00	281,67 c
PEG Ortalaması	288,94 a	259,64 b	227,40 c	197,71 d	138,61 e	00,0 f	----
(E.Ö.F.) %5	Çeşit: 0,427		PEG: 0,331		Çeşit × PEG: 1,046		

Çeşitlerin farklı PEG konsantrasyonlarında çimlendirilmesi sonucu elde edilen veriler arasında en yüksek sapçık yaş ağırlık 343,15 mg ile *Festuca arundinacea* Rizomlu çeşidinde ortaya çıkmıştır. Kontrol grubu hariç, PEG konsantrasyonlarının en yüksek sapçık yaş ağırlığı -2 barda, çeşit×PEG konsantrasyonu etkileşimlerinde ise 462,10 mg ile -2 bar konsantrasyonunda *Festuca arundinacea* Rizomlu çeşidinde gerçekleşmiştir.

Bu çalışmada kuraklık stresinin artmasıyla sapçık yaş ağırlığının azaldığı görülmektedir. Benzer bir sonucu elde eden farklı bir çalışmada [18] bulunmaktadır.

3.7. Kökçük yaş ağırlığı

Araştırmada kullanılan çeşitlerin farklı PEG-6000 konsantrasyonlarındaki ortalama değerleri Tablo 7’de verilmiştir.

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

Çeşitler	PEG Konsantrasyonları (Bar)						Çeşit Ortalama
	0	-2	-4	-6	-8	-10	
<i>L. perenne</i> Esquire	162,07 b	132,40	102,13	75,43	00,00	00,00	78,67 c
<i>P. pratensis</i> Evora	62,07	43,23	24,07	12,50	00,00	00,00	23,64 h
<i>A. stolonifera</i> Emerald	21,53	15,37	11,20	6,13 z	00,00	00,00	9,04 j
<i>A. tenuis</i> Denso	24,93	17,43	14,37	8,20	00,00	00,00	10,82 ı
<i>F. arundinacea</i> Titan RX	168,87 a	152,27 c	134,87	118,50	102,33	00,00	112,81 a
<i>F. arundinacea</i> Starlett	162,60 b	135,33	112,67	85,10	67,67	00,00	93,89 b
<i>F. r. commutata</i> Casanova	68,07	52,50	39,03	25,83	13,17	00,00	33,10 g
<i>F. r. rubra</i> Maxima	86,10	68,87	54,93	35,87	29,03	00,00	45,80 f
<i>F. r. trichophylla</i> Samanta.	94,60	82,50	65,37	51,90	32,20	00,00	54,43 e
<i>F. ovina</i> Ridu.	122,53	105,50	88,60	73,67	57,70	00,00	74,67 d
PEG Ortalaması	97,34 a	80,54 b	64,72 c	49,31 d	30,21 e	00,00 f	----
(E.Ö.F.) %5	Çeşit: 0,283		PEG: 0,219		Çeşit × PEG: 0,693		

Farklı PEG konsantrasyonları altında çimlenen çeşitler arasında en yüksek kökçük yaş ağırlık 112,81 mg ile *Festuca arundinacea* Rizomlu çeşidinde ortaya çıkmıştır. Kontrol grubu hariç, PEG konsantrasyonlarının en yüksek kökçük yaş ağırlığı -2 barda, çeşit×PEG konsantrasyonu etkileşimlerinde ise 152,27 mg ile -2 barda konsantrasyonunda *Festuca arundinacea* Rizomlu çeşidinde gerçekleşmiştir.

Kuraklık seviyesi arttıkça kökçük yaş ağırlığının da gittikçe azaldığı gözlemlenmiştir. Bulgulardaki benzer sonuçlar diğer araştırmacıların [17-21] verilerini desteklemektedir.

3.8. Sapçık kuru ağırlık

Araştırmada kullanılan çeşitlerin farklı PEG-6000 konsantrasyonlarındaki ortalama değerleri Tablo 8’de verilmiştir.

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

Çeşitler	PEG Konsantrasyonları (Bar)						Çeşit Ortalama
	0	-2	-4	-6	-8	-10	
<i>L. perenne</i> Esquire	129,37 c	111,00	93,50	77,03	00,00	00,00	68,48 d
<i>P. pratensis</i> Evora	49,90	40,17	26,73	15,83	00,00	00,00	22,11 h
<i>A. stolonifera</i> Emerald	17,20	14,60	11,53	8,80 z	00,00	00,00	8,69 j
<i>A. tenuis</i> Denso	21,50	17,40	15,30	12,13	00,00	00,00	11,06 ı
<i>F. arundinacea</i> Titan RX	143,60 a	129,40 c	113,47	102,07	88,03	00,00	96,09 a
<i>F. arundinacea</i> Starlett	132,20 b	118,40	105,00	88,50	74,07	00,00	86,36 b
<i>F. r. commutata</i> Casanova	57,97	52,20	45,27	40,47	34,83	00,00	38,46 g
<i>F. r. rubra</i> Maxima	73,47	68,30	63,13	56,90	48,83	00,00	51,77 f
<i>F. r. trichophylla</i> Samanta.	77,93	74,03	67,90	63,70	59,57	00,00	57,19 e
<i>F. ovina</i> Ridu.	105,93	101,43	94,93	88,13	82,73	00,00	78,86 c
PEG Ortalaması	80,91 a	72,69 b	63,68 c	55,36 d	38,81 e	00,00 f	----
(E.Ö.F.) %5	Çeşit: 0,283		PEG: 0,219		Çeşit × PEG: 0,693		

Çim çeşitlerinde farklı PEG konsantrasyonlarında en yüksek sapçık kuru ağırlığı 96,09 mg ile *Festuca arundinacea* Rizomlu çeşidinde ortaya çıkmıştır. Kontrol grubu hariç, PEG konsantrasyonlarının en yüksek sapçık kuru ağırlığı -2 barda, çeşit×PEG konsantrasyonu etkileşimlerinde ise 129,40 mg ile -2 bar konsantrasyonunda *Festuca arundinacea* Rizomlu çeşidinde gerçekleşmiştir.

Sapçık kuru ağırlığının kuraklık stresi arttıkça azaldığı belirlenmiştir. Araştırmada elde edilen sonuçlar bazı araştırmacıların [17,21,29] verileriyle paralellik göstermektedir.

3.9. Kökçük kuru ağırlık

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

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

Çeşitler	PEG Konsantrasyonları (Bar)						Çeşit Ortalama
	0	-2	-4	-6	-8	-10	
<i>L. perenne</i> Esquire	48,60 b	39,70	30,63	22,60	00,00	00,00	23,59 c
<i>P. pratensis</i> Evora	18,63	13,00	7,20	3,77	00,00	00,00	7,10 h
<i>A. stolonifera</i> Emerald	6,37	4,63	3,37	1,83 z	00,00	00,00	2,70 j
<i>A. tenuis</i> Denso	7,47	5,27	4,33	2,47	00,00	00,00	3,26 ı
<i>F. arundinacea</i> Titan RX	50,63 a	45,67 c	40,43	35,57	30,67	00,00	33,83 a
<i>F. arundinacea</i> Starlett	48,77 b	40,57	33,70	25,57	20,33	00,00	28,16 b
<i>F. r. commutata</i> Casanova	20,43	15,77	11,73	7,77	3,97	00,00	9,94 g
<i>F. r. rubra</i> Maxima	25,83	20,63	16,50	10,77	8,70	00,00	13,74 f
<i>F. r. trichophylla</i> Samanta.	28,37	24,73	19,63	15,57	9,67	00,00	16,33 e
<i>F. ovina</i> Ridu.	36,77	31,67	26,57	22,07	17,30	00,00	22,39 d
PEG Ortalaması	29,19 a	24,16 b	19,41 c	14,80 d	9,06 e	00,00 f	----
(E.Ö.F.) %5	Çeşit: 0,087		PEG: 0,067		Çeşit × PEG: 0,213		

Çeşitler arasında en yüksek kökçük kuru ağırlığı 33,83 mg ile *Festuca arundinacea* Rizomlu çeşidinde ortaya çıkmıştır. Kontrol grubu hariç, PEG konsantrasyonlarının en yüksek kökçük kuru ağırlığı -2 barda, çeşit×PEG konsantrasyonu etkileşimlerinde ise 45,67 mg ile -2 bar konsantrasyonunda *Festuca arundinacea* Rizomlu çeşidinde gerçekleşmiştir.

Kuraklık stresi arttıkça kökçük kuru ağırlık azalmıştır. Bu sonuçlar bazı araştırmalarla [17,21,29] paralellik göstermektedir.

3.10. Kuraklığa tolerans indeksi

Araştırmada elde edilen ortalama değerler Tablo 10’da verilmiştir. Çeşitler arasında en yüksek kuraklığa tolerans 71,13 ile *Festuca ovina* çeşidinde ortaya çıkmıştır.

Tablo 10. Araştırmada elde edilen ortalama kuraklığa tolerans indeksi değerleri

Çeşitler	PEG Konsantrasyonları (Bar)						Çeşit Ortalama
	0	-2	-4	-6	-8	-10	
<i>L. perenne</i> Esquire	100,00	84,77	69,87	56,17	00,00	00,00	51,80 g
<i>P. pratensis</i> Evora	100,00	77,70	49,77	28,73 z	00,00	00,00	42,70 j
<i>A. stolonifera</i> Emerald	100,00	81,80	63,40	45,57	00,00	00,00	48,46 ı
<i>A. tenuis</i> Denso	100,00	78,27	67,73	50,73	00,00	00,00	49,46 h
<i>F. arundinacea</i> Titan RX	100,00	90,10 b	79,23	70,83	61,13	00,00	66,88 c
<i>F. arundinacea</i> Starlett	100,00	87,93 c	76,80	63,20	52,33	00,00	63,38 e
<i>F. r. commutata</i> Casanova	100,00	86,87	73,00	61,93	50,03	00,00	61,97 f
<i>F. r. rubra</i> Maxima	100,00	89,77 b	80,43	68,60	58,37	00,00	66,19 d
<i>F. r. trichophylla</i> Samanta.	100,00	93,02 a	82,57	74,90	65,67	00,00	69,36 b
<i>F. ovina</i> Ridu.	100,00	93,40 a	85,37	77,53	70,50	00,00	71,13 a
PEG Ortalaması	100,00	86,36 a	72,82 b	59,82 c	35,80 d	00,00 e	----
(E.Ö.F.) %5	Çeşit: 0,201		PEG: 0,156		Çeşit × PEG: 0,492		

Kontrol grubu hariç, PEG konsantrasyonlarının en yüksek kuraklığa tolerans -2 barda, çeşit×PEG konsantrasyonu etkileşimlerinde ise sırasıyla 93,40-93,02 ile -2 bar konsantrasyonunda *Festuca ovina*-*Festuca rubra trichophylla* çeşidinde gerçekleşmiştir.

Diğer pek çok gözlemde olduğu gibi -8 barda bazı çeşitlerde çimlenme görülmezken, -10 barda hiçbir çeşit çimlenmediği için sonuçlar sıfır çıkmıştır.

Uygulanan PEG-6000 konsantrasyonları ile artan kuraklık seviyeleri ile türlerin kuraklığa tolerans indekslerinin doğal olarak düştüğü gözlenmiştir.

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırma sonuçlarına göre, değerlendirilen bütün özellikler üstünde PEG konsantrasyonlarının istatistiksel olarak çok etkili olduğu görülmüş olup, PEG konsantrasyonu ile tüm özellikler arasında bir ters orantı olduğu belirlenmiştir. İncelenen çeşitler içinde değerlendirilen özellikler açısından, *Festuca arundinacea* ve *Festuca arundinacea* Rizomlu çeşitlerinin diğer çeşitlere göre kuraklığa daha toleranslı olduğu tespit edilmiştir. PEG konsantrasyonları -8 bar'dan itibaren çok olumsuz sonuçlara neden olmuş -10 bar dozunda ise çoğu türde gelişme gözlenmemiştir.

İncelenen *Festuca* türleri diğer türlere göre hem çeşit ortalaması olarak öne çıkmış hem de diğer türlerin aksine -8 bar şiddetine kadar dayanabilmiştir. Böylece kuraklık şiddetinin arttığı alanlarda bu türlere önem verilmesi ya da karışım tercihlerinde bu alanlarda tercih ve oranlarının artırılmasının yararlı olabileceği varsayımında bulunulabileceği kanısı hakimdir.

Kaynakça

- [1] T. Kalefetoğlu ve Y. Ekmekçi. "The Effects of Drought on Plants and Tolerance Mechanisms", *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 18 (4), 723-740, (2005).
- [2] M. Kadioğlu, "Kuraklık Kıranı", *Güncel Yayınevi*, 125, İstanbul, (2001).
- [3] A. E. Silay ve A. Tomar, "Kuraklığın Etkileri ve Su Kaynakları Yatırımlarının İzmir Ölçeğinde İrdelenmesi", *TMMOB İzmir Kent Sempozyumu*, 08-10/01/2009, 299-313, İzmir, (2009).
- [4] S. Safi, H. Şimşek ve A. Ünlükara, "Su ve Tuzluluk Stresinin Mürdümük'te (*Lathyrus sativus* L.) Bitki Büyüme, Gelişme, Verim ve Su Tüketimi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi", *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 30(1): 1-12, (2013).
- [5] M. Arslan, "Fattyacidcharacteristics of Grasspea (*Lathyrus sativus*) in an East Mediterranean Environment", *Cogent Chemistry*, 3: 1296748, (2017).
- [6] M. Yılmaz, R. Avcıoğlu, A. Salman ve A. C. Cevheri, "Ülkemiz Yeşil Alan Uygulamalarında Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri". *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 5(2): 60-63, (2012).
- [7] R. Avcıoğlu, "Çim Ekimi Dikimi Bakımı", *Ege Üniversitesi Yayınları, Ziraat Fakültesi Yayın No: 574, Bornova-İzmir*, 332 s, (2014).
- [8] E. Açıkgöz, "Yem Bitkileri", Yenilenmiş Baskı. *Uludağ Ün. Güçlendirme Vakfı Yayın No: 182, 584 p*, (2001).
- [9] L. Van den Berg and Y. J. Zeng, "Response of South African Indigenous Grass Species to Drought Stress Induced by Polyethylene Glycol (PEG) 6000", *South African Journal of Botany* 72: 284-286, (2006).
- [10] M. Farooq, A. Wahid, N. Kobayashi, D. Fujita and S. M. A. Basra, "Plant Drought Stress: Effects, Mechanisms and Management", *Agronomy Sustain. Development*, 29: 185-212, (2009).
- [11] E. B. Çarpıcı ve B. Erdel, "Bazı Yonca Çeşitlerinde (*Medicago sativa* L.) Kuraklık Stresinin Çimlenme Özellikleri Üzerine Etkisi", *Derim*, 32(2): 201-210, (2015).
- [12] M. Özkurt, İ. Saygılı ve K. Dirik Özdemir, "Bazı Yonca Çeşitlerinin Erken Gelişme Dönemindeki Kuraklık Toleransının Belirlenmesi", *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(4):557-562, (2019).
- [13] A. Castroluna, O. M. Ruiz, A. M. Quiroga and H. E. Pedranzani, "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, (2014).
- [14] H. Hamidi and A.Safarnejad, "Effect of Drought Stress on Alfalfa Cultivars (*Medicago sativa* L.) in Germination Stage", *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 8 (6): 705-709, (2010).
- [15] D. Carmen and G.Nedelea, "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, (2012).

- [16] J. Feng, D. Wang, C. Shao, L. Zhang and X. Tang, "Effects of Cold Plasma Treatment on Alfalfa Seed Growth under Simulated Drought Stress", *Plasma Science and Technology*, 20 (3): 35-50, (2018).
- [17] M. Yılmaz ve G. Bayram, "Farklı PEG (Polyethyleneglychol) Konsantrasyonlarının Bazı Yonca Çeşitlerinin Çimlenme Özelliklerine Etkileri", *International Agricultural Congress of Muş Plain*, Muş, 105-119, (2019).
- [18] A. Safarnejad, "Morphological and Biochemical Response to Osmotic Stress in Alfalfa (*Medicago sativa* L.)". *Pakistan Journal of Botany*, 40(2), 735-746, (2008).
- [19] T. Kipnis, I Vaisman and I. Granoth, "Drought Stress and Alfalfa Production in a Mediterranean Environment", *Irrigation Science* (1989) 10: 113-125, (1989).
- [20] M. Tucak, S. Popovic, T. Cupic and G. Krizmanic, "Drought Stress Responses of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Breeding Populations", *Romanian Agricultural Research*, No: 34,s: 25-30, (2017).
- [21] L. M. Gonzalez, L. Argente, N. Zaldivar and R. Ramirez, "Effects of Simulated Drought Induced by PEG-6000 on the Germination and Growth of Two Wheat Varieties", *Cultivos Tropicales*, 26 (4): 49-52, (2005).
- [22] B. E. Michel and M. R. Kaufman, "The Osmotic Potential of Polyethylene Glycol 6000", *Plant Physiology*. 5/: 914-916, (1973).
- [23] S. J. Scott, R. A. Jones and W. A. "Williams, Review of Data Analysis Methods for Seed Germination", *Crop Science*, 24: 1192-1199, (1984).
- [24] İ. E. Akıncı ve Ü. Çalışkan, "Kurşunun Bazı Yazlık Sebzeerde Tohum Çimlenmesi ve Tolerans Düzeyleri Üzerine Etkisi", *Ekoloji*, 19(74), 164-172, (2010).
- [25] A. Soltani, Z. Khodarahmpour, A. A. Jafar and S. Nakhjavan, "Selection of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Cultivars for Salt Stress Tolerance Using Germination Indices", *African Journal of Biotechnology*, 11(31):7899-7905, (2012).
- [26] A. A. Abdul-baki and J. D. Anderson, "Viability and Leaching of Sugars from Germinating Barely", *Crop Science*, 10: 31-34, (1970).
- [27] J. Hu, Z. Y. Zhu, W. J. Song, J. C. Wang and W. M. Hu, "Effects of Sand Priming on Germination and Field Performance in Direct-Sown Rice (*Oryza sativa* L.)", *Seed Science Technology*, 33: 243- 248, (2005).



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