



## Bazı Yerel Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinin Osmotik Stres Altında Erken Gelişme Dönemindeki Kuraklık Toleransının Belirlenmesi

Kübra ÖZDEMİR DİRİK<sup>1\*</sup> İbrahim SAYGILI<sup>1</sup> Mahir ÖZKURT<sup>1</sup> Mehmet Ali SAKİN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü Tokat, Türkiye

\*Sorumlu Yazar

E-mail:kubra.ozdemir@gop.edu.tr

### Özet

Buğday üretimi genellikle kuru tarım alanlarında yapılmakta ve kuraklık bu alanlardaki buğday üretiminde ciddi problemlere sebep olmaktadır. Bu çalışma ile Türkiye'nin bazı illerinden toplanan yerel ekmeklik buğday genotiplerinin osmotik stres altında erken dönem kuraklığa toleransının belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada 25 adet yerel ekmeklik buğday genotipi ve standart olarak da 4 adet tescilli ekmeklik buğday çeşidi kullanılmıştır. Genotiplerin tohumları 9 cm çapındaki petri kaplarında, osmotik stres oluşturmak için -5 bar polyethylene glycol 6000 (PEG 6000)'e tabi tutulmuştur. Araştırmanın 7. gününde çimlenme oranı, kök uzunluğu, koleoptil uzunluğu, sürgün uzunluğu, çimlenme indeksi, kök taze ve kuru ağırlığı belirlenmiştir. Çimlenme oranı kontrole göre PEG uygulamasında % 14.7 oranında önemli bir şekilde azalmıştır. Çimlenme oranlarına göre incelenen genotipler arasında TR 53869 ve TR 63508 nolu genotiplerin erken gelişme dönemi kuraklık stresine toleranslı, TGB 000543, TR 54989 nolu genotiplerin ve Çam buğdayı çeşidinin ise duyarlı olduğu belirlenmiştir. Çimlenme oranı, kök uzunluğu, kök taze ve kuru ağırlığı dikkate alındığında erken dönem kuraklığa tolerans yönünden öne çıkan TR 53869 ve TR 63508 nolu genotiplerin ıslah çalışmalarında kullanılabileceği öngörülmüştür.

**Anahtar Kelime:** Osmotik stres, PEG, Çimlenme, Yerel ekmeklik buğday genotipi

## Determination of Drought Tolerance at Early stages of Some Local Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes under Osmotic Stress

### Abstract

Wheat production is usually done in dry farming areas and drought causes serious problems in wheat production in these areas. The present study was conducted to determine the tolerance of local bread wheat genotypes collected from some provinces of Turkey in early growth stages under osmotic stress. In the research, twenty five local bread wheat genotypes and four registered bread wheat cultivars as standard were used. Seeds of genotypes were subjected to -5 bar polyethylene glycol 6000 (PEG 6000) for osmotic stress in the petri dishes (9 cm diameter). In the experiment, germination percentage, radicle length, coleoptile length, shoot length, germination index, root fresh and dry weight, was determined in the 7<sup>th</sup> days. Germination percentage were decreased by 14.7 % in PEG application compared to the control. According to the germination percentages, among the genotypes investigated, TR 53869 and TR 63508 were while TGB 000543, TR 54989 and Cam wheat, were sensitive tolerant to drought stress in early growth stages. When considered germination percentage, radicle length, root fresh and dry weight, it is foreseen that can be used in breeding trials TR 53869 and TR 63508 genotypes, which prominent in terms of tolerance to early drought.

**Keywords:** Osmotic stress, PEG, Germination, Bread wheat landrace

## GİRİŞ

Türkiye, coğrafi ve iklimsel açıdan farklı ekolojik bölgeleriyle çoğu bitki türü için çok elverişli bir ülkedir. Çok sayıda bitkinin olduğu gibi buğdayın da ilk kültüre alındığı ve en önemli gen merkezlerinden birisidir. Türkiye'de doğrudan veya dolaylı olarak kullanılabilecek özel karakterlere sahip çok sayıda yerel ekmeklik buğday çeşitleri bulunmaktadır [1]. Günümüz bitki ıslahının hedefi artan küresel ısınma ve iklimsel dengesizlikler dolayısıyla abiyotik stres koşullarına toleranslı çeşitler geliştirmektir. Dar bir genetik tabanla yönetilen bu gibi çalışmalarda, yüksek potansiyele sahip yerel ekmeklik buğday çeşitlerinin özelliklerinin ortaya konulması ve ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmesi gereklidir.

Abiyotik stres şartları arasında tarımsal üretime en fazla zarar veren stres faktörü kuraklıktır. Kuraklık genel olarak, toprağın su içeriği ile bitki gelişiminde gözle görülür azalmaya neden olacak kadar uzun süre yağışsız dönem olarak tanımlanmaktadır. Buğday üretimi genellikle kuru tarım alanlarında yapılmakta ve kuraklık bu alanlardaki buğday üretiminde sık sık ciddi problemlere neden olmaktadır. Ü-

kemizdeki kuru tarım alanlarında, düzensiz veya yetersiz yağışlar gün geçtikçe artmaktadır. Buğdayın ekim dönemi ile çimlenme-çıkış ve fide gelişme dönemlerinde ciddi kuraklık yaşanabilmektedir [2]. Bu uygun olmayan koşullarda iyi bir tane ürünü alabilmenin en kolay ve pratik yolu bu şartlara uygun çeşitlerin kullanılmasıdır.

Kuraklık stresi tohumların protein sentezini azaltır, hücre bölünmesini yavaşlatır ve sonuçta çimlenme gücünü azaltır [3]. Kuraklık şartlarında iyi bir bitki gelişimi sağlamanın ön şartı çimlenmedir. Bu yüzden kuraklık stresinde uygun çimlenme kabiliyeti ve karakterine sahip olan bir genotip daima bir adım öndedir. Buğday üretiminin kışlık yapıldığı yerlerde erken çimlenme ve bitkinin kışa güçlü girmesi, performansını önemli ölçüde artırır. Deneme ortamlarında çimlenme ve erken fide dönemlerinde kurağa toleransı belirlemede, düşük su potansiyeli oluşturabilen polietilen glikol (PEG 6000) yaygın olarak kullanılmaktadır [4, 5].

Dhanda ve ark. [4] -10 bar PEG 6000 solüsyonunda buğday genotiplerinin çimlenme oranının kontrol uygulamasında göre % 63.3 oranında azaldığını bildirmişlerdir. Baloch ve ark. [6] 16 buğday genotipinin stres şartlarında (% 15 PEG

6000) kök uzunluğunun % 74.4, sürgün uzunluğunun % 62.9 koleoptil uzunluğunun ise % 53.0 azaldığını belirlemişlerdir. Öztürk ve ark. [5] ozmotik stres koşullarında erken dönemde kuraklığa dayanıklılığı belirlemek için ekmeklik buğday çeşitleri ile yürüttükleri çalışmalarında, PEG 6000 solüsyonunun -5, -10 ve -15 bar dozlarının kullandıklarını ve sadece -5 bar PEG 6000 uygulamasından sonuç aldıklarını, -10 ve -15 bar uygulamalarında ise tohumlarda çimlenme olmadığını tespit etmişlerdir.

İklim değişiklikleri günümüzde bitki ıslahına yön vermektedir ve kuraklığa tolerans günümüzde en çok çalışılan özelliklerden birisidir. Bu çalışmanın amacı Tokat, Amasya

#### Çizelge 1. Ekmeklik buğday genotipleri ve temin edildiği kuruluşlar

Genotip	Temin edildiği kuruluş	Genotip	Temin edildiği kuruluş
TGB 003247	Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Ens.Müd.	TR 63579	Ege Tarımsal Araştırma Ens. Müd.
TGB 000543	Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Ens.Müd.	TR 63557	Ege Tarımsal Araştırma Ens. Müd.
TGB 003249	Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Ens.Müd.	TR 53869	Ege Tarımsal Araştırma Ens. Müd.
TGB 003232	Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Ens.Müd.	TR 54989	Ege Tarımsal Araştırma Ens. Müd.
TGB 000534	Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Ens.Müd.	Ak sunteri	Tokat İl Gıda Tarım Hayvancılık Müdürlüğü
TGB 000521	Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Ens.Müd.	Dimenit	Tokat İl Gıda Tarım Hayvancılık Müdürlüğü
TGB 003246	Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Ens.Müd.	Örmece	Tokat İl Gıda Tarım Hayvancılık Müdürlüğü
TGB 003248	Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Ens.Müd.	Çam buğdayı	Tokat İl Gıda Tarım Hayvancılık Müdürlüğü
TR 44411	Ege Tarımsal Araştırma Ens. Müd.	Zerun	Tokat İl Gıda Tarım Hayvancılık Müdürlüğü
TR 44406	Ege Tarımsal Araştırma Ens. Müd.	Çalı basıran	Tokat İl Gıda Tarım Hayvancılık Müdürlüğü
TR 63556	Ege Tarımsal Araştırma Ens. Müd.	Kate A1	Trakya Tarımsal Araştırma Ens. Müd.
TR 63508	Ege Tarımsal Araştırma Ens. Müd.	Pehlivan	Trakya Tarımsal Araştırma Ens. Müd.
TR 63501	Ege Tarımsal Araştırma Ens. Müd.	Bezostaya 1	Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Ens. Müd
TR 63574	Ege Tarımsal Araştırma Ens. Müd.	Dağdaş 94	Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Ens. Müd.
TR 63558	Ege Tarımsal Araştırma Ens. Müd.		

Çimlendirme öncesi ekmeklik buğday genotiplerinin tohumları yüzey sterilizasyonuna tabi tutulmuştur ve bu amaçla tohumlar öncelikle saf suda, daha sonra % 1'lik sodyum hipoklorit (% 5 ticari çamaşır suyu) ve birkaç damla Tween-20 içeren çözeltide 10 dakika karıştırılmış ve son olarak da 3 kez steril saf su ile durulanmıştır. Yüzey sterilizasyonu yapılan tohumlar kurutma kağıdında kurutulmuştur. İki adet filtre kağıdı bulunan 9 cm çapındaki her bir petri kabına 40 adet tohum yerleştirilmiştir. Kontrol uygulaması için steril saf su ve ozmotik stres için -5 bar polyethylene glycol 6000 (202.14 g/litre) (PEG 6000) kullanılmıştır [5]. Petri kaplarına kontrol uygulaması için 4 ml saf su, ozmotik stres uygulaması için 4 ml PEG 6000 solüsyonu eklenmiştir. Bu süreç, buharlaşmış suyu yenilemek için 2 günde bir tekrarlanmıştır. Petri kaplarının kenarları buharlaşmayı önlemek amacıyla parafilm ile sarılmıştır. Petri kapları bitki büyüme kabiniinde 24 ±1 oC'de bekletilmiştir. Tüm tohumlar 7 gün boyunca her gün sayılmış ve 2 mm radikula çıkaran tohumlar çimlenmiş kabul edilmiştir [4]. Çalışmada 7. gün sonunda rastgele seçilen 10 fidenin kök uzunluğu, sürgün uzunluğu ve çimlenme oranı Öztürk ve ark. [5]'na, koleoptil uzunluğu Dhanda ve ark.[4]'na, genotiplerin kök taze ve kuru ağırlıkları Saboor ve Kiarostami [7]'ye, çimlenme indeksi ise Torabi ve ark. [8]'e göre belirlenmiştir.

Elde edilen % değerler açı transformasyonuna tabi tutularak istatistik analizde kullanılmış, tabloda orijinal değerler verilmiştir [9]. Elde edilen verilerin istatistik analizi MSTAT-C paket programı ile tesadüf parselleri faktöriyel deneme desenine uygun olarak analiz edilmiş ve uygulamalar birlikte değerlendirilmiştir. Ortalamalar arası farklılıklar Duncan testi ile belirlenmiştir.

ve Çorum illerinden toplanan bazı yerel ekmeklik buğday genotiplerinin erken dönemde kuraklığa toleransının belirlenmesidir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma 2018 yılında Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü laboratuvarında yürütülmüştür. Çalışmada deneme materyali olarak Tokat, Amasya ve Çorum illerinden toplanan ve Çizelge 1'de belirtilen kuruluşlardan temin edilen 25 adet yerel ekmeklik buğday genotipi ve standart olarak da 4 adet tescilli ekmeklik buğday çeşidi kullanılmıştır.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

### Çimlenme Oranı

Kuraklık stresinde çimlenme oranındaki artış, buğday genotipinin kuraklığa toleransının bir göstergesi olarak değerlendirilir. Çimlenme oranları bakımından genotipler arasındaki farklılıklar, ozmotik stres uygulamaları ve genotip x uygulama interaksyonu p<0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Uygulamalarda çimlenme oranı kontrolde % 82.2 iken PEG uygulamasında önemli bir şekilde azalarak % 67.5 olmuştur. -5 bar PEG uygulaması genotiplerin çimlenme oranını genelde % 14.7 oranında azaltmıştır. Kontrol uygulamasında en yüksek çimlenme oranı TR 53869, TR 63508, Çalı basıran, Kate A1 ve Pehlivan genotiplerinden elde edilirken, en düşük çimlenme oranı TR63579 genotipinden elde edilmiştir. PEG uygulamasında ise en yüksek çimlenme oranı TR 53869 genotipi, Kate A1 ve Pehlivan çeşitlerinden elde edilmiş, en düşük çimlenme oranı ise TGB 000543 genotipinden elde edilmiştir (Çizelge 2). Ozmotik stres uygulaması TR 53869 genotipi, Kate A1 ve Pehlivan çeşidinde çimlenme oranında olumsuz bir etki yapmazken, TGB 000543 genotipinde % 47.6 ve TR63557 genotipinde % 47.9 azalmaya neden olmuştur. -5 bar PEG uygulaması çimlenme oranında % 0-48 arasında azalmaya neden olmuştur. Araştırma sonucunda elde edilen çimlenme oranı ile ilgili bulgular bazı araştırmacıların elde ettikleri bulgular ile uyum içerisindedir [4, 10, 6, 5].

### Çimlenme İndeksi

Çimlenme indeksi bakımından genotipler arasındaki farklılıklar, ozmotik stres uygulamaları ve genotip x uygulama interaksyonu p<0.01 düzeyinde önemli bulunmuş, genotiplerin çimlenme indeksleri kontrol uygulamasında

24.7-120.0 arasında değişirken -5 bar PEG uygulamasında 15.3-125.7 arasında değişmiştir (Çizelge 2). Kontrol uygulamasında TGB 003248, Örnece ve Bezostaya I genotiplerinin, PEG uygulamasında ise TR 63508, TR 63501 ve Çalı basıran genotiplerinin çimlenme indeksi yüksek gruplar içerisinde yer aldığı saptanmıştır (Çizelge 2). Uygulamaların ortalamasına bakıldığında çimlenme indeksi en yüksek TR 63508 genotipinde en düşük ise TR 63579 genotipinde belirlenmiştir.

Çalışmada genotiplerin ortalama çimlenme indeksleri kontrol uygulamasında 68.0, PEG uygulamasında ise 59.2 olarak belirlenmiş, -5 bar PEG uygulaması genotiplerin çimlenme indeksini % 12.9 oranında önemli ölçüde azaltmıştır (Çizelge 2). Araştırma sonucunda elde edilen çimlenme indeksi ile ilgili bulgular bazı araştırmacıların elde ettikleri bulgular ile uyum içerisindedir [11, 12].

#### **Ortalama Kök Uzunluğu**

Bitkilerde kök uzunluğu, gereksinim duyulan suya ve besin maddelerine ulaşmada etkili ve önemli bir özelliktir [10]. Ortalama kök uzunlukları bakımından genotipler arasındaki farklılıklar, ozmotik stres uygulamaları ve genotip x uygulama interaksyonu  $p<0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Genotiplerin ortalama kök uzunlukları kontrol uygulamasında 17.2-53.8 mm arasında değişiklik göstermiş olup, en uzun kökler TR 63508, Örnece ve Kate A1 genotiplerinden en kısa kökler ise TR 63579, Bezostaya 1, TGB 003247 ve TR 63557 genotiplerinden elde edilmiş; PEG uygulamasında ise 32.2-81.9 mm arasında değişmiş ve en uzun kökler Ak sunteri, TR 63501 ve TR 53869 genotiplerinden en kısa kökler ise Çam buğdayı, TR 63579 ve TR 63557 genotiplerinden elde edilmiştir (Çizelge 2). Çalışmada ortalama kök uzunlukları kontrol uygulamasında 31.3 mm, PEG uygulamasında ise 55.6 mm olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Genotiplerin kök uzunlukları kontrol uygulamasına göre PEG uygulamasında önemli bir artış göstermiştir. Bu da genotiplerin ortamın ozmotik basıncındaki artışından daha az etkilenecek köklerinin büyüme ve gelişmesini devam ettirdiğini göstermektedir [10].

Uygulamaların ortalaması dikkate alındığında genotiplerin ortalama kök uzunlukları 24.8-57.0 mm arasında değişiklik göstermiş ve en uzun kök Kate A1 çeşidinden en kısa kök ise TR 63579 genotipinden elde edilmiştir (Çizelge 2).

#### **Ortalama Sürgün Uzunluğu**

Ortalama sürgün uzunlukları bakımından genotipler arasındaki farklılıklar, ozmotik stres uygulamaları ve genotip x uygulama interaksyonu  $p<0.01$  düzeyinde önemli bulunmuş, genotiplerin ortalama sürgün uzunlukları kontrol uygulamasında 14.0-80.0 mm arasında, PEG uygulamasında ise 14.3-69.0 mm arasında değişmiştir (Çizelge 3). Bazı araştırmacılar da stres koşulları altında genotiplerin sürgün uzunluklarında önemli farklılıkların olduğunu ve stres seviyesindeki artışla birlikte sürgün uzunluğunun azaldığını bildirmişlerdir [13, 14, 6, 5]. Genotiplerin ortalama sürgün uzunlukları kontrol uygulamasında 41.0 mm, PEG uygulamasında ise 35.8 mm olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Bu durum ozmotik basınç artışı karşısında alınan su miktarındaki azalma nedeniyle fizyolojik faaliyetlerin kısıtlanması ve büyümenin yavaşlamasından kaynaklanmış olabilir [10].

Uygulamaların ortalaması dikkate alındığında genotiplerin ortalama sürgün uzunlukları 21.8-57.8 mm arasında değişmiş ve en uzun sürgün TGB 003248 ve TGB 003249 genotiplerinden en kısa sürgün ise Bezostaya 1 çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 3). Çalışmada stres koşulları altında sürgün uzunluğu dikkate alındığında tescilli çeşitlerin yerel çeşitlere göre kurağa karşı daha hassas olduğu söylenebilir, benzer sonuç Öztürk ve ark. [5] tarafından da bildirilmiştir.

#### **Ortalama Koleoptil Uzunluğu**

Ortalama koleoptil uzunlukları bakımından genotipler arasındaki farklılıklar, ozmotik stres uygulamaları ve genotip x uygulama interaksyonu  $p<0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3). Ekmeklik buğday genotiplerinin ortalama koleoptil uzunlukları kontrol uygulamasında 20.0-75.4 mm arasında, PEG uygulamasında ise 36.4-69.8 mm arasında değişmiş ve en yüksek koleoptil uzunluğu kontrol uygulamasında Pehlivan, Çam buğdayı ve TGB 003248 genotiplerinden PEG uygulamasında ise TR 63501, TGB 003249 ve Çalı basıran genotiplerinden elde edilmiştir (Çizelge 3).

Çalışmada genotiplerin ortalama koleoptil uzunlukları kontrol uygulamasında 45.9 mm, PEG uygulamasında ise 48.8 mm olarak belirlenmiş, stres koşullarında önemli bir şekilde koleoptilin uzadığı görülmüştür (Çizelge 3). Bu durum ozmotik stres koşulları altında, çimlenme döneminde su stresine giren buğday fidelerinin bir an önce ilk yapraklarını toprak üstüne çıkartarak fotosenteze başlamaları ve kök sistemlerini geliştirmede kullanacakları besin maddelerini üretmeleri için gösterdikleri çabanın bir sonucu olarak açıklanabilir [10]. Bunun yanında bazı araştırmacılar buğdayda ozmotik basınç seviyelerinin artmasıyla çim kını uzunluğunun azaldığını bildirmişlerdir [15, 10, 6].

#### **Kök Taze Ağırlığı**

Kök taze ağırlıkları bakımından genotipler arasındaki farklılıklar, ozmotik stres uygulamaları ve genotip x uygulama interaksyonu  $p<0.01$  düzeyinde önemli bulunmuş, genotiplerin kök taze ağırlıkları kontrol uygulamasında 13.2-127.5 mg arasında, PEG uygulamasında ise 21.0-133.3 mg arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4). En yüksek kök taze ağırlığı kontrol uygulamasında; TGB 000521, TGB 003248 ve TR 44406 genotiplerinden elde edilirken, PEG uygulamasında TGB 003249, TR 53869 ve TR 63574 genotiplerinden elde edilmiştir (Çizelge 4). Buğdayda kök taze ağırlığının çevresel faktörlerden oldukça fazla etkilenen özelliklerden biri olduğu bildirilmiştir [10]. Çalışmada ortalama kök uzunluğu yüksek olan TGB 003249, TR 53869 ve Çalı basıran genotiplerinin kök taze ağırlıklarının da fazla olduğu görülmüştür (Çizelge 4). Kurağa dayanıklılığın kök uzunluğu ve kök taze ağırlığı ile ilişkili olduğu, kurağa dayanıklı genotiplerin daha uzun köklere ve daha fazla kök taze ağırlığına sahip oldukları bildirilmiştir [10].

Çalışmada genotiplerin ortalama kök taze ağırlıkları kontrol uygulamasında 55.7 mg olup, PEG uygulamasında önemli bir şekilde artarak 65.6 mg'a çıkmıştır (Çizelge 4). Uygulamaların ortalaması dikkate alındığında ele alınan genotiplerin ortalama kök taze ağırlıkları 21.7-105.6 mg arasında değişmiş olup en fazla kök taze ağırlığı TGB 000521 genotipinde tartılmış, bunu 96.1 mg ile TGB 003249 genotipi izlemiştir (Çizelge 4).

**Çizelge 2.** Ekmeklik buğday genotiplerine ait çimlenme oranları, çimlenme indeksleri ve ortalama kök uzunlukları

Genotip	Çimlenme oranı (%)			Çimlenme indeksi			Ortalama kök uzunluğu (mm)		
	Kontrol	PEG	Ort.	Kontrol	PEG	Ort.	Kontrol	PEG	Ort.
TGB 003247	67.1 c-n**	60.9 g-o	64.0 ef**	50.0 e-j**	54.3 e-j	52.2 f-i**	19.2 mn**	61.2 a-f	40.2 c-g**
TGB 000543	71.2 b-n	23.6 o	47.4 g	66.7 d-ı	27.3 hij	47.0 g-j	31.7 h-n	59.1 a-h	45.4 a-g
TGB 003249	84.3 a-j	55.5 j-o	69.9 def	59.7 d-j	56.3 d-j	58.0 c-h	28.7 ı-n	61.3 a-f	45.0 a-g
TR 53869	100.0 a	100.0 a	100.0 a	61.3 d-j	65.7 d-ı	63.5 b-g	45.0 b-n	66.4 abc	55.7 abc
TGB 003232	84.7 a-j	54.2 k-o	69.4 def	78.7 b-g	61.3 d-j	70.0 b-g	29.6 ı-n	54.7 a-ı	42.2 a-g
TGB 000534	59.7 g-o	65.8 d-n	62.8 ef	60.0 d-j	78.7 b-g	69.3 b-g	21.7 lmn	53.7 b-j	37.7 d-h
TGB 000521	94.8 ab	80.4 a-ı	87.6 abc	69.0 c-ı	70.3 c-ı	69.7 b-g	47.1 b-m	53.9 b-j	50.5 a-e
TGB 003246	64.0 e-n	67.7 b-n	65.8 ef	58.3 d-j	58.0 d-j	58.2 c-h	22.7 lmn	51.1 b-k	36.9 e-h
TGB 003248	80.7 b-n	55.4 j-o	68.1 ef	120.0 ab	73.3 c-h	96.7 a	33.2 f-n	46.1 b-m	39.7 d-h
TR 44411	85.7 a-j	82.9 a-k	84.3 a-d	47.3 f-j	27.7 hij	37.5 hij	41.2 c-n	60.4 a-g	50.8 a-e
TR 44406	86.9 a-ı	63.7 d-n	75.3 b-e	53.0 e-j	59.3 d-j	56.2 d-h	32.3 g-n	54.9 a-ı	43.6 a-g
TR 63556	93.3 a-d	79.2 b-n	86.2 abc	44.0 f-j	15.3 j	29.7 ij	29.3 ı-n	51.7 b-k	40.5 c-g
TR 63508	100.0 a	90.1 a-j	95.0 a	71.0 c-ı	125.7 a	98.3 a	53.8 b-j	52.4 b-j	53.1 a-d
TR 63501	92.5 a-e	83.6 b-ı	88.1 abc	77.7 b-g	84.0 a-f	80.8 a-d	34.7 d-n	68.8 abc	51.7 a-e
TR 63574	51.9 ı-o	59.2 g-o	55.6 fg	41.7 f-j	49.7 e-j	45.7 g-j	22.4 lmn	43.4 c-n	32.9 fgh
TR 63558	66.2 h-o	63.1 f-n	64.6 ef	40.0 f-j	70.3 c-ı	55.2 d-h	20.3 lmn	43.4 c-n	31.9 gh
TR 63579	44.4 no	90.5 a-f	67.5 ef	24.7 ı-j	23.7 ij	24.2 j	17.2 n	32.3 g-n	24.8 h
TR 63557	93.6 abc	45.7 mno	69.6 def	62.7 d-ı	34.3 g-j	48.5 ghı	19.5 mn	40.5 c-n	30.0 gh
AK SUNTERİ	88.4 a-g	56.7 j-o	72.6 cde	76.3 b-g	65.3 d-ı	70.8 b-g	22.7 lmn	81.9 a	52.3 a-e
DİMENİT	78.8 b-n	57.1 ı-o	68.0 ef	81.7 b-g	52.0 e-j	66.8 b-g	26.1 j-n	61.3 a-f	43.7 a-g
ÖRMECE	81.9 b-m	54.4 b-n	68.2 ef	114.0 abc	79.0 b-g	96.5 a	53.2 b-j	59.4 a-h	56.3 ab
ÇAM BUĞDAYI	78.6 b-n	49.7 ı-o	64.2 ef	74.3 c-h	34.7 g-j	54.5 e-ı	34.1 e-n	32.2 g-n	33.1 fgh
ZERUN	94.4 ab	58.6 h-o	76.5 b-e	95.3 a-e	61.3 d-j	78.3 a-e	23.k-n	62.5 a-d	43.1 a-g
ÇALI BASIRAN	100.0 a	81.6 b-m	90.8 ab	85.3 a-f	81.3 b-g	83.3 abc	40.6 c-n	72.2 abc	56.4 ab
KATE A1	100.0 a	100.0 a	100.0 a	43.0 f-j	78.7 b-g	60.8 b-h	51.7 b-k	62.3 a-e	57.0 a
PEHLİVAN	100.0 a	100.0 a	100.0 a	48.3 f-j	53.0 e-j	50.7 f-ı	36.2 d-n	60.3 a-g	48.3 a-f
DAĞDAŞ 94	78.0 b-n	59.3 g-o	68.6 def	85.7 a-f	67.7 d-ı	76.7 a-f	26.9 ı-n	47.9 b-ı	37.4 d-h
BEZOSTAYA 1	87.5 a-h	67.0 c-n	77.3 b-e	103.0 a-d	68.7 c-ı	85.8 ab	17.4 n	64.7 abc	41.1 b-g
TR 54989	74.3 b-n	52.2 k-o	63.3 ef	67.3 d-ı	41.3 f-j	54.3 e-ı	26.6 ı-n	51.3 b-k	38.9 d-h
Ort.	82.2 a**	67.5 b	74.9	68.0 a**	59.2 b	63.6	31.3 b	55.6 a**	43.5

\*\* : 0.01 düzeyinde önemlidir. Aynı harfle harflendirilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemli değildir.

**Çizelge 3.** Ekmeklik buğday genotiplerine ait ortalama sürgün uzunlukları, ortalama koleoptil uzunlukları

Genotip	Ortalama sürgün uzunluğu (mm)			Ortalama koleoptil uzunluğu (mm)		
	Kontrol	PEG	Ort.	Kontrol	PEG	Ort.
TGB 003247	14.0 x**	36.2 j-t	25.1 jk**	20.0 k**	37.9 g-k	28.9 k**
TGB 000543	30.1 l-x	42.3 g-q	36.2 f-ı	32.8 h-k	48.6 b-ı	40.7 e-j
TGB 003249	46.5 f-m	69.0 abc	57.8 a	53.3 b-h	62.4 a-r	57.8 ab
TR 53869	57.8 c-h	38.5 ı-s	48.2 bcd	53.2 b-h	46.6 c-ı	49.9 a-h
TGB 003232	45.5 f-n	38.1 ı-t	41.8 c-g	40.2 e-k	40.6 e-k	40.4 f-j
TGB 000534	28.6 m-x	38.3 ı-t	33.5 g-j	33.4 h-k	50.6 b-ı	42.0 d-j
TGB 000521	47.2 f-l	41.5 g-r	44.4 b-f	49.1 b-ı	53.8 b-h	51.5 a-g
TGB 003246	22.6 s-x	27.6 n-x	25.1 jk	36.8 g-k	49.1 b-ı	43.0 d-j
TGB 003248	75.4 ab	40.1 h-s	57.8 a	63.6 a-d	42.6 d-j	53.1 a-d
TR 44411	32.2 k-w	34.7 j-u	33.4 g-j	46.5 c-ı	40.1 e-k	43.3 c-j
TR 44406	40.9 g-r	30.3 l-x	35.6 f-ı	45.4 d-ı	46.0 c-ı	45.7 b-ı
TR 63556	16.9 u-x	36.5 j-t	26.7 ijk	30.3 ijk	48.6 b-ı	39.5 g-k
TR 63508	55.5 c-ı	23.8 r-x	39.7 d-g	56.5 a-g	41.5 d-j	49.0 b-h
TR 63501	37.8 ı-t	49.1 e-k	43.5 c-f	41.0 e-k	69.8 ab	55.4 abc
TR 63574	17.7 u-x	58.5 c-g	38.1 e-h	23.5 jk	42.3 d-j	32.9 jk
TR 63558	44.3 f-o	22.5 s-x	33.4 g-j	47.7 c-ı	45.0 d-ı	46.4 b-h
TR 63579	68.0 a-d	34.4 j-u	51.2 abc	51.2 b-ı	43.9 d-j	47.6 b-h
TR 63557	44.0 f-p	14.3 wx	29.2 h-k	38.8 f-k	38.2 g-k	38.5 h-k
AK SUNTERİ	25.7 p-x	46.0 f-m	35.8 f-ı	36.3 g-k	60.5 a-f	48.5 b-h
DİMENİT	37.1 j-t	27.0 o-x	32.1 g-j	49.8 b-ı	45.7 d-ı	47.8 b-h
ÖRMECE	15.9 vwx	41.6 g-r	28.8 h-k	49.4 b-ı	56.0 a-g	52.7 a-e
ÇAM BUĞDAYI	68.2 a-d	24.1 q-x	46.1 b-e	67.8 abc	36.4 g-k	52.1 a-f
ZERUN	42.7 g-p	29.4 l-x	36.1 f-ı	46.8 c-ı	54.5 a-h	50.7 a-h
ÇALI BASIRAN	64.8 a-e	41.9 g-r	53.4 ab	60.7 a-f	61.4 a-e	61.1 a
KATE A1	80.0 a	17.8 u-x	48.9 a-d	60.8 a-f	50.5 b-ı	55.7 ab
PEHLİVAN	51.3 d-j	20.2 t-x	35.7 f-ı	75.4 a	48.3 b-ı	61.9 a
DAĞDAŞ 94	27.6 n-x	27.3 n-x	27.5 ijk	43.9 d-j	51.5 b-ı	47.7 b-h
BEZOSTAYA 1	18.0 u-x	25.7 p-x	21.8 k	23.4 jk	45.3 d-ı	34.4 ijk
TR 54989	33.4 j-v	60.9 b-f	47.2 b-e	53.4 b-h	58.2 a-g	55.8 ab
Ort.	41.0 a**	35.8 b	38.4	45.9 b	48.8 a**	47.4

\*\* : 0.01 düzeyinde önemlidir. Aynı harfle harflendirilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir.

#### Kök kuru ağırlığı

Buğdayda kök kuru ağırlığı, köklerin gelişmesi ve köklerde biriken suda çözünabilir karbonhidratların miktarı ile yakından ilişkilidir [10]. Kök kuru ağırlıkları bakımından genotipler arasındaki farklılıklar, ozmotik stres uygulamaları ve genotip x uygulama interaksyonu  $p < 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4). Çalışmada genotiplerin kök kuru ağırlıkları kontrol uygulamasında 4.9-17.3 mg arasında, -5 bar PEG uygulamasında ise 12.8-41.6 mg arasında değişiklik göstermiş olup, en yüksek kök kuru ağırlık kontrol uygulamasında TR 63508, Çam buğdayı ve Kate A1, PEG uygulamasında ise Örmecce, Pehlivan ve TR 63508 genotiplerinden elde edilmiştir (Çizelge 4). Çalışmada genotiplerin kök kuru ağırlıkları kontrol uygulamasında 9.1 mg, PEG uygulamasında ise 27.2 mg olarak belirlenmiştir (Çizelge 4). Çalışmada -5 bar PEG uygulamasıyla kök kuru ağırlığında 18.1 mg'lık önemli bir artış elde edilmiştir. Bu durum, buğday fidelerinin ozmotik basınç artışı karşısında gereksinim duydukları suyu ortamdaki alabilmek için eriyebilir karbonhidratları köklerinde biriktirmelerinden kaynaklanmaktadır [10].

Uygulamaların ortalaması dikkate alındığında ele alınan genotiplerin ortalama kök kuru ağırlıkları 10.5-27.4 mg arasında değişmiş olup en fazla kök kuru ağırlığı TR 63508 genotipinde tartılmış, bunu 24.6 mg ile Çalı basıran genotipi izlemiştir (Çizelge 4).

#### SONUÇ VE ÖNERİLER

Çimlenme oranlarına göre incelenen genotipler arasında TR 53869 ve TR 63508 nolu genotiplerin erken gelişme dönemi kuraklık stresine toleranslı, TGB 000543, TR 54989 nolu genotiplerin ve Çam buğdayı çeşidinin ise duyarlı olduğu belirlenmiştir. Çimlenme oranı, kök uzunluğu, kök taze ve kuru ağırlığı dikkate alındığında TR 53869 ve TR 63508 nolu genotiplerin erken dönem kuraklığa tolerans yönünden öne çıktığı görülmüştür. Bu genotiplerin erken dönemde kuraklığa toleranslı çeşit geliştirmek için ıslah çalışmalarında kullanılmasının mümkün olacağı belirlenmiştir.



**Çizelge 4.** Ekmeklik buğday genotiplerine ait kök taze ağırlıkları ve kök kuru ağırlıkları

Genotip	Kök taze ağırlığı (mg)			Kök kuru ağırlığı (mg)		
	Kontrol	PEG	Ort.	Kontrol	PEG	Ort.
TGB 003247	13.2 y**	41.0 o-t	27.1 lm**	4.9 r**	22.3 f-ı	13.6 klm**
TGB 000543	22.4 wxy	21.0 xy	21.7 m	8.5 n-r	12.8 k-p	10.6 mn
TGB 003249	58.8 jkl	133.3 a	96.1 b	8.2 n-r	31.2 cd	19.7 def
TR 53869	61.1 ijk	122.1 a	91.6 bc	8.4 n-r	35.3 bc	21.9 bcd
TGB 003232	22.5 wxy	64.3 hij	43.4 k	8.9 n-r	29.7 de	19.3 d-g
TGB 000534	37.2 p-v	75.4 e-h	56.3 hı	7.1 pqr	26.2 def	16.7 f-k
TGB 000521	127.5 a	83.8 def	105.6 a	13.3 k-n	27.2 def	20.3 de
TGB 003246	59.3 ı-l	65.3 hij	62.3 gh	5.5 r	15.5 jkl	10.5 n
TGB 003248	105.4 b	59.6 ı-l	82.5 d	7.8 n-r	26.2 def	17.0 f-j
TR 44411	40.2 o-u	72.1 f-ı	56.2 hı	9.9 m-r	30.6 cde	20.2 de
TR 44406	99.1 bc	49.9 k-p	74.5 e	12.8 k-p	25.2 e-h	19.0 d-g
TR 63556	56.3 j-n	50.4 k-o	53.4 ı	7.2 pqr	27.1 def	17.2 e-j
TR 63508	56.5 j-n	58.1 j-m	57.3 hı	17.3 ijk	37.6 ab	27.4 a
TR 63501	87.4 cde	81.4 ef	84.4 d	8.9 n-r	26.7 def	17.8 e-ı
TR 63574	29.4 t-x	96.2 bcd	62.8 gh	6.0 qr	28.0 de	17.0 f-j
TR 63558	31.3 s-x	35.1 q-w	33.2 ı	7.4 o-r	19.8 hij	13.6 klm
TR 63579	54.1 j-n	56.6 j-n	55.4 hı	9.1 n-r	20.6 g-j	14.9 ijk
TR 63557	78.4 efg	33.5 r-x	55.9 hı	6.9 qr	15.6 jkl	11.3 lmn
AK SUNTERİ	43.9 n-s	74.7 e-h	59.3 hı	6.9 qr	35.8 bc	21.4 cd
DİMENİT	80.7 efg	45.1 m-r	62.9 gh	11.5 l-q	31.3 cd	21.4 cd
ÖRMECE	56.3 j-n	87.8 cde	72.1 ef	6.0 qr	41.6 a	23.8 bc
ÇAM BUĞDAYI	87.4 cde	47.1 l-q	67.3 fg	15.5 jkl	15.4 j-m	15.5 h-k
ZERUN	31.6 s-x	27.2 u-x	29.4 ı	6.2 qr	21.6 f-ı	13.9 jkl
ÇALI BASIRAN	85.3 de	86.8 cde	86.1 cd	13.2 k-o	36.1 bc	24.6 ab
KATE A1	60.1 ı-l	44.7 n-r	52.4 ij	15.3 j-m	22.0 f-ı	18.6 d-h
PEHLİVAN	31.4 s-x	84.3 def	57.9 hı	9.2 n-r	39.1 ab	24.2 bc
DAĞDAŞ 94	31.1 s-x	59.1 jkl	45.1 k	6.7 qr	25.9 d-g	16.3 g-k
BEZOSTAYA 1	25.3 v-y	67.4 g-j	46.3 jk	6.2 qr	36.1 bc	21.2 cd
TR 54989	40.9 q-t	78.5 efg	59.7 hı	7.8 n-r	25.1 e-h	16.4 f-k
Ort.	55.7 b	65.6 a**	60.7	9.1 b	27.2 a**	18.2

\*\* : 0.01 düzeyinde önemlidir. Aynı harfle harflendirilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemli değildir.

## KAYNAKLAR

- [1] Akçura M. 2006. Türkiye kışlık ekmeklik buğday genetik kaynaklarının karakterizasyonu. (Doktora Tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Konya.
- [2] Öztürk A, Çağlar Ö, Aydın M, Bayram S. 2011. Ekmeklik buğday genotiplerinin erken gelişme dönemlerindeki kuraklığa dayanıklılık yönünden karakterizasyonu. TÜBİTAK Araştırma Projesi Sonuç Raporu.
- [3] Bray EA. 1997. Plant responses to water deficit. Trends Plant Sci. 2: 48-54.
- [4] Dhanda SS, Sethi GS, Behl RK. 2004. Indices of drought tolerance in wheat genotypes at early stages of plant growth. J Agron Crop Sci, 190: 6-12.
- [5] Öztürk A, Taşkesenligil B, Haliloğlu K, Aydın M, Çağlar Ö. 2016. Evaluation of bread wheat genotypes for early drought resistance via germination under osmotic stress, cell membrane damage, and paraquat tolerance. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 40: 146-159.
- [6] Baloch MJ, Dunwell J, Khakwani AA, Dennet M,

Jatoi WA, Channa SA. 2012. Assessment of wheat cultivars for drought tolerance via osmotic stress imposed at early seedling growth stages. J Agric Res 50: 299-310.

[7] Saboor A, Kiarostami K. 2006. Salinity (NaCl) tolerance of wheat genotypes at germination and early seedling growth. Pakistan Journal of Biological Sciences. 9 (11): 2009-2021.

[8] Torabi M, Halim RA, Sinniah UR, Choukan R. 2011. Influence of salinity on the germination of Iranian alfalfa ecotypes. African Journal of Agricultural Research 6 (19): 4624-4630.

[9] Soltani A, Khodarahmpour Z, Jafari AA, Nakhjavan S. 2012. Selection of alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars for salt stress tolerance using germination indices. African Journal of Biotechnology 11 (31): 7899-7905.

[10] Balkan A. 2011. Ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum* L.) kurağa dayanıklılıkla ilişkili morfolojik ve fizyolojik özelliklerin saptanması üzerine araştırmalar. (Doktora Tezi). Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Tekirdağ.

[11] Fateh E, Jiraii M, Shahbazi S, Jashni R. 2012. Effect of salicylic acid and seed weight on germination of wheat (CV. BC ROSHAN) under different levels of osmotic stress. *European Journal of Experimental Biology*. 2 (5): 1680-1684.

[12] Baque A, Nahar M, Yeasmin M, Quamruzzaman Md., Rahman A, Azad Md.J, Biswas PK. 2016. Germination behavior of wheat (*Triticum aestivum* L.) as influenced by polyethylene glycol (PEG). *Universal Journal of Agricultural Research*. 4 (3): 86-91.

[13] Rauf M, Munir M, Hassan M, Ahmad M, Afzal M. 2007. Performance of wheat genotypes under osmotic stress at germination and early seedling growth stage. *African Journal of Biotechnology*. 6 (8): 971-975.

[14] Jajarmi V. 2009. Effect of water stress on germination indices in seven wheat cultivar. *World Academy of Science, Engineering and Technology*. 49.

[15] Bayoumi TY, Eid MH, Metwali EM. 2008. Application of physiological and biochemical indices as a screening technique for drought tolerance in wheat genotypes. *African Journal of Biotechnology*. 7 (14): 2341-2352.