

## Ekmeklik Buğday Genotiplerinin Verim ve Fenolojik Özelliklerinin Tane Doldurma Dönemindeki Kuraklık Stresine Tepkileri

\*Ramazan AYRANCI<sup>1</sup>, Bayram SADE<sup>2</sup>, Süleyman SOYLU<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Kırşehir

<sup>2</sup>Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Konya

\*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail): ramazanayranci@ahievran.edu.tr

### Öz

Bu çalışmanın amacı Orta Anadolu Bölgesi'nde tane doldurma döneminde görülebilen kuraklık tipinin modellendiği kontrollü tarla şartlarında, ekmeklik buğday genotiplerinin verim ve bazı fenolojik özelliklerinin tepkilerinin belirlenmesidir. Çalışma, Konya'da 2009–2010 yetiştirme yıllarında yağmur korunakları altında, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde, dört tekerrürlü; ana parsellerde uygulamalar ( $S_1$ : Tane doldurma dönemi kuraklığı,  $S_2$ : Tam sulu koşullar) ve alt parsellerde 10 ekmeklik buğday genotipi kullanılarak yürütülmüştür. Çalışmada, genotiplerin verim ve fenolojik özelliklerinin tane doldurma dönemindeki kuraklığa tepkileri değerlendirilmiştir. Çalışmada tane verimi, uygulama ortalamaları olarak  $579 \text{ kg da}^{-1}$  ( $S_1$ ) ile  $760 \text{ kg da}^{-1}$  ( $S_2$ ) arasında ve stres uygulamaları üzerinden genotiplerde  $595 \text{ kg da}^{-1}$  (Göksu 99) ile  $725 \text{ kg da}^{-1}$  (BDME 09/1K) arasında değişmiştir. Stres uygulaması, sulu uygulama ile karşılaştırıldığında, tane dolun dönemi kuraklık uygulamasında tane verimi %23.9 oranında azalmıştır. KHİ değerleri 0.58 (Bayraktar 2000) ile 1.73 (Göksu 99) arasında değişmiştir. Bayraktar 2000 çeşidi tane dolun kuraklığına en toleranslı çeşit olarak belirlenmiştir. Fenolojik özelliklerin uygulama ortalamaları olarak, başaklanma süresi 168.6 gün ile 171.9 gün, çiçeklenme süresi 174.2 gün ile 178.1 gün, fizyolojik olum süresi 208.9 gün ile 218.1 gün ve tane dolun süresi 34.7 gün ile 39.9 gün arasında değişim göstermiştir. Stres uygulaması sulu koşullara göre, başaklanma süresinde %1.9; çiçeklenme süresinde %2.2; fizyolojik olum süresinde %4.2; tane dolun süresinde %13 kısaltmaya sebep olmuştur. Tane dolun süresi uzun olan çeşitlerin verim değerlerinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada tane doldurma dönemi kurak stresi altında ekmeklik buğday genotiplerinde kuraklığa adaptasyonu desteklediği belirlenen tane doldurma süresi parametresi, geç dönemde etkili olan kuraklık için, toleranslı genotip geliştirmek amacıyla, seleksiyon parametresi olarak kullanılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Kuraklık, buğday, fenolojik özellikler, seleksiyon, parametre

### The Response on the Drought Stress Yield and Phenological Properties of Bread Wheat Genotypes in Grain Filling Stage

#### Abstract

The aim of this study was to determine the responses of the grain yield and some phenological properties of bread wheat genotypes under controlled field conditions which can be seen in grain filling stage in Central Anatolia Region. This research was conducted to observe the drought resistance of ten bread wheat genotypes at grain filling period. Split-plot in randomized complete block design techniques were used with four replicates in 2009-2010 under rain shelter in Konya Province. Two different irrigation treatments were done in grain filling period drought ( $S_1$ ) and in full irrigation conditions ( $S_2$ ). Results showed that grain yield values varied from  $579 \text{ kg da}^{-1}$  ( $S_1$ ) to  $760 \text{ kg da}^{-1}$  ( $S_2$ ) under drought treatments, and from 595 (Göksu 99) to  $725 \text{ kg da}^{-1}$  (BDME 09/1K). If the means of drought treatment was compared with irrigated treatment, the grain yields of genotypes under grain filling stages drought treatment were 23.9% reduced. DSI values which were calculated for the grain yield of genotypes ranged between 0.58 (Bayraktar 2000) and 1.73 (Göksu 99). Bayraktar 2000 was determined as a variety which is the most tolerant to grain filling stage drought type. As the treatment average of phenological properties, heading duration was ranged from 168.6 to 171.9 days, flowering duration from 174.2 to 178.1 days, physiological maturity duration from 208.9 to 218.0 days and grain filling duration from 34.7 to 39.9 days. The stress treatment compared to full watered conditions presented shortening: 1.9% in heading duration, 2.2% in flowering duration, 4.2% in physiological maturity duration, and 13% in grain filling duration. It was determined that cultivars which had longer grain filling durations result in higher grain yields. In this study, it was determined that the grain filling duration parameter which supported the adaptation to drought in bread wheat genotypes under grain filling stage drought stress can be used as a selection parameter to improve the drought tolerant genotypes.

**Keywords:** Drought, wheat, phenological properties, selection, parameter

## Giriş

**K**uraklık, dünyada ve ülkemizde yağışa bağımlı tarım alanlarının büyük bir bölümünde bitkisel üretimi sınırlayan en önemli faktörlerden birisidir. Türkiye’de yetiştirilen buğdayın büyük bir kısmı (%80) yağışa bağımlı tarım yapılan alanlarda yetiştirilmektedir; bunun büyük bir bölümünü ise Orta Anadolu ve Geçit Bölgeleri oluşturmaktadır. Bu bölgede verimi etkileyen unsurların başında, yetersiz yağış miktarı ve yağışın yetiştirme periyodu içindeki düzensiz dağılımı gelmektedir (Sade, 2008). Bu durum, kuraklığın şiddetine ve dağılımına bağlı olarak %40–65'lere varan verim kayıplarına neden olabilmektedir (Öztürk, 1999a).

Düzensiz yağış dağılımlarının etkisine ek olarak, kuraklık etkisinin bitkiler üzerindeki şiddeti, buğdayın gelişim evresine bağlı olarak da değişkenlik göstermektedir (Gupta et al., 2001). Buğdayda tane veriminin başlıca kaynağı, başaklanmadan sonraki kuru madde birikimi olduğu için (Schnyder, 1993; Saidi et al., 2008) bitki gelişme dönemleri bakımından tane dolum dönemi kuraklığı kritik bir öneme sahiptir. Terminal kuraklığın buğdayda verimi ve bu döneme ait fenolojik süreçleri nasıl ve ne ölçüde etkilediğinin iyi anlaşılması, bu kuraklık tipine adapte olabilecek genotiplerin ıslahında yardımcı olabilecektir. Bu yüzden, genotiplerin farklı gelişme dönemlerine karşı reaksiyonlarını (Jamal et al., 1996; Czeuz et al., 2008; Saidi et al., 2008), tolerans derecelerini (Fischer and Maurer, 1978) ve bu alanda genetik varyasyonu (Jalal et al., 2014) belirlemek önemli ıslah stratejileri olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, Orta Anadolu Bölgesi’nde farklı bitki gelişme dönemlerinde görülebilen kuraklık tiplerinin modellendiği kontrollü tarla şartlarında, ekmeklik buğday genotiplerinin verim ve bazı fenolojik özelliklerin tane dolum dönemi kuraklığına tepkilerini ve kuraklığa hassasiyetlerinin değerlendirilerek, terminal gelişme dönemi kuraklığına toleranslı ekmeklik buğday genotiplerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, 2009–2010 yetiştirme dönemlerinde Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü (BDUTE)

arazisinde yürütülmüştür. Deneme yerinin 2009–2010 yetiştirme dönemlerine ait bazı iklim elemanlarının aylık ortalama değerleri Çizelge 1’de verilmiştir. Bölgede uzun yıllar ortalaması yıllık toplam yağış ortalaması 321.4 mm iken deneme yılında gerçekleşen yıllık toplam yağış miktarı 385.4 mm olmuştur. Deneme yılına ait yağış toplamı uzun yıllar ortalamasının (321.4 mm) oldukça üzerinde gerçekleşmiştir. Ürün yılının sıcaklık ortalaması (12.8 °C) uzun yılların (11.6 °C) üzerinde gerçekleşmesi olum süresini hızlandırmıştır.

Deneme alanı topraklarının 0–30 cm ve 30–60 cm derinlik kademelerinden alınan toprak örnekleri üzerinde yapılan analize göre, tekstür sınıfının killi-tın, organik madde içeriğinin orta düzeyde (%2.53 ve %1.12), kireç içeriğinin yüksek (%29.48 ve %33.16), elverişli fosfor miktarının (11.06–6.99 kg/da) yeterli seviyede, potasyum bakımından (88.89–62.17 kg/da) zengin durumda ve alkali (pH: 8.30) reaksiyon gösterdiği belirlenmiştir.

Araştırmada bitkisel materyal olarak yedi adet tescilli çeşit (Karahana 99, Bayraktar 2000, Gerek 79, Dağdaş 94, Bezostaja 1, Göksu 99, Konya 2002) ile BDUTAE ekmeklik buğday ıslah programında kuru tarım alanları için geliştirilmiş iki adet ileri hat (BDME 09/1 K, BDME 09/2 K) ve bir adet yerel çeşit (08-09 KEBVD 24) olmak üzere toplam on adet ekmeklik buğday genotipi kullanılmıştır.

Araştırma “tesadüf blokları deneme planında, bölünmüş parseller düzenlemesine” göre dört tekerrürlü olarak düzenlenmiştir. Denemede kuraklık ve takviye su uygulamaları ana parsellere, genotipler alt parsellere yerleştirilmiştir. Bu denemede parseller 0.8 m x 1.5 m = 1.2 m<sup>2</sup> ebadında tertiplenmiş olup, her parselde dört sıra olacak şekilde 20 cm sıra arası ve 40 cm parsel arası mesafesi uygulanmıştır. Alt parseller içinde yer alan 10 genotip tekerrürlere şansa bağlı olarak dağıtılmıştır. Ana konu olarak ele alınan kuraklık ve takviye sulama uygulamaları aşağıdaki şekilde uygulanmıştır.

**Uygulamalar:** Bitki gelişim dönemleri Zadoks Skalası (ZD) dikkate alınarak belirlenmiştir.

Çizelge 1. Konya ilinde bazı iklim elemanlarının uzun yıllar ortalaması ve deneme yılına ait aylık ortalamaları  
Table 1. The average of long-term of some climate elements and the monthly average of the experiment year in Konya

AYLAR	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağus.	Yıllık	
U. Y. O.**	Ort. Sic. (°C)*	18.7	12.6	5.9	1.5	-0.3	1.0	5.7	11.1	15.8	20.4	23.6	23.2	11.6
	Maks. Sic. (°C)	36.1	31.6	25.2	20.0	17.6	21.2	28.9	31.5	33.4	37.2	40.6	37.8	40.6
	Min Sic. (°C)	1.2	-7.6	-20.0	-22.4	-25.8	-25.0	-15.8	-8.6	-1.2	3.2	7.5	7.5	-25.8
	Yağış (mm)	11.6	32.2	37.6	41.9	34.4	24.4	26.2	38.8	41.7	20.1	7.5	5.0	321.4
	Nisbi nem (%)	46.0	58.0	69.0	77.0	76.0	70.0	62.0	58.0	55.0	47.0	42.0	42.0	58.5
2009-2010	Ort. Sic. (°C)	16.8	14.3	5.6	4.3	2.5	5.4	7.9	10.4	16.3	19.7	24.7	25.9	12.8
	Maks. Sic. (°C)	30.6	28.3	19.2	17.0	17.2	20.0	23.7	22.5	30.2	31.3	37.4	38.4	38.4
	Min. Sic. (°C)	-0.4	2.0	-6.0	-7.2	-12.0	-9.2	-7.5	-1.7	2.1	6.7	9.2	13.2	-12.0
	Yağış (mm)	22.2	14.4	60.6	72.4	43.4	33.0	14.6	27.6	13.6	76.2	7.4	0.0	385.4
	Nisbi nem (%)	51.8	54.7	82.6	87.9	85.2	74.1	60.8	64.7	50.0	57.4	40.6	32.0	61.8

\*Ort. Sic.: Ortalama Sıcaklık, Maks. Sic.: Maksimum Sıcaklık, Min. Sic.: Minimum Sıcaklık

\*\*U. Y. O.: 1975-2008 dönemine ait ortalama değerler (DMI)

\*Avg. Temp.: Average Temperature, Max. Temp.: Maximum Temperature, Min. Temp.: Minimum Temperature

\*\*A. L. T.: The average values for the period 1975-2008 (SMW)

**S<sub>1</sub>:** Tane dolun dönemi (ZD: 70-94) kuraklığı; bu parseller geç dönem kuraklığını test etmek amacıyla tane dolun döneminde kuraklığa maruz bırakılmıştır. S<sub>1</sub> uygulama ana parselinde yer alan bitkiler sapa kalkma başlangıcı dönemine (ZD: 30) kadar (Nisan ayına kadar) açıkta bırakılmış, bu dönemden itibaren tane dolun dönemi sonuna kadar yağmur korunağı ile örtülerek, bitkilerin yağış alması engellenmiştir. ZD: 30-50 döneminde 35 mm ve ZD: 50-70 döneminde 50 mm olacak şekilde, uzun yıllar ortalaması seviyesinde damlama sulama ile su verilmiştir.

**S<sub>2</sub>:** Tam sulu koşullar; bu parsellere buğday genotiplerinin verim potansiyellerinin belirlenmesi ve kuraklık uygulamalarındaki genotiplerin kuraklığa tepkilerinin belirlenmesinde kontrol olarak değerlendirilmesi amacıyla, ZD: 30-50 döneminde 50 mm, ZD: 50-70 döneminde 80 mm ve ZD: 70-94 döneminde 50 mm olacak şekilde damlama sulama uygulaması yapılmıştır. Ayrıca, yağmur korunağı altına alınmayarak yağıştan da yararlanması sağlanmıştır.

Tane dolun döneminde oluşturulan yapay kuraklık uygulaması, polietilen parsel örtüsü (0.25 mm kalınlıkta ve fotosentetik ışığın %95'ini geçirebilen) kullanılarak, sabit konumlu yağmur korunağı ile sağlanmıştır. Örtü kenarlarda toprak seviyesinden 1.5 m yükseklikte ve parsel kenarlarından 2 m etrafa taşacak şekilde yerleştirilmiştir (Öztürk, 1999a). Bütün parseller diğer uygulamaların etkilerinden korunmak için sulama ve örtülerin uygulanmadığı ilave parseller ile izole edilmiştir.

Ayrıca, yağmur korunağı kullanılan parsellerde, örtüden akan yağmur suları, açılan drenaj kanalları ile parsellerden uzaklaştırılmıştır. Denemede ana parsellere sulama uygulamaları damlama sulama yöntemi ile yapılmış olup, uygulanacak su miktarı her ana parselin başında yer alan sekonder su borusuna monte edilen hassas su saati ile ölçülerek verilmiştir.

Kuraklık uygulamasında (S<sub>1</sub>) ekimden yağmur korunağı örtülünceye kadar 266 mm yağış alınırken, S<sub>2</sub> uygulamasında ise tane doldurma dönemi sonuna kadar alınan yağış miktarı 347.8 mm olarak gerçekleşmiştir. Thermohygrograph cihazı ile yapılan ölçümlerde, örtülerin kuraklık uygulanan parsellerde havanın nispi nemi ve sıcaklığını değiştirmedığı belirlenmiştir.

Deneme nadas-buğday münavebe sisteminde nadastan sonra kurulmuştur. Ekim ayının üçüncü haftasında deneme planına uygun olarak parselasyon yapılmıştır. Sıra arası 20 cm olacak şekilde, yaylı tırmık ile 5-6 cm derinlikte açılan çizilere m<sup>2</sup>'ye 550 adet tohum sıklığında elle ekilmiştir. Ana parseller 7 kg N da<sup>-1</sup>, 6 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da<sup>-1</sup> olacak şekilde gübrelenmiştir. Fosforun tümü ve azotun 2.35 kg da<sup>-1</sup> kısmı, ekimden önce ana parsellere uygulanmıştır. Azotun geri kalan 4.65 kg da<sup>-1</sup> kısmı ise sapa kalkma dönemi başlangıcında verilmiştir. Yabancı ot mücadelesi kimyasal ilaç uygulanarak ve zaman zaman elle kopararak yapılmıştır. Parseldeki bitkiler hasat olgunluğuna geldiğinde orakla biçilerek parsel biçerdöveriyle harman edilmiştir.

Araştırmada tane verimi (Kalaycı ve ark., 1998), başaklanma süresi, çiçeklenme süresi, fizyolojik olum süresi ve tane dolun süresi (Zadoks et al., 1974) parametrelerine ilişkin gözlem ölçümleri alınmıştır. Ayrıca, incelenen özelliklerde kuraklık hassasiyet indeksi (Fischer and Maurer, 1978) değerlendirilmiştir.

Denemelerden elde edilen verilerin değerlendirilmesinde, varyans analizi yapılmış ve farklılıkları önemli olan özelliklerin ortalama değerleri LSD (%5) testine göre gruplandırılmıştır. Verilerin analizinde JMP 5.0.1 istatistik programı kullanılmıştır.

### Bulgular ve Tartışma

İncelenen özelliklerin tamamında kuraklık uygulaması etkili olmuş ve tüm özellikler bakımından uygulamalar, genotipler, uygulama x genotip interaksiyonları arasındaki farklılık ( $p < 0.01$ ) istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 2).

İncelenen özelliklere ait ortalama değerler ve önemlilik grupları Çizelge 3'te verilmiştir. Tane verimi genel ortalaması  $669 \text{ kg da}^{-1}$  olarak belirlenmiş olup, bu değer bölge koşullarına göre nispeten yüksek olmuştur. Bunda, deneme yılında kuraklık uygulamasının başlatılmasından (ZD: 30) önceki elverişli iklim koşulları etkili olmuştur. Nitekim, ZD: 30 dönemine kadar uzun yıllar ortalaması yağış miktarı  $196 \text{ mm}$  iken, deneme yılında  $266 \text{ mm}$  ile %35 daha fazla gerçekleşmiştir (Çizelge 1).

Tam sulu koşullar ( $S_2$ ) uygulamasından ortalama  $760 \text{ kg da}^{-1}$  tane verimi elde edilirken, tane dolun dönemi kuraklık uygulamasında ( $S_1$ ) ortalama tane verimi  $579 \text{ kg da}^{-1}$  olmuştur. Kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında  $S_1$  uygulamasında kuraklığa tepki olarak %23.9 verim kaybı belirlenmiştir. Farklı gelişme dönemlerindeki kuraklığın tane verimi üzerindeki etkisine ilişkin yapılan araştırmalarda (Jamal et al., 1996; Kimurto et al., 2003; Öztürk, 1999b) çalışmamızdakine benzer sonuçlar rapor edilmiştir.

Ekmeklik buğday genotiplerinden ortalama en yüksek tane verimi  $725 \text{ kg da}^{-1}$  ile BDME 09/1K genotipinden elde edilirken, Konya 2002, Karahan 99, 08-09 KEBVD 24 ve BDME 09/2K genotipleri sırasıyla  $719, 709, 706$  ve  $691 \text{ kg da}^{-1}$  verim değerleri ile genel ortalamanın üzerinde bir performans göstermiştir. Göksu 99 çeşidi ise en düşük tane verimine ( $595 \text{ kg da}^{-1}$ ) sahip olmuştur. Uygulamalar ile genotipler arasındaki interaksiyonlar incelendiğinde,  $S_1$  uygulamasının genotiplerin verimi üzerine önemlilyaryasyonlaroluşturduğugörülmektedir. Genotiplerin  $S_1$  uygulamasındaki kuraklığa gösterdikleri tepkilere bakıldığında, Bayraktar 2000 en az verim kaybı gösterirken, Bezostaja 1, Dağdaş 94, Gerek 79, BDME 09/2K, BDME 09/1K ve 08-09 KEBVD 24 genotipleri ortalama verim kaybından daha az verim kaybı göstermişlerdir.  $S_1$  uygulamasındaki genotipler KHİ ile değerlendirildiğinde, Göksu 99 ve Karahan 99 dışındaki genotiplerin tane verimi

Çizelge 2. Tane doldurma döneminde kuraklık uygulanan 10 ekmeklik buğday genotipine uygulanan varyans analizine ait kareler ortalamaları

Table 2. Mean squares of variance analysis applied to 10 wheat genotypes applied drought during grain filling period

Varyasyon Kaynakları	SD*	TV	BS	ÇS	FS	TDS
Tekerrür	3	5872.21	0.217	1.746	0.546	1.167
Kuraklık	1	658833**	217.8**	308.13**	1665.31**	551.25**
Hata 1	3	2993.24	0.3	0.079	0.313	1.15
Genotipler	9	17664**	46.13**	42.196**	41.318**	5.689**
Kuraklık*Genotipler	9	8132.93**	1.217**	0.863	1.063**	2.75**
Hata 2	54	2804.4	0.3787	0.551	0.198	0.445
Genel	79					
VK (%)		7.9	0.36	0.42	0.20	1.78

\*SD: Serbestlik derecesi, VK: Varyasyon katsayısı, TV: Tane verimi, BS: Başaklanma süresi, ÇS: Çiçeklenme süresi, FS: Fizyolojik olum süresi, TDS: Tane dolun süresi, \*\* ( $p < 0.01$ )

\*DF: Degree of freedom, VC: Variation coefficient, GY: Grain yield, HP: Heading period, FP: Flowering period, DPM: Duration of physiological maturity, GFP: Grain filling period, \*\* ( $p < 0.01$ )

Çizelge 3. Tane doldurma döneminde kuraklık uygulanan 10 adet ekmeklik buğday genotipine ait tane verimi ve bazı fenolojik özelliklerin ortalama değerleri

Table 3. Mean values of grain yield and some phenological properties of 10 bread wheat genotypes subjected to drought during grain filling period

Genotip	Tane Verimi (kg da <sup>-1</sup> )			Başaklanma Süresi (gün)			Çiçeklenme Süresi (gün)		
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	GO	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	GO	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	GO
Karahan 99	577 gh**	841 a	709 ab	168.0 f	171.5 d	169.8 d	173.5 ij	177.3 d	175.4 cd
Bayraktar 2000	586 gh	679 def	633 cd	165.0 ı	168.0 f	166.5 h	171.0 l	175.0 fg	173.0 f
Gerek 79	587 gh	751 bcd	669 bc	168.0 f	171.0 d	169.5 de	173.8 hi	178.0 bcd	175.9 c
Dağdaş 94	554 h	703 cde	629 cd	172.8 c	175.5 a	174.1 a	177.8 cd	181.5 a	179.6 a
Bezostaya 1	563 gh	680 def	622 cd	169.8 e	173.5 bc	171.6 c	174.8 gh	178.8 bc	176.8 b
Göksu 99	441 ı	749 bcd	595 d	172.8 c	174.3 b	173.5 b	178.8 bc	181.3 a	180.0 a
Konya 2002	622 fgh	816 ab	719 ab	166.8 gh	171.0 d	168.9 f	172.5 jk	177.5 d	175.0 d
BDME 09/1K	635 efg	815 ab	726 a	166.3 h	170.0 e	168.1 g	171.5 kl	176.0 ef	173.8 e
BDME 09/2K	605 fgh	776 abc	691 ab	167.3 fg	171.0 d	169.1 ef	173.0 ij	177.0 de	175.0 d
08–09 KEBVD 24	618 fgh	795 ab	706 ab	169.8 e	173.5 bc	171.6 c	175.5 fg	179.0 b	177.3 b
Stres Uyg. Ort.	579 b	760 a	669	168.6 b	171.9 a	170.3	174.2	178.1	176.2

  

Genotip	Fizyolojik Olum Süresi (gün)			Tane Doldurma Süresi (gün)		
	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	GO	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	GO
Karahan 99	208.5 kl	218.3 de	213.4 d	35.00 def	40.50 ab	37.75 a
Bayraktar 2000	205.5 n	213.3 h	209.4 g	34.50 efg	38.25 c	36.38 bc
Gerek 79	208.0 l	216.0 g	212.0 f	34.25 fg	38.00 c	36.13 c
Dağdaş 94	213.0 h	222.0 a	217.5 a	35.25 de	40.50 ab	37.88 a
Bezostaya 1	209.3 j	218.8 cd	214.0 c	34.50 efg	41.00 a	37.75 a
Göksu 99	211.5 ı	221.0 b	216.3 b	32.75 h	39.75 b	36.25 c
Konya 2002	208.3 kl	217.3 f	212.8 e	35.75 d	39.75 b	37.75 a
BDME 09/1K	207.3 m	216.8 f	212.0 f	35.75 d	40.75 a	38.25 a
BDME 09/2K	208.8 jk	218.0 e	213.4 d	35.75 d	41.00 a	38.38 a
08–09 KEBVD 24	209.3 j	219.3 c	214.3 c	33.75 g	40.25 ab	37.00 b
Stres Uyg. Ort.	208.9 b	218.1 a	213.5	34.7 b	39.8 a	37.25

\*S<sub>1</sub>: Tane dolum dönemi kuraklık uygulaması, S<sub>2</sub>: Tam sulu koşullar, GO: Genotip ortalamaları

\*\*Aynı harflerle gösterilen değerler arasında istatistikî açıdan farklılık yoktur (P<0.05).

\*S<sub>1</sub>: Grain filling period drought application, S<sub>2</sub>: Full water conditions, GA: Genotype averages,

\*\* There is no statistically significant difference between the values indicated by the same letters (P<0.05)

bakımından TD kuraklığına toleranslı oldukları belirlenmiştir (Çizelge 4). Konya 2002 çeşidi ise genel olarak orta düzeyde bir kuraklık toleransı sergilemiştir. S<sub>2</sub> uygulamasında genotipler arasında verim 841 kg da<sup>-1</sup> (Karahan 99) ile 679 kg da<sup>-1</sup> (Bayraktar 2000) arasında değişim göstermiştir. S<sub>1</sub> uygulamasında toleranslı bulunan Konya 2002, BDME 09/1K, 08–09 KEBVD 24 ve BDME 09/2K genotipleri S<sub>2</sub> uygulamasında da başarılı genotipler olarak ön plana çıkmıştır. Bu yüzden, bu genotiplerin TD dönemi kuraklığı bakımından diğer genotiplere göre daha stabil oldukları söylenebilir.

Başaklanma süresi S<sub>2</sub> uygulamasında ortalama 171.9 gün olarak gerçekleşirken, S<sub>1</sub> uygulamasında %1.9 performans kaybı ile 168.6 gün olmuştur. Genotiplerde başaklanma süresi 166.5 gün (Bayraktar 2000) ile 175.5 gün

(Dağdaş 94) arasında değişmiştir. Genotiplerin S<sub>1</sub> uygulamasındaki kuraklığa gösterdikleri tepkiler değerlendirildiğinde, Göksu 99 en az başaklanma süresi kaybı (1.5 gün) gösterirken, Konya 2002 en yüksek tepki (4.2 gün) veren çeşit olmuştur. Nitekim, sulu ve kuru koşullarda yürütülen çalışmalarda, kuraklık stresinin sulu koşullara göre, başaklanma süresinde 1–8 gün arasında değişen bir kısalmaya neden olduğu rapor edilmiştir (Kalaycı, 1998; Öztürk, 1999a; Cseuz et al., 2008). Başaklanma süresinde Dağdaş 94, Gerek 79 ve Bayraktar 2000 çeşitleri ortalama performans kaybından (3.3 gün) daha az kayıp göstermişlerdir (Çizelge 3). S<sub>1</sub> uygulamasındaki genotipler KHİ ile değerlendirildiğinde, Bayraktar 2000, Gerek 79, Dağdaş 94, Göksu 99 ve Karahan 99 çeşitlerinin BS bakımından TD kuraklığına toleranslı oldukları belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Tane doldurma döneminde kuraklık uygulanan 10 adet ekmeklik buğday genotipine ait tane verimi ve bazı fenolojik özelliklere ilişkin kuraklık hassasiyet indeksleri

Table 4. Drought sensitivity indexes of grain yield and some phenological properties of 10 bread wheat genotypes subjected to drought during grain filling period

Genotipler	Kuraklık Hassasiyet İndeksleri				
	TV*	BS	ÇS	FS	TDS
Karahan 99	1.32	1.06	0.98	1.06	1.04
Bayraktar 2000	0.58	0.93	1.04	0.87	0.75
Gerek 79	0.92	0.91	1.08	0.88	0.76
Dağdaş 94	0.89	0.80	0.93	0.96	0.99
Bezostaya 1	0.72	1.11	1.02	1.03	1.22
Göksu 99	1.73	0.45	0.63	1.02	1.35
Konya 2002	1.00	1.28	1.29	0.98	0.77
BDME 09/1K	0.93	1.13	1.17	1.04	0.94
BDME 09/2K	0.93	1.13	1.03	1.00	0.98
08-09 KEBVD 24	0.93	1.11	0.89	1.08	1.24
Kuraklık Şiddeti (%)	23.9	1.9	2.2	4.2	13.0

\*TV: Tane verimi, BS: Başaklanma süresi, ÇS: Çiçeklenme süresi, FS: Fizyolojik olum süresi, TDS: Tane dolum süresi

\*GY: Grain yield, HP: Heading period, FP: Flowering period, DPM: Duration of physiological maturity, GFP: Grain filling period

Çiçeklenme süresi S<sub>2</sub> uygulamasında 178.1 gün, S<sub>1</sub> uygulamasında ise kuraklığın etkisiyle %2.1 oranında kısalarak 174.2 gün olarak gerçekleşmiştir. Genotiplerde çiçeklenme süresi 173 gün (Bayraktar 2000) ile 180 gün (Göksu 99) arasında değişmiştir. S<sub>1</sub> uygulamasında çiçeklenme süresi kısalma tepkisi en az Göksu 99 (2.5 gün) çeşidinde görülürken, en yüksek tepki beş gün ile Konya 2002 çeşidinde belirlenmiştir. Nitekim, Frederick and Bauer (1999) başaklanma tarihi, tane büyüme hızı, fizyolojik olgunlaşma süresi ve tane doldurma süresinin başaklanmadan sonraki çevre koşulları tarafından kontrol edildiğini belirtmişlerdir. 08-09 KEBVD 24, Dağdaş 94 ve Karahan 99 genotipleri S<sub>1</sub> uygulamasında ortalama çiçeklenme süresi kısalmasından daha az performans kaybı göstermişlerdir.

S<sub>1</sub> uygulamasındaki genotipler KHİ ile değerlendirildiğinde, Bayraktar 2000, Gerek 79, Dağdaş 94, Göksu 99 ve Karahan 99 çeşitlerinin ÇS bakımından TD kuraklığına toleranslı oldukları belirlenmiştir (Çizelge 4).

Fizyolojik olum süresinin geç dönem kuraklığından BS ve ÇS parametrelerine göre daha fazla etkilendiği belirlenmiştir. FS S<sub>2</sub> uygulamasında 218.1 gün, S<sub>1</sub> uygulamasında ise %4.2 kısalma ile 208.9 gün olmuştur. Genotiplerde FS 209.4 gün (Bayraktar 2000) ile 217.5 gün (Dağdaş 94) arasında değişmiştir. S<sub>1</sub> uygulamasında FS süresi kısalması bakımından en düşük tepki 7.8 gün ile Bayraktar 2000

çeşidinde görülürken, 08-09 KEBVD 24 genotipi 10 günlük kısalma ile en yüksek tepkiyi vermiştir. S<sub>1</sub> uygulamasındaki genotipler KHİ ile değerlendirildiğinde, Bayraktar 2000, Gerek 79, Dağdaş 94 ve Konya 2002 çeşitlerinin FS bakımından TD kuraklığına daha toleranslı oldukları belirlenmiştir (Çizelge 4).

Geç dönem kuraklığı fenolojik özellikler içinde oransal olarak en fazla tane dolum süresi üzerinde etkili olmuştur. TDS S<sub>2</sub> uygulamasında 39.9 gün, S<sub>1</sub> uygulamasında ise %13.0 kısalma ile 34.7 gün olarak gerçekleşmiştir. TDS genotiplerde 36.13 gün (Gerek 79) ile 38.38 gün (BDME 09/2K) arasında değişim göstermiştir. S<sub>1</sub> uygulamasında TDS kısalması bakımından en düşük tepki Bayraktar 2000 çeşidinden (4.25 gün) alınırken, en yüksek tepki Göksu 99 çeşidinden (7 gün) elde edilmiştir. Frederick and Bauer (1999), tane doldurma süresinde verim başaklanmadan sonraki koşullar tarafından belirlendiği için, bu dönemde tanede endosperm hücreleri ve burada oluşan nişasta granüllerinin büyüklüğü, tanenin elde edilebilir asimilatlardan yararlanma kapasitesinin de etkili olduğunu belirtmişlerdir. S<sub>1</sub> uygulamasındaki genotipler KHİ ile değerlendirildiğinde, Bayraktar 2000, Gerek 79, Konya 2002, Dağdaş 94, BDME 09/1K ve BDME 09/2K genotiplerinin TDS bakımından TD kuraklığına daha toleranslı oldukları belirlenmiştir (Çizelge 4).

## Sonuç

2009–2010 yetiştirme dönemlerinde kontrollü koşullarda, ekmeklik buğday genotiplerinin TD dönemi kuraklığına tepkileri araştırılmış; genotiplerin verim ve fenolojik dönemlerindeki tolerans düzeyini belirlemek için stres uygulamasındaki performans kayıpları ve KHİ kullanılmıştır. Geç dönem kuraklığına, fizyolojik olum süresinin BS ve ÇS parametrelerine göre daha fazla tepki gösterdiği belirlenmiştir. Buna bağlı olarak, genotiplerin tane dolum sürelerinde önemli varyasyon olduğu görülmüş; TD süresi bakımından toleranslı olan ve TD süresi uzun olan genotiplerin verim değerlerinin de yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, geç dönem kuraklığı görülen bölgelere adaptasyonu yüksek çeşitlerin geliştirilmesi hedeflenen ıslah programlarında TD süresi önemli bir seleksiyon parametresi olarak kullanılabilir.

Ayrıca, incelenen tüm parametreler yönüyle TD dönemi kuraklığına Bayraktar 2000, Gerek 79 ve Dağdaş 94 çeşitleri toleranslı bulunurken, TD süresi parametresi bakımından bu çeşitlere Konya 2002, BDME 09/1K ve BDME 09/2K genotipleri de dahil olmuştur. Bu genotipler araştırmaya konu olan hedef bölgelerde yetiştirilebileceği önerilirken, aynı zamanda yeni geliştirilecek buğday çeşitleri için ıslah programlarında önemli bir gen kaynağı olarak da değerlendirilebilir.

## Teşekkür

Bu çalışmayı 1090822 nolu proje ile 1002 Hızlı Destek Programı kapsamında destekleyen TÜBİTAK'a ve projenin yürütülmesinde her türlü imkanı sağlayan BDUTAE'ne katkılarından dolayı müteşekkirimiz.

## Kaynaklar

- Aliyev J.A., and Huseynova I.M., 2014. Genotypic Variation for Drought Tolerance in Wheat Plants. (Improvement of Crops in The Era of Climatic Changes, Ed. P. Ahmad et al.) Volume 2: 151-169. doi: 10.1007/978-1-4614-8824-8\_6
- Czeuz L., Pauk J., Fonad P., Kovacs E., and Matuz J., 2008. Field selection of winter wheat genotypes tolerant to water shortage with a mobile automatic rain shelter (MARS) and chemical desiccation. Cereal Research Non-Profit Co., Szeged, Hungary, p: 1-3
- Fischer R.A., and Maurer R., 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield response. Australian Journal of Agricultural Research, 29: 897-912. doi: 10.1071/AR9780897
- Frederick J.R., and Bauer P.J., 1999. Physiological and Numerical Components of Wheat Yield. In: Satorre, E.H., Slafer, G.A. (Ed.). Wheat: Ecology and Physiology of Yield Determination, USA: CRC Press.) p. 54
- Gupta N.K., Gupta S., and Kumar A., 2001. Effect of water stress on physiological attributes and their relationship with growth and yield of wheat cultivars at different stages. Journal of Agronomy & Crop Science, 186: 55-62
- Jamal M, Nazir M.S., Shah S.H., and Ahmed N., 1996. Varietal response of wheat to water stress at different growth stages. III. Effect on grain yield, straw yield, harvest index and protein content in grain. Rachis, 15 (1/2): 38-45
- Kınacı E. ve Dayıoğlu R., 1998. Determination of Drought Resistant Wheat Genotypes and Related Morphological and Physiological Parameters Under Central Anatolian Conditions, TÜBİTAK Projesi Sonuç Raporu, 62
- Kimurto P.K., Kinyua M.G., and Njoroge J.M., 2003. Response of bread wheat genotypes to drought simulation under a mobile rain shelter in Kenya. African Crop Science Journal, 11: 225-234
- Öztürk A., 1999a. Ekmeklik buğday genotiplerinde kurağa dayanıklılık. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23 ek sayı:5: 1237-1247
- Öztürk A., 1999b. Kuraklığın kışık buğdayın gelişmesi ve verimine etkisi. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23: 531-540
- Sade B., 2008. Yeni boyutlarıyla kuraklık ve nadas. Ülkesel Tahıl Sempozyumu, 2-5 Haziran, Konya, Türkiye, s. 230-235
- Saidi A., Ookawa T., Motobayashi T., and Hirasawa T., 2008. Effects of soil moisture conditions before heading on growth of wheat plants under drought conditions in the ripening stage: insufficient soil moisture conditions before heading render wheat plants more resistant to drought to ripening. Plant Production Science, 11: 403-411. doi: 10.1626/pp.11.403
- Schnyder H., 1993. The role of carbohydrate storage and redistribution in the source-sink relations of wheat and barley during grain filling-a review. New Phytologist Journal., 123: 233-245
- Zadoks J.C., Chang T.T., and Konzak C.F., 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research, Volume 14: 415-421