



Farklı Kuraklık Stresi Seviyelerinin Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Çimlenme ve Erken Fide Gelişimi Üzerine Etkisi^a

Canser DOLGUN¹, Esra AYDOĞAN ÇİFCİ^{2*}

¹Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye,

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

*Sorumlu yazar ORCID:0000-0002-7473-0140

e-posta (Corresponding author e-mail): esra@uludag.edu.tr

Yazar(lar) ORCID:0000-0002-8036-2962

e-posta (Author-s e-mail): c.dolgun10@gmail.com

Geliş Tarihi (Received): 19.04.2018; Kabul Tarihi (Accepted): 30.05.2018

Öz: Bu çalışma 2018 yılında Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tohumluk Laboratuvarında Maestrale, Meram, Levante makarnalık buğday çeşitlerinde farklı kuraklık stresi seviyelerinin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkilerini araştırmak amacıyla kurulmuştur. Çalışmada 4 farklı kuraklık stresi seviyeleri (2.5, 5.0, 7.5, 10.0 bar) ile kontrol olarak distile su, kuraklık stresi oluşturmak için polietilen glikol 6000 (PEG 6000) kullanılmıştır. Araştırma 2 faktörlü tesadüf parselleri deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak iklimlendirme kabini içerisinde 45 petri kabı kullanılarak yürütülmüştür. Her petri kabına uygun test solüsyonundan 10 ml konulmuştur. Tohumlar 25°C'de 16 saat aydınlık 8 saat karanlık ortamda 8 gün boyunca çimlenmeye, 12 gün boyunca erken fide gelişimine bırakılmıştır. Çalışmada çimlenme oranı, vigor indeksi, kök uzunluğu, fide uzunluğu, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, fide yaş ağırlığı, fide kuru ağırlığı özellikleri incelenmiştir. Sonuç olarak; kuraklık stresi seviyelerinin artan etkisi tüm çeşitleri olumsuz yönde etkilemiştir. Özellikle çeşitlerde 5.0 bar kuraklık stresi seviyesinden sonra incelenen tüm özelliklerde önemli derecede azalma görülmüştür. 7.5 bar ve 10.0 bar kuraklık stresi seviyesinde hiçbir çeşitte fide gelişimi görülmüştür. Bu çalışmada Maestrale çeşidi diğer çeşitlerden kuraklık stresine daha dayanıklı çeşit olarak ön plana çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Makarnalık buğday, kuraklık stresi, polietilen glikol, çimlenme, fide gelişimi.

^a Dolgun, C. ve Çıfci, E.A. 2018. Farklı Kuraklık Stresi Seviyelerinin Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Çimlenme ve Erken Fide Gelişimi Üzerine Etkisi. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 32 (2), 99-109.

Effects of Different Drought Stress Levels on The Germination and Early Seedling Growth in Durum Wheat

Abstract: This study was carried out to investigate the effects of different drought stress levels on the germination and early seedling growth of Maestrale, Meram, Levante durum wheat varieties in seed laboratory of Uludag University Agricultural Faculty in 2018. Distillate water was used as a control with 4 different drought stress levels (2.5, 5.0, 7.5, 10.0 bar) in this study. Polyethylene glycol 6000 (PEG 6000) was used to create drought stress. The study was carried out using two factors completely randomized design with three replication in climate cabinet 45 petri dish. 10 ml of test solution was added to each petri dish. The seeds were allowed for 25⁰C 16 hours light, 8 hours dark the environment 8 day germination, 12 day early seedling growth. In the study germination percentage, vigour index, root length, seedling length, root wet weight, root dry weight, seedling wet weight, and seedling dry weight was investigated in the study. As a result; the increasing effect of drought stress levels has affected all varieties negatively. Especially in varieties, all properties examined after the 5.0 bar drought stress level show a significant decrease. At the level of drought stress of 7.5 bar and 10.0 bar no seedling growth was observed. In this study the variety of Maestrale is more resistant than other varieties to drought stress.

Keywords: Durum wheat, drought stress, polyethylene glycol, germination, seedling growth.

Giriş

Geniş adaptasyonu ve insan beslenmesindeki yeri nedeniyle, Dünyanın en önemli bitkilerden biri olan buğday yıllık ortalama yağışı 450 mm civarında olan kuru tarım alanlarında sulanmaksızın yetiştirilebilmektedir.

Kuru tarım alanlarında buğday verimini sınırlayan en önemli faktörlerin başında yağışların düzensizliği nedeniyle ortaya çıkan kuraklık gelmektedir (Ahmadi ve Baker, 2001).

Kuraklık stresinin buğdayın gelişmesi ve verimi üzerindeki etkisi; stresin meydana geldiği gelişme dönemi ile stresin şiddeti ve süresine bağlı olarak değişim göstermektedir. Erken gelişme dönemlerindeki kuraklık, bitki boyunda, yaprak alanında ve fertil kardeş sayısında azalmaya; sapa kalkma ile çiçeklenme dönemleri arasındaki kuraklık, fertil başak, başakta fertil başakçık ve başakçıkta fertil çiçek sayısının azalmasına; başak oluşumu dönemindeki kuraklık, başaktaki tane sayısının azalmasına; çiçeklenmeden sonraki kuraklık, tanede ağırlık düşüşüne neden olmakta, tane dolum dönemindeki kuraklık ise yetersiz kalan asimilatların paylaşımı yönünden başak içi rekabeti artırma yoluyla, başağın uç ve dip kısımlarında tane kaybına yol açmaktadır (Kutlu, 2010).

Gençtan ve Sağlam (1988), buğday genotiplerinin çimlenme ve fide gelişme dönemindeki su stresine yanıtlarını test etmede polietilen glikol (PEG), DOMannitol, NaCl gibi kimyasallarla hazırlanan osmotik basınç ortamlarının başarılı bir şekilde kullanıldığını belirtmişlerdir.

Bu konu ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda; Soltani ve ark. (2006), farklı buğday genotipleri ve farklı osmotik basınç ortamları ile yürüttükleri araştırmalarında çimlenme ve fide gelişme ortamındaki osmotik basınç artışının buğdayda çimlenme oranını, kök sayısını, kök uzunluğunu, çim kını uzunluğunu, fide boyunu, kök yaş ve kuru ağırlığını, toprak üstü yaş ve kuru ağırlığını önemli bir şekilde azalttığını ve böylece büyüme ve gelişmeyi yavaşlattığını belirlemişlerdir.

Karahan (1996), artan PEG yoğunluğunun çimlenmeyi büyük çapta engellediği ve kuraklık stresini belirgin olarak ortaya çıkardığını vurgulamıştır. Veselov ve ark. (2002), yürütmüş oldukları çalışmalarında, PEG'in, buğday fidelerinin yapraklarında hızlı bir durgunluğa ve küçülmeye sebep olduğunu belirtmişlerdir. Liu ve ark. (2004), kurağa duyarlı ve dayanıklı birer buğday çeşidi kullanmışlar ve kuraklık stresinin, her iki çeşitte kök/sürgün oranını artırdığını gözlemlemişlerdir. Mujutaba ve ark. (2005), yaptıkları çalışmalarında buğday tohumlarına farklı konsantrasyonlarda uygulanan PEG-600'ün (0, 0.25, 0.5, 0.75 ve 1 MPa) artan konsantrasyonu ile birlikte tüm genotiplerde çimlenme yüzdesinin artış gösterdiğini gözlemlemişlerdir. Balkan ve Gençtan (2013), ekmeçlik buğdayda osmotik stresin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisinin araştırdıkları çalışmalarında, osmotik stresin artmasının çimlenme oranını, kök uzunluğunu, fide boyunu, kök yaş ağırlığını, toprak üstü yaş ağırlığını ve toprak üstü kuru ağırlığını önemli bir şekilde azalttığı, ortalama çimlenme süresini ve kök kuru ağırlığını ise önemli bir şekilde artırdığı sonucuna varmışlardır.

Bu çalışma; Maestrale, Levante ve Meram makarnalık buğday çeşitlerinde farklı kuraklık stresi seviyelerinin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisini araştırmak amacıyla kurulmuştur.

Materyal ve Yöntem

Araştırma Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Tohumluk Laboratuvarında 2 faktörlü tesadüf parselleri deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemede bitki materyali olarak pas, rastık, sürme ve yatmaya dayanıklı, Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Orta Anadolu – Geçit Bölgelerinde yetiştirilmesi tavsiye edilen Maestrale, Meram ve Levante makarnalık buğday çeşitleri kullanılmıştır. Çeşitlerin çimlenme ve fide dönemlerinde kuraklık stresi seviyelerine tepkilerini belirleyebilmek için polietilen glikol (PEG 6000) ile oluşturulmuş 4 farklı kuraklık stresi seviyeleri (2.5, 5.0, 7.5, 10.0 bar) ile kontrol olarak distile su kullanılmıştır. Her bir kuraklık stresi seviyelerine ait osmotik basınçlar Michel ve Kaufmann (1973)'in belirttiği şekilde ayarlanmıştır. Petri kapları içerisinde filtre kağıtları arasında yürütülen denemede her petri kabına 20 tohum konulmuştur. Denemede 3 çeşit x 5 kuraklık stresi seviyesi x 3 tekerrürden oluşan toplam 45 petri kabı kullanılmıştır. Her petriye uygun test solüsyonundan 10 ml konulmuştur. Petri kapları iklimlendirme kabinine alınarak, tohumlar 16 saat aydınlık 8 saat karanlık ortamda 25°C'de 8 gün boyunca çimlenmeye, 12 gün boyunca erken fide gelişimine bırakılmıştır. Deneme süresince 2 günde bir çimlendirme kağıtları ve test solüsyonları yenilenmiştir. Çimlenme oranını belirleyebilmek için her gün çimlenen tohumlar sayılmış ve sekiz gün sonunda çimlenme oranları % olarak belirlenmiştir (Atak ve ark.,2006). Kuraklık uygulamalarının çeşitlere etkisini belirlemek için 12 gün sonunda her petri kabından 10 fide örneği alınmış kök uzunluğu, fide uzunluğu, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, fide yaş ağırlığı, fide kuru ağırlığı ve vigor indeksi özellikleri incelenmiştir.

Kök ve fide kuru ağırlıkları, örneklerin 70°C'de 48 saat kurutma dolabında kurutulup tartılması ile belirlenmiştir (Atak ve ark., 2006).

Çimlenme oranında oluşan % azalma (Madidi ve ark., 2004) ve vigor indeksi aşağıdaki formüllerle belirlenmiştir (Abdul-Baki ve Anderson 1970).

$$\text{Çimlenme oranındaki \% azalma} = (1 - N_x/N_c) \times 100$$

Nx: Farklı kuraklık streslerindeki çimlenen tohumların %'si

Nc: Kontrol uygulamasındaki çimlenen tohumların %'si

Vigor indeksi = (Çimlenme oranı × fide uzunluğu mm) / 100

Elde edilen veriler JMP istatistik paket programı kullanılarak varyans analizi yapılmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD (%5) testiyle hesaplanmıştır.

Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Denemede incelenen özelliklere ait varyans analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge 1'de görüldüğü gibi çeşitler arasında kök uzunluğu ve kök yaş ağırlığı özellikleri bakımından istatistiki anlamda % 5 olasılık düzeyinde önemli farklılıklar, fide uzunluğu, kök kuru ağırlığı, fide kuru ağırlığı, çimlenme yüzdesi, fide yaş ağırlığı, ve vigor indeksi özelliklerinde ise istatistiki anlamda %1 olasılık düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuştur. Kuraklık stresi uygulamaları açısından incelenen tüm özelliklerde %1 olasılık düzeyinde önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır. Çeşit × kuraklık stresi interaksyonu bakımından fide kuru ağırlığı özelliği haricinde incelenen tüm özellikler istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 1. İncelenen özelliklere ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	ÇY (%)	Vİ (%)	KU (cm)	FU (cm)	KYA (mg)	KKA (mg)	FKA (mg)	FYA (mg)
Çeşit (Ç)	2	871.4**	558.6**	5.07*	10.36**	1860.0*	99.3**	71.7**	7962.2**
Kuraklık Stresi (KS)	4	9602.9**	12968.8**	172.10**	169.0**	63307.7**	2079.9**	2918.1**	254302.2**
Ç × KS	8	72.23**	170.5**	2.32*	2.70**	679.4 *	56.5**	17.6	4687.2**
Hata	30	6.04	27.5	1.02	0.36	437.7	17.07	11.01	764.4
Toplam	44								

ÇY: Çimlenme yüzdesi, Vİ: Vigor indeksi, KU: Kök uzunluğu, FU: Fide uzunluğu, KYA: Kök yaş ağırlığı, KKA: Kök kuru ağırlığı, FKA: Fide kuru ağırlığı, FYA: Fide yaş ağırlığı

Çimlenme Yüzdesi (%): Kuraklık stresi seviyelerinin makarnalık buğday çeşitlerinde çimlenme yüzdesi üzerine etkisi incelendiğinde en yüksek çimlenme yüzdesinin ortalama olarak %66,1 ile Maestrale çeşidinde, en düşük ise % 50.9 ile Meram çeşidinde olduğu gözlenmiştir. En yüksek çimlenme yüzdesi % 90.5 ile kontrol uygulamasında, en düşük ise % 4.5 ile 10 bar kuraklık stresi uygulamasında gerçekleşmiştir. Çimlenme yüzdesine ait çeşit × kuraklık stresi interaksyonu en yüksek % 91.6 ile Levante × kontrol, %90.8 ile Maestrale × kontrol ve % 89.3 ile Meram × kontrol uygulamalarında gözlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Farklı kuraklık stresi seviyelerinde makarnalık buğday çeşitlerinde ait ortalama çimlenme değerleri (%)

Çeşitler	Kuraklık Stresi (bar)					
	Kontrol	2.5	5.0	7.5	10.0	Çeşit Ortalaması
Levante	91.6 a	72.9 d	69.1 de	60.1 g	4.5 k	59.6 b
Maestrale	90.8 a	84.9 b	78.7 c	67.0 ef	9.1 j	66.1 a
Meram	89.3 a	64.5 f	55.2 h	45.6 ı	0.0	50.9 c
Kuraklık Stresi Ortalaması	90.5 a	74.1 b	67.6 c	57.6 d	4.5 e	
LSD %5 Çeşit = 3.07 LSD %5 Kuraklık Stresi = 3.95 LSD %5 Ç × KS = 6.87						

Çalışmada makarnalık buğday çeşitlerinin farklı kuraklık stresi seviyelerine ait zamana bağlı çimlenme oranı Çizelge 3’de ve çimlenme oranındaki % azalama ise Çizelge 4’te verilmiştir. Kuraklık stresi seviyelerinin artan etkisi tüm çeşitlerde çimlenmeyi geciktirmiştir. Özellikle 10 bar kuraklık stresi seviyesinde çimlenme 5. günden itibaren başlamıştır. Meram çeşidinde ise hiçbir şekilde çimlenme olmamıştır. Çimlenme oranındaki % azalama ilk sayım günlerinde çok fazla olmuş, Levante ve Meram çeşidinde % 90’ların üzerine çıktığı gözlenmiştir (Çizelge 4). Sonuçlarımız; buğdayda çimlenme ortamındaki kuraklık stresinin artmasıyla çimlenme oranının önemli bir şekilde azaldığını açıklayan Gençtan ve Sağlam (1988), Abayomi ve Wriaht (1999), Gunjaca ve Sarcevic (2000), Almansouri ve ark. (2001), Dhanda ve ark. (2004), Gonzalez ve ark. (2005), Rauf ve ark. (2007)’nin çalışmaları ile paralellik göstermektedir.

Çizelge 3. Makarnalık buğday çeşitlerinde farklı kuraklık stresi seviyelerinin zamana bağlı çimlenme oranı

Çeşitler	Dozlar (Bar)	Sayım Günleri							
		1. gün	2. gün	3. gün	4. gün	5. gün	6. gün	7. gün	8. gün
		Ort.	Ort.	Ort.	Ort.	Ort.	Ort.	Ort.	Ort.
Levante	Kontrol	45.0	98.3	98.3	98.3	98.3	98.3	98.3	98.3
	2.5	11.6	70.0	81.6	88.3	88.3	91.6	91.6	91.6
	5.0	3.3	55.0	65.0	76.6	83.3	90.0	90.0	90.0
	7.5	-	18.3	53.3	70.0	78.3	86.6	86.6	88.3
	10.0	-	-	-	-	6.6	10.0	10.0	10.0
Maestrale	Kontrol	45.0	95.0	95.0	98.3	98.3	98.3	98.3	98.3
	2.5	18.3	83.3	91.6	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6
	5.0	13.3	71.6	78.3	88.3	93.3	95.0	95.0	95.0
	7.5	5.0	31.6	66.6	78.3	90.0	90.0	90.0	90.0
	10.0	-	-	-	-	13.3	18.3	18.3	23.3
Meram	Kontrol	43.3	93.3	95.0	96.6	96.6	96.6	96.6	96.6
	2.5	6.6	48.3	60.0	70.0	73.3	85.0	85.0	88.3
	5.0	3.3	20.0	43.3	56.6	65.0	83.3	83.3	86.6
	7.5	-	-	18.3	45.0	51.6	80.0	80.0	83.3
	10.0	-	-	-	-	-	-	-	-

Çizelge 4. Makarnalık buğday çeşitlerinde farklı kuraklık stresi seviyelerinin zamana bağlı çimlenme oranındaki % azalma

Çeşitler	Dozlar (Bar)	Sayım Günleri							
		1. gün	2. gün	3. gün	4. gün	5. gün	6. gün	7. gün	8. gün
	Kontrol*	Ort.	Ort.	Ort.	Ort.	Ort.	Ort.	Ort.	Ort.
Çeşitler	2.5	74.2	28.7	16.9	10.1	10.1	6.8	6.8	6.8
	5.0	92.6	44.0	33.8	15.2	10.1	8.4	8.4	8.4
	7.5	100	81.3	45.7	22.0	20.3	11.9	11.9	10.1
	10.0	100	100	100	100	93.2	89.8	89.8	89.8
	Kontrol								
Maestrale	2.5	59.3	12.3	3.5	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
	5.0	70.4	24.6	17.5	10.1	5.0	3.3	3.3	3.3
	7.5	88.8	66.7	29.8	20.3	8.4	8.4	8.4	8.4
	10.0	100	100	100	100	86.4	81.3	81.3	76.2
	Kontrol								
Meram	2.5	84.7	48.2	36.8	27.5	24.1	12.0	12.0	8.6
	5.0	92.3	78.5	54.4	41.4	32.7	13.7	13.7	10.3
	7.5	100	100	80.7	53.4	46.5	17.1	17.1	13.7
	10.0	100	100	100	100	100	100	100	100
	Kontrol								

*:Kontrol uygulamasında kuraklık stresi uygulaması yapılmadığı için zamana bağlı çimlenme oranındaki % azalma hesaplanmamıştır.

Vigor İndeksi (%): Çalışmada kullanılan makarnalık buğday çeşitlerinin farklı kuraklık stresi seviyelerindeki vigor indeksleri istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiş olup, çeşitlerin vigor indeks değerleri % 14.7 ile 96.7 arasında değişmiştir (Çizelge 5). Genel olarak 5.0 bar seviyesinde ortaya çıkan kuraklık stresi tüm çeşitlerde vigor indeksinde önemli azalmalara neden olmuştur. Makarnalık buğday çeşitleri 7.5 ile 10.0 bar kuraklık stresi seviyelerinde çimlenme özellikleri gösteremediği için vigor indeksi hesaplanamamıştır. En fazla vigor indeksi % 96.7 ile Meram × kontrol uygulamasında en az ise % 14.7 ile Levante × 5.0 bar kuraklık stresi seviyesinde gerçekleşmiştir (Çizelge 5). Hamidi ve Safarnejad (2010), kuraklık stresinin çeşitlerde önemli farklılık gösterdiğini bazı çeşitlerde arttığını bazı çeşitlerde de azalttığını bildirmişlerdir. Yaptığımız çalışmada vigor indeksi azalma yönünde olmuştur.

Çizelge 5. Farklı kuraklık stresi seviyelerinde makarnalık buğday çeşitlerine ait ortalama vigor indeksi değerleri (%)

Çeşitler	Kuraklık Stresi (bar)			
	Kontrol	2.5	5.0	Çeşit Ortalaması.
Levante	85.2 b	30.8 ef	14.7 g	26.1 B
Maestrale	89.6 ab	61.4 c	37.7 e	37.7 A
Meram	96.7 a	52.3 d	27.0 f	35.2 A
Kuraklık Stresi Ortalaması	90.5 A	48.2 B	26.5 C	
LSD % 5 Çeşit = 3.89 LSD % 5 Kuraklık Stresi = 5.05 LSD %5 Ç × KS = 8.75				

Kök Uzunluğu (cm): Makarnalık buğday çeşitlerinde farklı kuraklık stresi seviyelerinin kök uzunluğu özelliği üzerine etkisi incelendiğinde çeşitlerde en fazla kök uzunluğu ortalama olarak 6.58 cm ile Meram çeşidinde olduğu belirlenmiştir. Kuraklık stres ortalaması incelendiğinde en uzun kök 10.8 cm ile kontrol uygulamasında en kısa kök ise 3.2 cm ile 7.5 bar kuraklık stresi seviyesinde görülmüştür. Çeşit × kuraklık stresi interaksyonu ise en yüksek 12.6 cm ile Meram × kontrol uygulamasında gözlenmiştir (Çizelge 6). Kuraklık stresindeki artışın buğdayda kök uzunluğunda önemli azalmalara neden olduğunu açıklayan El-Sharkawi ve Salama (1977), Gençtan ve Sağlam (1988), Okursoy (2006)'un çalışmaları ile paralellik göstermektedir.

Çizelge 6. Farklı kuraklık stresi seviyelerinde makarnalık buğday çeşitlerine ait ortalama kök uzunluğu değerleri (cm)

Çeşitler	Kuraklık Stresi (bar)				
	Kontrol	2.5	5.0	7.5	Çeşit Ortalaması
Levante	10.1 b	8.1 cd	6.3 e	2.6 f	5.43 B
Maestrale	9.6 bc	8.8 bcd	8.2 cd	4.0 f	6.14 AB
Meram	12.6 a	9.7 bc	7.4 de	3.1 f	6.58 A
Kuraklık Stresi Ortalaması	10.8 A	8.8 B	7.3 C	3.2 D	
LSD %5 Çeşit = 0.75 LSD %5 Kuraklık Stresi = 0.95 LSD %5 Ç × KS = 1.67					

Fide Uzunluğu (cm): Makarnalık buğday çeşitlerinde farklı kuraklık stresi seviyelerinin fide uzunluğu özelliği üzerine etkisi incelendiğinde çeşitlerde en fazla fide uzunluğu ortalama olarak 4.76 cm ile Meram ve 4.38 cm ile Maestrale çeşitlerinde olduğu belirlenmiştir. Kuraklık stres ortalaması incelendiğinde en uzun fide 10.0 cm ile kontrol uygulamasında en kısa fide ise 3.9 cm ile 5.0 bar kuraklık stresi seviyesinde görülmüştür (Çizelge 7). Araştırmada 7.5 bar ve 10.0 bar dozlarında fide elde edilememiştir. Çeşit × kuraklık stresi interaksyonu ise en yüksek 10.8 cm ile Meram × kontrol uygulamasında gözlenmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar Gençtan ve Sağlam (1988), Okursoy (2006), Rauf ve ark. (2007)'nin yaptıkları çalışmaları ile uyum göstermektedir.

Çizelge 7. Farklı kuraklık stresi seviyelerinde makarnalık buğday çeşitlerine ait ortalama fide uzunluğu değerleri (cm)

Çeşitler	Kuraklık Stresi (bar)			
	Kontrol	2.5	5.0	Çeşit Ortalaması
Levante	9.5 b	4.2 d	2.1 e	3.17 B
Maestrale	9.8 ab	7.2 c	4.8 d	4.38 A
Meram	10.8 a	8.1 c	4.9 d	4.76 A
Kuraklık Stresi Ortalaması	10.0 A	6.5 B	3.9 C	
LSD % 5 Çeşit = 0.43 LSD % 5 Kuraklık Stresi = 0.57 LSD %5 Ç × KS = 0.98				

Kök Yaş Ağırlığı (mg): Makarnalık buğday çeşitlerinde farklı kuraklık stresi seviyelerinin kök yaş ağırlığı özelliği üzerine etkisi incelendiğinde çeşitlerde en fazla kök yaş ağırlığı ortalama olarak 120.0 mg ile Maestrale çeşidinde olduğu belirlenmiştir.

Kuraklık stres ortalaması incelendiğinde farklı kuraklık stresi seviyesindeki en yüksek kök yaş ağırlığı 211.1 mg ile kontrol uygulamasında görülmüştür. Çeşit × kuraklık stresi interaksyonu ise en yüksek 250.0 mg ile Maestrale × kontrol uygulamasından elde edilirken en düşük değer 46.6 mg ile Lavente × 7.5 bar ve Meram × 7.5 bar uygulamalarında gözlenmiştir (Çizelge 8). Okursoy (2006), Rauf ve ark. (2007), Bayoumi ve ark. (2008) kuraklık stresi seviyesindeki artışın buğdayda kök yaş ağırlığını önemli derecede azalttığını bildirmişlerdir.

Çizelge 8. Farklı kuraklık stresi seviyelerinde makarnalık buğday çeşitlerine ait ortalama kök yaş ağırlığı değerleri (mg)

Çeşitler	Kuraklık Stresi (bar)				Çeşit Ortalaması
	Kontrol	2.5	5.0	7.5	
Levante	200.0 b	150.0 cde	126.6 e	46.6 f	106.0 AB
Maestrale	250.0 a	170.0 bcd	133.3 e	53.3 f	120.0 A
Meram	183.3 bc	136.6 de	123.3 e	46.6 f	98.0 B
Kuraklık Stresi Ortalaması	211.1 A	152.2 B	127.7 C	48.8 D	
LSD %5 Çeşit = 15.6 LSD %5 Kuraklık Stresi = 20.1 LSD %5 Ç × KS = 34.7					

Fide Kuru Ağırlığı (mg): Makarnalık buğday çeşitlerinde farklı kuraklık stresi seviyelerinin fide kuru ağırlığı özelliği üzerine etkisi incelendiğinde çeşitlerde en fazla fide kuru ağırlığı ortalama olarak 19.2 mg ile Maestrale çeşidinde olduğu belirlenmiştir. Kuraklık stres ortalaması incelendiğinde farklı kuraklık stresi seviyesindeki en yüksek fide kuru ağırlığı 42.3 mg ile kontrol uygulamasında görülmüştür (Çizelge 9). Gonzalez ve ark. (2005) ve Rauf ve ark. (2007) ortamdaki kuraklık stresinin artmasından dolayı fide kuru ağırlığının azalmasını toprak üstü kısmında biriken kuru maddenin büyük bir kısmını köklerine iletmesinden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Araştırmacıların elde ettiği sonuçlar ile denememizden elde ettiğimiz bulgular paralellik göstermektedir.

Çizelge 9. Farklı kuraklık stresi seviyelerinde makarnalık buğday çeşitlerine ait ortalama fide kuru ağırlığı değerleri (mg)

Çeşitler	Kuraklık Stresi (bar)				Çeşit Ortalaması
	Kontrol	2.5	5.0	7.5	
Levante	43.3	25.3	15.7		16.8 AB
Maestrale	47.0	27.6	21.7		19.2 A
Meram	36.8	23.9	13.8		14.9 B
Kuraklık Stresi Ortalaması	42.3 A	25.6 B	17.0 C		
LSD % 5 Çeşit = 2.4 LSD % 5 Kuraklık Stresi = 3.1					

Fide Yaş Ağırlığı (mg): Makarnalık buğday çeşitlerinde farklı kuraklık stresi seviyelerinin fide yaş ağırlığı özelliği üzerine etkisi incelendiğinde çeşitlerde en fazla fide yaş ağırlığı ortalama olarak 154.6 mg ile Maestrale çeşidinde olduğu belirlenmiştir. Kuraklık stres ortalaması incelendiğinde en yüksek fide yaş ağırlığı 406.6 mg ile kontrol uygulamasında en az ise 87.7 mg ile 5.0 bar kuraklık stresi seviyesinde görülmüştür. Çeşit

× kuraklık stresi interaksyonu ise en yüksek 466.6 mg ile Meram × kontrol uygulamasında gözlenmiştir. Kuraklık stresi seviyelerindeki çeşit × kuraklık stresi interaksyonunda ise 2.5 bar ve 5.0 bar seviyelerinde Maestrale çeşidinin en yüksek fide yaş ağırlığı değerleri aldığı gözlenmiştir (Çizelge 10). Okursoy (2006) ve Rauf ve ark. (2007) kuraklık stresindeki artışın fide yaş ağırlığını azaltmasının buğday fidelerinin gelişimini yavaşlatmasından kaynaklı olduğunu belirtmişlerdir. Denememizden elde ettiğimiz bulguların bu araştırmaların sonuçları ile paralellik gösterdiği belirlenmiştir.

Çizelge 10. Farklı kuraklık stresi seviyelerinde makarnalık buğday çeşitlerine ait ortalama fide yaş ağırlığı değerleri (mg)

Çeşitler	Kuraklık Stresi (bar)				Çeşit Ortalaması
	Kontrol	2.5	5.0		
Levante	343.3 c	136.6 e	63.3 f		108.6 C
Maestrale	410.0 b	213.3 d	150.0 e		154.6 A
Meram	466.6 a	130.0 e	50.0 f		129.3 B
Kuraklık Stresi Ortalaması	406.6 A	160.0 B	87.7 C		
LSD % 5 Çeşit = 20.5 LSD % 5 Kuraklık Stresi = 26.5 LSD %5 Ç × KS = 45.9					

Kök Kuru Ağırlığı (mg): Makarnalık buğday çeşitlerinde farklı kuraklık stresi seviyelerinin kök kuru ağırlığı özelliği üzerine etkisi incelendiğinde çeşitlerde en fazla kök kuru ağırlığını ortalama olarak 24.8 mg ile Maestrale çeşidinde olduğu belirlenmiştir. Kuraklık stresi ortalaması incelendiğinde en yüksek kök kuru ağırlığı 38.5 mg ile kontrol uygulamasında en az ise 14.7 mg ile 7.5 bar kuraklık stresi seviyesinde görülmüştür. Çeşit × kuraklık stresi interaksyonunda en yüksek kök kuru ağırlığı 46.7 mg ile Maestrale × kontrol uygulamasında ölçülmüştür. (Çizelge 11). Bu sonuçlar kuraklık stresinin artmasıyla buğdayda kök kuru ağırlığının önemli bir şekilde azaldığını açıklayan Gonzalez ve ark. (2005) ile Rauf ve ark. (2007)'nin bulgularıyla desteklenmektedir.

Çizelge 11. Farklı kuraklık stresi seviyelerinde makarnalık buğday çeşitlerine ait ortalama kök kuru ağırlığı değerleri (mg)

Çeşitler	Kuraklık Stresi (bar)				Çeşit Ortalaması
	Kontrol	2.5	5.0	7.5	
Levante	39.5 b	31.6 cd	28.5 d	13.0 e	22.5 AB
Maestrale	46.7 a	36.3 bc	27.1 d	13.7 e	24.8 A
Meram	29.3 d	26.7 d	24.9 d	17.3 e	19.6 B
Kuraklık Stresi Ortalaması	38.5 A	31.5 B	26.9 C	14.7 D	
LSD %5 Çeşit = 3.07 LSD %5 Kuraklık Stresi = 3.95 LSD %5 Ç × KS = 6.87					

Sonuç

Sonuç olarak; kuraklık stresindeki artış makarnalık buğday çeşitlerinde incelenen tüm özellikleri önemli derecede etkilemiştir. 2.5 ve 5.0 bar kuraklık stresinden çeşitler çok fazla etkilenmemiş olmakla birlikte 7.5 bar kuraklık stresi seviyesinde kök gelişimi görülmüş ancak fide gelişimi görülmemiştir. Bu çalışmada en yüksek doz olan 10.0 bar kuraklık stresi

seviyesinde Meram çeşidinde hiç çimlenme olmamış diğer çeşitlerde ise 5. günden itibaren çimlenme görülmüş ancak kök ve fide gelişimi olmamıştır. Farklı makarnalık buğday çeşitlerinin denendiği bu çalışmada kuraklık stresine en fazla dayanıklı çeşit olarak belirlenen Maestrle makarnalık buğday çeşidinin çimlenme özellikleri bakımından diğer çeşitlerden daha fazla ön plana çıktığı belirlenmiştir.

Kaynaklar

- Ahmadi, A. and D.A. Baker 2001. The effect of water stress on grain filling processes in wheat. J. of Agric. Sci. 136: 257-269.
- Abayomi, Y.A. and D. Wriaht. 1999. Osmotic potential and temperature effects on germination of spring wheat genotypes (*Triticum aestivum* L.). Tropical Agric. 72 (2): 114-119.
- Abdul-Baki, A. A. and J. D. Anderson. 1970. Viability and leaching of sugars from germinating barley. Crop Sci. 10: 31-34.
- Atak, M., M.D. Kaya, G. Kılılı. Y. and C. Y. Ciftci. 2006. Effects of NaCl on the germination, seedling growth and water uptake of Triticale. Turkish J. Agric. Forestry. 30:39-47.
- Almansouri, M., J. M. Kinet and S. Lutts. 2001. Effect of salt and osmotic stress on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). Plant and Soil. 231: 243-254.
- Bayoumi, T. Y., M. H. Eid and E.M. Metwali. 2008. Application of physiological and biochemical indices as a screening technique for drought tolerance in wheat genotypes. Afr. J. Biotechnol.. 7 (14): 2341-2352.
- Balkan, A. ve T. Gençtan. 2013. Ekmeklik buğdayda (*Triticum Aestivum* L.) osmatik stresin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisi. Namık Kemal Üniv. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. ISSN. 10 (2): 44-52.
- Dhanda, S.S., G.S. Sethi and R.K. Behl. 2004. Indices of drought tolerance in wheat genotypes at early stages of plant growth. J. Agron. & Crop Sci.. 190: 6-12
- El-Sharkawi, H.M. and F.M. Salama. 1977. Effects of drought and salinity on some growth contributing parameters in wheat and barley. Plant and Soil. 46: 423-433.
- Gençtan, T. ve N. Sağlam. 1988. Buğday çeşitlerinde farklı ozmatik basınç ortamlarının çimlenme ve fide gelişimine etkisi. Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayınları No. 60. Araştırma No.15. 27s.
- Gonzalez, L.M., L. Argente, N. Zaldivar and R. Ramirez. 2005. Effects of simulated drought induced by PEG-6000 on the germination and growth of two wheat varieties. Cultivos Tropicales. 26 (4): 49-52.
- Gunjaca, J. and H. Sarcevic 2000. Survival analysis of the wheat germination data. 22nd Int. Conf. Infor. Thecno. Interfaces ITI 2000. 307-310. Pula. Croatia.
- Hamidi, H. and A. Safarnejad. 2010. Effect of drought stress on alfalfa cultivars (*Medicago sativa* L.) in germination stage. American - Eurasian J. of Agric. & Environ. Sci. 8 (6): 705-709.
- Kutlu, İ. 2010. Tahıllarda Kuraklık Stresi. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 3(1): 35-41.
- Karahan, S. 1996. Buğdaylarda (*Triticum* spp.) Kurağa Dayanma Mekanizmasının Laboratuvar. Sera ve Tarla Şartlarında İncelenmesi ve Dayanıklı Genotiplerin Seçimi ve Sonuçların İslah Programlarında Kullanılması Üzerine Araştırmalar. Selçuk Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla bitkileri Anabilim Dalı. Doktora Tezi. 184 s.. Konya.
- Liu. H.S., F.M Li and H. Xu. 2004. Deficiency of water can enhance root respiration rate of drought-sensitive but not drought-tolerant spring wheat. Agric. Water Management. 64 (1):41-48.

- Mujutaba, S.M., B. Khanzada, M. Ali, M. H. Naqvi, S. Mughal, S. M. Alam, M.U. Shirazi, M.A. Khan and S. Mumtaz. 2005. The effect of polyethylene glycol on seed germination of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes/lines. *Wheat Inform. Service*. 99: 58-60.
- Michel, B.E. and M. R. Kaufmann. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiology*. 51: 914-16.
- Madidi, S.E, B.E. Baroudi and F.B. Aameur. 2004. Effects of salinity on germination and early growth of barley (*Hodeum vulgare* L.) cultivars. *Int J Agric Biol Plant*. 6: 767-770.
- Okursoy, M.Y. 2006. Ekmeklik buğday genotiplerinin *in vitro* ve *in vivo* koşullarında kurağa dayanıklılık yönünden değerlendirilmesi. Yüksek lisans tezi. Trakya Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü. 124 s.
- Rauf, M, M. Munir, M.U., M.U.Hassan, M. Ahmad and M. Afzal. 2007. Performance of wheat genotypes under osmotik stress at germination and early seedling growth stage. *Afr. J. Biotechnol.* 6 (8): 971-975.
- Soltani, A., M. Gholipoor and E. Zeinali. 2006. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. *Environmental and Experimental Botany*. 55: 195-200.
- Veselov, D.S, A.R. Mustafina, I.B. Sabirjanova, G.R. Akhiyarova, A.V. Dedov, S.U. Veselov and G.R. Kudoyarova. 2002. Effect of PEG-treatment on the leaf growth response and auxin content in shoots of wheat seedlings. *Plant Growth Regulation*. 38:191-194.

