

## Doğu Anadolu Bölgesi'nde yetiştirilen bazı buğday ve arpa genotiplerinde soğuğa dayanıklılığın belirlenmesi\*

Telat YILDIRIM<sup>a,\*</sup> Şahin AKTEN<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Konya, Türkiye

<sup>b</sup> Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Erzurum, Türkiye

### The determination of cold hardiness on some wheat and barley genotypes grown in Eastern Anatolia Region\*

#### SUMMARY

The purpose of this study was to determine cold hardiness on some bread wheat and barley genotypes suitable for Eastern Anatolia. The study was conducted on randomized complied block trial design in factorial arrangement and was carried out at the laboratories of Eastern Anatolia Agricultural Research Institute, Laboratories of the Departments of Field Crops, Horticulture and Soil Science in Faculty of Agriculture, Atatürk University. Bread wheat varieties of Doğu 88, Karasu 90, Hawk, Palandöken 97, Lancer, Kırac 66, Gerek 79, Bezostaja 1, Norstar and local bread wheat varieties of Kırık and Tir along with four bread wheat lines were used while Tokak 157/37, Bülbül 89, Dicktoo, Krusewak 1, Hudson barley varieties and four barley lines were used in the study. Plants were exposed to  $4\pm 0.2$  °C temperature for 0 (control), 7, 21, 35, 49, 70 and 98 days.

In general, analysis of the data was revealed that bread wheat varieties were more tolerant to lower temperatures than barley genotypes. It was found that Norstar was the most cold hardy bread wheat variety (-13°C) as were Kırac-66 and Kırık varieties the most susceptible ones to lower temperatures (-5.4 and 4.9 °C respectively). Also, it was determined that the most cold hardy barley genotypes were Dicktoo (-4.9 °C), Krusewak 1 varieties and 12/127 line (-4.7°C) while the most susceptible variety was Bülbül 89 (-3.9 °C). It was observed that red bread wheat varieties (Doğu 88, Lancer, Karasu 90, Bezostaja 1, Norstar and DE-6) had the characteristic of more cold hardiness than white bread wheat varieties (Palandöken 97, Kırık, Tir, DE-7, DE-8, DE-9, Gerek 79 and Kırac 66) did. Cold acclimation periods of 49 days in wheat and 35 days in barley gave the highest cold hardiness respectively (-10.8 °C for wheat and -5.7 °C for barley in average).

KEY WORDS: Eastern Anatolia Region, wheat, barley, cold hardiness.

#### ÖZET

Bu çalışma, Doğu Anadolu Bölgesi için uygun olan bazı ekmeçlik buğday ve arpa genotiplerinin soğuğa dayanıklılık derecelerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Araştırma faktöriyel düzenlemede “Tesadüf Blokları” deneme desenine göre, Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Laboratuvarlarında ve Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri, Bahçe Bitkileri ve Toprak Bölümü Laboratuvarlarında yapılmıştır. Çalışmada ekmeçlik buğday çeşitlerinden Doğu 88, Karasu 90, Hawk, Palandöken 97, Lancer, Kırac 66, Gerek 79, Bezostaja 1, Norstar ve yerel popülasyonlardan Kırık ve Tir çeşitleri ile ileri kademedeki 4 ekmeçlik buğday hattı; arpa olarak ise Tokak 157/37, Bülbül 89, Dicktoo, Krusevac 1 ve Hudson arpa çeşitleri ile ileri kademedeki 4 hat kullanılmıştır. Bitkilerin yetiştirilmesinde Hoagland solüsyonu kullanılmıştır. Bitkiler soğuğa alışma için  $4\pm 0.2$  °C sıcaklıkta, 0 (kontrol), 7, 21, 35, 49, 70 ve 98 gün bekletilmiştir. Soğuğa dayanıklılığın saptanmasında Fowler *ve ark.* (1995) tarafından uygulanan yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır.

Genel olarak ekmeçlik buğday genotiplerinin arpa genotiplerine göre düşük sıcaklıklara daha dayanıklı oldukları tespit edilmiştir. Ekmeçlik buğdaylardan düşük sıcaklığa en dayanıklı Norstar çeşidi (-13 °C), en duyarlı ise Kırac-66 ve Kırık çeşitleri (sırasıyla -5.4 ve -4.9 °C) olmuştur. Arpa genotipleri içerisinde Dicktoo (-4.9 °C), Krusewak 1 ve 12/127 (-4.7 °C) genotiplerinin düşük sıcaklığa en dayanıklı, Bülbül 89 (-3.9 °C) çeşidinin ise en duyarlı olduğu belirlenmiştir. Çalışmada kırmızı taneli ekmeçlik buğday genotiplerinin (Doğu 88, Hawk, Lancer, Karasu 90, Bezostaja 1, Norstar ve DE-6) soğuğa dayanıklılığı beyaz taneli genotiplere (Palandöken 97, Kırık, Tir, DE-7, DE-8, DE-9, Gerek 79 ve Kırac 66) göre daha fazla olmuştur. Ekmeçlik buğday genotipleri soğuğa en yüksek dayanma kabiliyetine (ortalama -10.8 °C) 49 gün soğuğa alıştırma süresinde ulaşırken, arpada bu süre 35 gün olmuştur (ortalama -5.7 °C).

ANAHTAR KELİMELER: Doğu Anadolu Bölgesi, buğday, arpa, soğuğa dayanıklılık

\*Bu çalışma, Telat YILDIRIM'ın Doktora tezinin bir kısmıdır.

\*E-posta: [telatyildirim@hotmail.com](mailto:telatyildirim@hotmail.com)

Bu makale 2–5 Haziran 2008 tarihinde Ülkesel Tahıl Sempozyumu'nda sunulmuş ve Ülkesel Tahıl Sempozyumu kitabı sayfa 70–77 de yayınlanmıştır.

## GİRİŞ

Tahıllar, dünyada en fazla ekim alanına sahip olan ve üretimi yapılan ürün grubudur. Dünyada 1.4 milyar hektarlık işlenen toprakların yaklaşık yarısında tahıl ekimi yapılmaktadır. Dünyada tahıllara ayrılan alanların %49.5'inde serin iklim tahılları ekilirken, ülkemizde ekolojik koşullar nedeniyle toplam tahıl ekiminin yaklaşık %95'ini serin iklim tahılları (buğday %70.2, arpa %24.5) yetiştiriciliği oluşturmaktadır. Doğu Anadolu Bölgesi'nde 820 bin ha buğday ve 330 bin ha arpa ekim alanı bulunmakta olup buğdaydan 119 kg/da, arpadan ise 138 kg/da verim alınmaktadır. Erzurum ilinde buğday ve arpanın ekim alanları sırasıyla 105 209 ve 49 794 ha, verimleri ise 116.5 ve 177.0 kg/da'dır. Bölge verimleri ülke ortalamasının (buğdayda 216 kg/da, arpada 224 kg/da) oldukça altındadır (Anonim 1999). Bu verim düşüklüğünün başlıca nedenleri yerel çeşitlerin yüksek oranda kullanılması yanında, yazlık veya dondurma ekim uygulanmasıdır. Bu uygulama şeklinin temel nedenlerinden biri ise, çiftçilerin kışlık ekimlerden bitkilerin soğuktan zarar göreceği kaygısını taşımalarıdır. Hem ürünü garantiye almak, hem de birim alandan daha yüksek verim elde etmek için bitkinin güzden ve kışlık olarak ekilmesi gerekir. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de yıllık yağışı 600 mm'nin altında olan ve yazları sıcak ve kurak geçen yerlerde kışlık ürünler, yazlıklardan en az bir kat daha fazla tane ürünü vermektedir (Kırtok 1974, Akten 1985).

Bitkisel üretimi sınırlayan en önemli faktörlerden birisi düşük sıcaklıktır. Genellikle sonbahar başlarında ve ilkbaharın sonlarında hava sıcaklığında görülen ani düşüşler, tarla ve bahçe koşullarında yetiştirilen bitkilere şok etkisi yapmaktadır. Soğuğun şiddeti ve etkili olduğu süreye bağlı olarak bitkilerde renk kaybı, solma, büyümenin durması, olgunlaşma yeteneğinin azalması ve çürüme gibi bir takım belirtiler ortaya çıkmaktadır. Bu durum tarım sektöründe büyük maddi zararlara yol açtığından, bitkilerin soğuğa dayanıklılık mekanizmasının anlaşılabilmesi ve dayanıklılığı az veya hiç olmayan bitkilerin olabildiğince dirençli hale getirebilmesi konusunda araştırmalar yapılması gerekmektedir (Svec ve Hodges 1972, Çakmakçı ve Açıkgöz 1992). Bitkilerin düşük sıcaklıklarda yaşamlarını sürdürebilmeleri, dayanıklılık diye adlandırılan genetik yapı ve genetik yapı ile çevre interaksyonundan oluşan direnç bağıdır. Dayanıklılık kalıcı, direnç ise çevre koşullarına bağlı olarak kazanılan ve yine çevre koşullarına bağlı olarak yitirilebilen bir özelliktir (Kanbertay 1997). Kışlık tahıllarda soğuk zararı büyümeyi ve verimi sınırlayan başlıca stres kaynaklarından biridir (Fowler ve ark. 1995).

Ülkemizde tahıllarda soğuğa dayanıklılık konusunda yapılan çalışmaların hemen tamamında tarla koşullarında kışa dayanıklılık üzerinde durulmuş, ancak laboratuvar koşullarında çeşitlerin soğuğa kaç dereceye kadar dayanabildikleri konusunda çalışılmamıştır. Akten (1974) dona veya soğuğa

dayanmanın, gelişmenin farklı zamanlarında teste tabi tutulan materyallerin, soğuk odada ısının aşamalı olarak düşürülmesi suretiyle belirlenebileceğini bildirmiştir.

Doğu Anadolu Bölgesi'nde tahıllarda verimi artırmak için kışlık ekim ve bu amaca uygun kışlık çeşitlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Kışlık tahıllarda soğuğa ve kışa dayanıklılığın artması ile bitkide meydana gelecek zararlar, duyarlı çeşitlere göre çok az veya daha az olacağı için, soğuk veya kış koşullarının verimi etkilemesi de daha düşük olacaktır (Gusta ve Fowler 1977). Kışlık çeşit geliştirilirken soğuğa ve kışa dayanıklılık, yüksek verim elde edilmesi açısından aranan bir özellik olarak ortaya çıkmaktadır.

Kışa dayanıklı kışlık tahılların geliştirilmesinde, tarla denemeleri en yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Bu yöntem, uygulanmasının kolay olması ve kışlık bir çeşidin esas test yeri olması bakımından önemlidir (Fowler ve ark. 1981). Ancak tarla denemeleri ile elde edilen sonuçlar bitkilerin soğuğa dayanıklı olup olmadıkları yönünde kesin bilgi vermezler. Çünkü kışa dayanma kompleks bir özelliktir. Kar örtüsü, toprak, rüzgâr gibi faktörler kışa dayanma üzerine etki eder (Fowler ve Gusta 1979). Bu nedenle, kışlık tahıllara öncelikle soğuk testinin uygulanması gerekmektedir.

Kontrollü koşullarda yapılan soğuğa dayanıklılık testleri, bitkilerin dayanabilecekleri en düşük soğuk derecesinin ve böylece bitkilerde soğuğa dayanıklılık farklarının belirlenmesi bakımından önemlidir (Roberts ve Grant 1968, Fowler ve ark. 1981). Diğer taraftan, kontrollü koşullarda yapılan soğuğa dayanıklılık testleri kısa sürede sonuçlandırılabilir ve her zaman uygulanabildikleri için tarla denemelerinden daha önceliklidir (Pomeroy ve Fowler 1973).

## MATERYAL ve YÖNTEM

**Materyal:** Bu araştırma, Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü laboratuvarlarında 2000–2002 yıllarında yürütülmüştür. Araştırmada, materyal olarak Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü ve Kanada'dan temin edilen 15 buğday ve 9 arpa genotipi kullanılmıştır.

Araştırmada buğday genotipleri olarak Doğu Anadolu Bölgesi için tavsiye edilen ekmeçlik buğday çeşitlerinden Doğu-88, Karasu-90, Hawk, Palandöken-97, Lancer, Kırac-66, Gerek-79, Bezostaja-1 ve Doğu Anadolu yerel popülasyonlarından Kırık ve Tir çeşitleri ile ileri kademedeki 4 ekmeçlik buğday hattı (DE-6, DE-7, DE-8 ve DE-9); arpa olarak ise Tokak 157/37, Bülbül 89, Krusevac 1 ve Hudson arpa çeşitleri ile ileri kademedeki 4 hat (ABVD-2, ABVD-4, ABVD-6 ve 12/127) kullanılmıştır. Ayrıca araştırmada standart çeşit olarak, soğuğa dayanıklılık testleri yapılan ve Kanada'dan temin edilen Norstar (49 gün soğuğa alıştırma süresinde LT50=-20.8 °C) ekmeçlik buğday çeşidi ile Dicktoo (49 gün soğuğa alıştırma süresinde LT50=-10.5°C) arpa çeşidi kullanılmıştır. Fidelelerin

yetiştirilmesinde Hoagland solüsyonu kullanılmıştır (Fowler ve ark. 1995).

**Yöntem:** Araştırma, 15 ekmeklik buğday ve 9 arpa genotipi için Tesadüf Blokları Deneme Planı'nda faktöriyel düzenlemeye göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Soğuğa dayanıklılık çalışmasında iki faktör yer almış, 1. faktörü soğuğa alıştırmaya süreleri [kontrol (0), 7, 14, 21, 35, 49, 70 ve 98 gün], 2. faktörü ise ekmeklik buğday ve arpa genotipleri oluşturmuştur. Araştırmada her saksıda 3 genotip olmak üzere toplam 168 saksı ( 7 soğuğa alıştırmaya süresi x 24 genotip/3 x 3 tekerrür = 168) kullanılmıştır. Soğuğa dayanıklılığın saptanmasında Fowler ve ark. (1995) tarafından uygulanan yöntem modifiye edilerek aşağıda belirtildiği gibi kullanılmıştır.

1. Genotiplere ait tohumlar petri kutularına konularak ısıtılmış ve dormansi ihtimaline karşı tohumlar +4 °C'de ve karanlık ortamda 2 gün süreyle tutulmuştur.

2. Sonra petri kutuları 20–22 °C'lik oda sıcaklığında 1 gün bekletilmiştir.

3. Ertesi gün henüz çimlenme başlangıcındaki tohumlar her tekerrürde, bütün soğuğa alıştırmaya süreleri ve tüm genotipler için 25–30 adet olmak üzere delikli tablolara konmuştur. Bu tablolar, daha önceden hazırlanan ve Hoagland solüsyonu içeren saksıların (40x16x12.5cm) üzerine yerleştirilmiştir. Solüsyon 2 haftada bir değiştirilmiştir. Her saksıda 3 genotip olmak üzere toplam 56 (7 soğuğa alıştırmaya süresi, her sürede 8 saksı) saksı kullanılmıştır.

4. Saksılar 20°C'lik sıcaklık ve yaklaşık 300 m mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (16 000 lüx) ışık içeren büyütme kabinine konulmuştur. Burada 16 saat ışık ve 8 saat karanlık uygulaması yapılmış ve bitkiler 3–4 yapraklı oluncaya kadar (yaklaşık 2 hafta) burada tutulmuştur.

5. Bitkiler 3–4 yapraklı olduklarında soğuğa alışma için 4±0.2 °C sıcaklık ve aynı ışık ortamı içeren soğuklama ihtiyacının karşılanacağı kabine alınmıştır. Soğuğa alıştırmaya süreleri ise 0 (kontrol), 7, 21, 35, 49, 70 ve 98 gün olarak uygulanmıştır.

6. Her soğuğa alışma süresinin sonunda, o süre için belirlenen saksılar büyütme kabininden dışarı alınmıştır. Saksılardaki bitki kök tacının 0.5 cm altından ve sap (yaprak) tacın 3–4 cm yukarisından (kök ve büyüme tacına zarar vermeyecek şekilde) kesilmiştir. Bu işlem her genotipten her soğuğa dayanıklılık derecesi için (-3, -5, -7, -9, -11, -13...°C)

5'er bitkide uygulanmıştır.

7. Kök ve saplar kesildikten sonra her genotipe ait canlı kök ve sürgün içeren bitkiler ayrı ayrı alüminyum kaplara yerleştirilmiş ve üzerine 5 cm kalınlığında nemli kum eklenmiştir. Daha sonra bu kaplar dondurucuya konulmuştur.

8. Dondurucunun sıcaklığı -3±0.2 °C'ye ayarlanmış ve materyaller bu ortamda 12 saat süreyle tutulmuştur. Bu işlem hücreler arası maddelerin tam olarak donmasını sağlamak için gereklidir.

9. Oniki saat sonunda -3 °C işaretli kaplar dışarı alınmıştır. Daha sonra her bir saat içerisinde sıcaklık 2°C düşürülmek koşulu ile işleme devam edilmiştir. Her bir saat sonraki sıcaklığa denk gelen kaplar (her sıcaklık derecesinde her genotipten 5 bitki) dondurucudan alınmıştır. Çalışmaya (kontrol) -3, -5, -7, -9, -11 °C'ler ile başlanmıştır. Daha sonraki soğuğa alıştırmaya sürelerinde (7, 21, 35, 49, 70 ve 98 gün soğuğa alıştırmaya süreleri için) örneğin -7 °C'ye dayanan genotip için -5, -7, -9, -11, -13, -15 °C sıcaklık dereceleri kullanılmıştır. Bu sıcaklık dereceleri, bir genotipin yaşayabileceği en düşük sıcaklığa kadar devam ettirilmiştir (-5, -7, -9, -11, -13, -15, -17, -19. °C).

10. Dondurucudan alınan örnekler +4 °C'deki soğutucuya konulmuştur.

11. Bitki örnekleri (taçlar) soğutucuda bir gün tutulduktan sonra, içerisinde özel hazırlanmış humuslu çiçek toprağı bulunan saksılara aktarılacak olan sıcaklığına ayarlı büyütme kabininde yetiştirilmiştir. Saksılar mikro elementleri de içeren gübre (gübrenin kullanma talimatında belirtildiği gibi 1 lt suya 1 ml) verilerek sulanmış ve saksı toprağı tamamen doymun hale getirilerek canlı bitkilerin yeniden büyümeleri sağlanmıştır.

12. Yaklaşık 3 hafta sonra yeniden gelişen bitkiler sayılmış ve 5 bitkiden en az 3 bitkinin yaşadığı sıcaklık derecesi soğuğa dayanıklılık derecesi olarak tespit edilmiştir.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

**1. Soğuğa dayanıklılık dereceleri:** Farklı soğuğa alıştırmaya sürelerine maruz bırakılan buğday ve arpa genotiplerinin soğuğa dayanıklılık derecelerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 1'de, genotiplerin dayanabildikleri sıcaklık dereceleri ise Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Farklı soğuğa alıştırmaya süreleri uygulanan buğday ve arpa genotiplerinin soğuğa dayanıklılık değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Buğday			Arpa		
	sd	K. Ort.	Değeri	sd	K. Ort.	Değeri
Tekerrür	2	3.1	3.6*	2	0.02	0.04
Soğuğa alıştırmaya süresi	6	767.8	872.4**	6	142.7	265.6**
Genotip	14	79.6	90.5**	8	2.0	3.7**
Soğuğa alıştırmaya süresi X genotip	84	5.0	5.7**	48	0.8	1.5**
Hata	208	0.9		124	0.5	
Genel	314	20.1		188	5.2	
D. K. (%)	13.2			10.6		

\* ve \*\* işaretli F değerleri sırasıyla %5 ve %1 ihtimal sınırında önemlidir.

Çizelge 2. Farklı soğuğa alıştırmaya süreleri uygulanan buğday ve arpa genotiplerinin dayanabildikleri sıcaklık dereceleri (°C)

	Soğuğa alıştırmaya süreleri (gün)							Ort.	
	Kontrol	7	21	35	49	70	98		
<b>Buğday genotipleri</b>									
Doğu-88	0.0	-3.0	-9.0	-11.7	-13.7	-10.3	-9.7	-8.2	b
Hawk	0.0	-3.0	-8.3	-9.0	-11.7	-9.0	-7.7	-7.0	cd
Lancer	0.0	0.0	-7.7	-9.0	-11.0	-9.0	-7.7	-6.3	de
Karasu-90	0.0	-3.0	-9.7	-11.0	-14.3	-10.3	-9.7	-8.3	b
Bezostaja-1	0.0	0.0	-9.7	-11.0	-14.3	-11.0	-9.7	-8.0	bc
Norstar	0.0	-3.0	-12.3	-15.7	-18.3	-15.0	-12.3	-10.9	a
DE-6	0.0	-3.0	-8.3	-11.0	-11.7	-11.0	-7.0	-7.4	bc
Palandöken-97	0.0	0.0	-6.3	-7.7	-7.7	-6.3	-5.0	-4.7	fg
Kirik	0.0	0.0	-5.0	-5.0	-7.0	-4.3	-3.0	-3.5	h
Tir	0.0	0.0	-7.7	-7.0	-9.0	-7.7	-5.0	-5.2	f
DE-7	0.0	0.0	-7.0	-8.3	-10.3	-7.7	-5.0	-5.5	ef
DE-8	0.0	0.0	-7.0	-9.0	-9.0	-6.3	-5.0	-5.2	f
DE-9	0.0	0.0	-8.3	-9.0	-9.0	-6.3	-5.0	-5.4	ef
Gerek-79	0.0	0.0	-7.7	-7.7	-8.3	-6.3	-5.0	-5.0	f
Kıraç-66	0.0	0.0	-5.0	-5.7	-6.3	-5.0	-5.0	-3.9	gh
Ortalama	0.0 f	-1.0 e	-7.9 c	-9.0 b	-10.8 a	-8.4 bc	-6.8 d	-6.3	
AÖF: Soğuğa alıştırmaya süresi: 0.69, Genotip: 1.0, Soğuğa alıştırmaya süresi x Genotip: 1.4									
<b>Arpa genotipleri</b>									
Tokak 157/37	0.0	0.0	-3.0	-6.3	-4.3	-3.7	-3.0	-2.9	ac
Bülbül-89	0.0	0.0	-3.0	-4.3	-5.0	-3.7	-3.0	-2.7	c
Dicktoo	0.0	0.0	-4.3	-6.3	-7.0	-3.7	-3.0	-3.5	a
ABVD-2	0.0	0.0	-3.0	-5.0	-5.7	-4.3	-3.0	-3.0	ac
ABVD-4	0.0	0.0	-3.0	-6.3	-4.3	-3.0	-3.0	-2.8	bc
ABVD-6	0.0	0.0	-3.0	-6.3	-5.0	-3.7	-3.0	-3.0	ac
Krusewak 1	0.0	0.0	-3.7	-5.7	-6.3	-5.0	-3.0	-3.4	ab
12/127	0.0	0.0	-3.7	-5.7	-6.3	-5.0	-3.0	-3.4	ab
Hudson	0.0	0.0	-3.0	-5.0	-6.3	-4.3	-3.0	-3.1	ac
Ortalama	0.0 d	0.0 d	-3.4 bc	-5.7 a	-5.6 a	-4.0 b	-3.0 c	-3.1	
AÖF: Soğuğa alıştırmaya süresi: 0.69, Genotip: 0.78, soğuğa alıştırmaya süresi x genotip: 0.97									

Soğuğa alıştırmaya sürelerinin buğday ve arpa genotiplerinin dayanabildikleri sıcaklık dereceleri üzerine etkisi çok önemli bulunmuştur (Çizelge 3). Buğday genotiplerinin ortalaması olarak 0, 7, 21, 35, 49, 70 ve 98 gün soğuğa alıştırmaya sürelerine karşılık soğuğa dayanma dereceleri sırasıyla 0.0, -1.0, -7.9, -9.0, -10.8, -8.4 ve -6.8 °C olmuştur. Genotiplerin düşük sıcaklık derecelerine dayanıklılığı soğuğa alıştırmaya sürelerine bağlı olarak 49 güne kadar önemli ölçüde artmış, 70 ve 98 gün soğuğa alıştırmaya sürelerinde ise düşük sıcaklık derecelerine dayanıklılık 49 gün soğuğa alıştırmaya süresine göre önemli ölçüde azalmıştır. Soğuğa dayanıklılık bazı

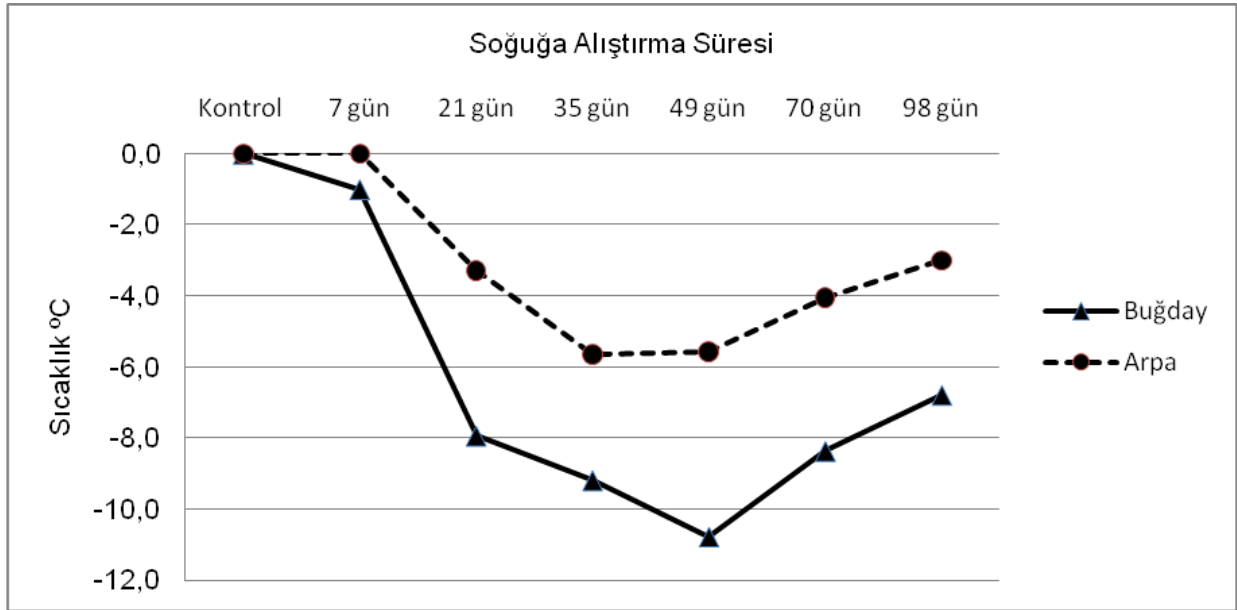
ekmeklik buğday genotiplerinde 7, bazılarında ise 21 günlük soğuğa alıştırmaya süresinden itibaren başlamıştır.

Soğuğa alıştırmadan (kontrol uygulaması) soğuğa dayanıklılık testine tabi tutulan buğday genotiplerinin tamamı -3 °C ve daha düşük sıcaklıklardan zarar görmüşlerdir. Yedi gün soğuğa alıştırmaya çeşitlerden bazıları (Doğu 88, Hawk, Karasu 90, DE-6 ve Norstar) -3 °C'ye dayanabilmişken, 21 gün ve daha uzun süreli soğuğa alıştırmalarda bütün genotipler -3 °C'ye dayanabilmiştir. (Çizelge 2)

Buğday genotipleri soğuğa en yüksek dayanıklılığa (-10.8 °C) 49 gün soğuğa alıştırma süresinde ulaşmıştır. Bu uygulamada Norstar -18.3 °C'ye dayanabilmişken, buna en yakın genotipler -14.3 °C ile Karasu 90 ve Bezostaja 1 ve -13.7 °C ile Doğu 88 olmuştur (Çizelge 2).

Soğuğa alıştırma sürelerine karşılık arpa genotiplerinin ortalama soğuğa dayanma derecelerinin sırayla 0.0, 0.0, -3.4, -5.7, -5.6, -4.0 ve -3.0 °C olduğu belirlenmiştir. Arpa genotiplerinin ortalama soğuğa dayanma derecesi soğuğa alıştırma sürelerine bağlı olarak 35 güne kadar önemli ölçüde

artmış, bu süreden sonra 49 günde önemsiz, 70 ve 98 gün soğuğa alıştırma sürelerinde ise önemli ölçüde azalmıştır. Arpa genotiplerinde soğuğa dayanıklılık 21 gün soğuğa alıştırıldıktan sonra başlamış, bu süre sonunda Dicktoo -4.3 °C, Krusewak 1 ve 12/127 ise -3.7 °C'ye dayanabilmiştir. Arpa genotipleri en yüksek soğuğa dayanıklılığa (-5.7 °C) 35 gün soğuğa alıştırma süresinde ulaşmışlardır. Bu uygulamada Tokak 157/37, Dicktoo, ABVD-4 ve ABVD-6 genotipleri -6.3 °C'ye dayanabilmiştir (Çizelge 2 ve Şekil 1).

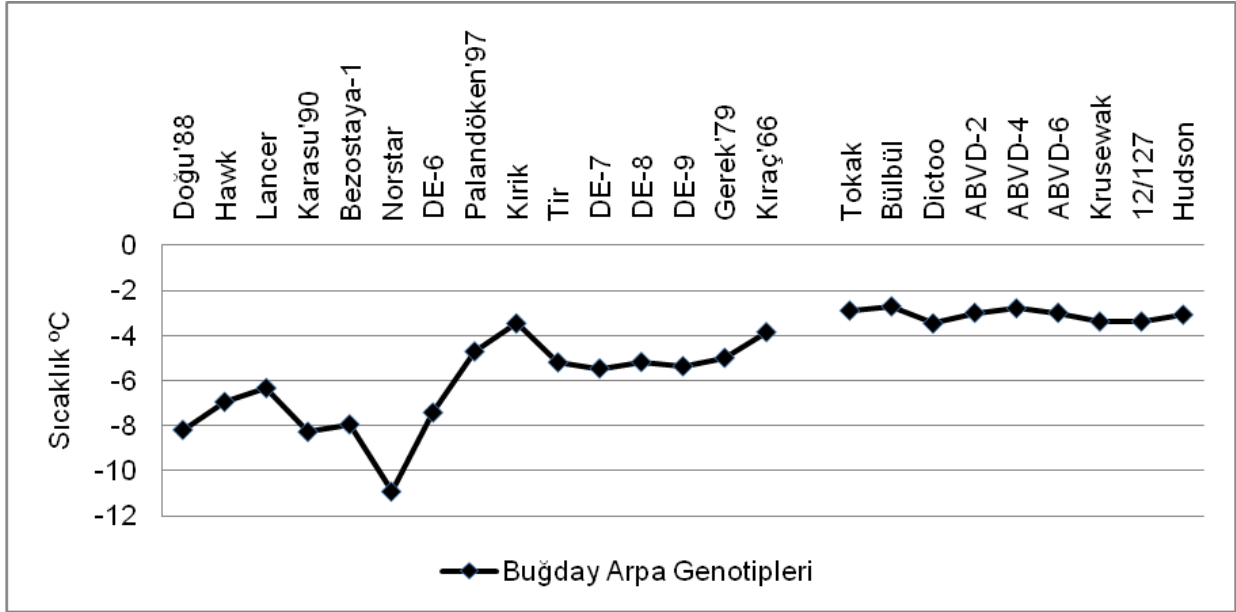


Şekil 1. Ekmeklik buğday ve arpa genotiplerinin soğuğa alıştırma sürelerine göre ortalama soğuğa dayanma dereceleri (°C)

Kışlık buğday çeşitlerinde yapılan araştırmalarda (Fowler ve Gusta 1979, Sutka 1981), soğuğa alışma ile genotiplerin kök ve gövde kuru maddesinin arttığı, suyun bitki protoplazmasından hücrelerarası buz kristallerine doğru hareket ettiği, gövdenin su içeriğinin düştüğü ve böylece soğuğa alıştırma ile soğuğa dayanıklılık arasında bir ilişki olduğu ortaya konulmuştur. Vagujfalvi ve ark. (1999), soğuğa hassas çeşit Chinese spring ile dayanıklı çeşit Cheyenne melez hatlarında yaptıkları çalışmada soğuğa dayanıklılığın 11. günden 30. güne kadar arttığını, 50. günden sonra ise azaldığını belirlemişlerdir. Yine Fowler ve ark. (1995), buğday ve çavdarda vernalizasyon ihtiyacı karşılanıncaya kadar soğuğa dayanıklılığın arttığını, en yüksek soğuğa dayanıklılığın 49 gün soğuğa alıştırma süresinden elde edildiğini ve bundan sonra ise soğuğa dayanıklılığın önemli oranda azaldığını bildirmişlerdir. Bu araştırmada da hem ekmeklik buğday, hem de arpa genotiplerinde soğuğa dayanıklılık belirli bir

soğuğa alıştırma süresine kadar artmış, daha sonra ise azalmıştır. Bu süre ekmeklik buğdaylar için 49, arpa genotipleri için 35 gün olmuştur. Bu araştırmada elde edilen sonuçlar yukarıda adı geçen araştırmacıların sonuçlarıyla uyumlu olup, özellikle ekmeklik buğdaylarda en yüksek soğuğa dayanıklılığın elde edildiği soğuğa dayanma süresinin (49 gün) Fowler ve ark. (1995) tarafından da belirtilen süre ile aynı olması dikkat çekmiştir.

Çizelge 1'den de görüleceği gibi, dayanabildikleri sıcaklık dereceleri yönünden ekmeklik buğday ve arpa genotipleri arasındaki farklar önemli olmuştur. Soğuğa alıştırma sürelerinin ortalaması olarak, buğday genotipleri içerisinde en düşük sıcaklığa (-10.9°C) standart çeşit olarak kullanılan Norstar dayanabilmiş, bunu Karasu 90 (-8.3°C) ve Doğu 88 (-8.2°C) çeşitleri izlemiştir. Buna karşılık Kırac-66 ve Kırık çeşitleri düşük sıcaklık derecelerine en dayanıksız çeşitler olmuş ve bu çeşitler sırasıyla -3.9 ve -3.5°C'ye dayanabilmiştir (Çizelge 2 ve Şekil 2).



Şekil 2. Soğuğa alıştırmaya sürelerinin ortalaması olarak ekmeklik buğday ve arpa genotiplerinin soğuğa dayanma dereceleri (°C)

Arpa genotiplerinin dayanabildikleri düşük sıcaklık değerleri  $-2.7$  ile  $-3.5^{\circ}\text{C}$  arasında değişmiştir. Arpa genotipleri içerisinde de standart çeşit olarak kullanılan Dicktoo ( $-3.5^{\circ}\text{C}$ ) dayanıklılık yönünden ilk sırada yer almış, bunu sırasıyla Krusewak 1 ve 12/127 ( $-3.4^{\circ}\text{C}$ ) genotipleri izlemiştir. Düşük sıcaklık derecelerine en duyarlı arpa genotiplerinin ise Bülbül 89 çeşidi ( $-2.7^{\circ}\text{C}$ ) ve ABVD-4 hattı ( $-2.8^{\circ}\text{C}$ ) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2 ve Şekil 2).

Bulgularımıza benzer olarak, soğuğa dayanıklılık yönünden buğday ve arpa genotipleri arasında önemli farklar olduğu öteki araştırmacılar tarafından da belirlenmiştir (Gusta ve Fowler 1977, Fowler ve ark. 1995, Paldi ve Szalai 1997, Taşpınar 2002). Laboratuvar koşullarında yapılan çalışmalarda da Norstar'ın soğuğa en dayanıklı çeşitlerden biri olduğu ve yaklaşık  $-20^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar dayanabildiği ortaya konmuştur (Gusta ve Fowler 1977, Fowler ve ark. 1995). Mirzai-Asl ve ark. (2002) tarafından İran'da laboratuvar koşullarında yapılan soğuğa dayanıklılık çalışmasında, Bezostaja 1 çeşidinin  $-16.7^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar dayanabildiği belirlenmiştir. Bu çalışmada da, denemeye alınan genotiplerden Norstar ve Bezostaja 1 soğuğa en dayanıklı çeşitler olmuşlardır. Yine 8 arpa genotipi kullanılarak laboratuvar koşullarında yapılan soğuğa dayanıklılık çalışmasında, genotipler arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir (Paldi ve Szalai 1997). Arpada yapılan tarla çalışmalarında da genotipler arasında kışa dayanıklılık bakımından önemli farklılıklar tespit edilmiştir (Akten 1988, Taşpınar 2002).

Bu çalışmada kırmızı taneli buğday çeşitleri (Doğu 88, Hawk, Lancer, Karasu 90, Bezostaja 1, Norstar ve DE-6) beyaz taneli çeşitlere (Palandöken 97, Kirik, Tir, DE-7, DE-8, DE-9, Gerek ve Kıraç 66)

göre soğuğa daha dayanıklı bulunmuştur. Lewitt (1980) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre de soğuğa dayanıklılık yönünden arpalar az, beyaz taneli ekmeklik buğdaylar orta, kırmızı taneli ekmeklik buğdaylar ise orta ve çok dayanıklı sınıfta yer almaktadır. Bu sonuçlara göre, Erzurum gibi soğuk yörelerde beyaz taneli ekmeklik buğday ve arpa genotiplerinde kışlık yeşertme ekimin riskli olduğu, buna karşılık kırmızı taneli buğday çeşitlerinde ise kışlık yeşertme ekimin daha güvenle yapılabileceği söylenebilir.

## SONUÇ

Çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir.

Ekmeklik buğdayda soğuğa en fazla dayanan genotip Norstar ekmeklik buğday çeşidi olurken ( $-10.9^{\circ}\text{C}$ ), soğuğa en duyarlı genotipler Kıraç-66 ve Kirik (sırasıyla  $-3.5$  ve  $-3.9^{\circ}\text{C}$ ) olmuştur. Arpa genotipleri içerisinde soğuğa en fazla dayanan genotip Dicktoo ( $-3.5^{\circ}\text{C}$ ), soğuğa en duyarlı Bülbül 89 genotipi ( $-2.7^{\circ}\text{C}$ ) olmuştur. Bu çalışmada kullanılan kırmızı taneli ekmeklik buğday genotipleri (Doğu 88, Hawk, Lancer, Karasu 90, Bezostaja 1, Norstar ve DE-6) soğuğa beyaz taneli genotiplere (Palandöken 97, Kirik, Tir, DE-7, DE-8, DE-9, Gerek ve Kıraç 66) göre daha dayanıklı bulunmuştur. Soğuğa alıştırmadan (kontrol uygulaması) soğuğa dayanıklılık testine tabi tutulan genotiplerin tamamı  $-3^{\circ}\text{C}$  ve daha düşük sıcaklıklardan zarar görmüşlerdir. Ekmeklik buğday genotipleri en yüksek soğuğa dayanıklılığa  $-10.8^{\circ}\text{C}$  ile 49 gün soğuğa alıştırmaya süresinde ulaşmışken, arpa genotipleri en yüksek

soğuğa dayanıklılığa 35 gün soğuğa alıştırmaya süresinde ulaşmışlardır (-5.7 °C). Ekmeklik buğday genotiplerinde 49, arpada ise 35 gün soğuğa alıştırmaya süresinden itibaren soğuğa dayanıklılık azalmıştır.

#### KAYNAKLAR

- Akten Ş (1974) Kültür bitkilerinde kışa ve soğuğa dayanma. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Tarla Bit. Böl., Erzurum (yayınlanmamış).
- Akten Ş (1985) Doğu Anadolu Bölgesinde kışık arpa yetiştiriciliği ve sorunları. Atatürk Üni., Ziraat Fak. Tarla Bit. Böl., Erzurum (yayınlanmamış).
- Akten Ş (1988) Erzurum ili koşullarında bazı arpa çeşitlerinde kışa dayanma ve verim. Atatürk Üni. Ziraat Fak. Der., 19(1-4),121-132.
- Anonim (1999) Tarımsal Yapı ve Üretim, 1997. D.İ.E. Yayınları, Ankara.
- Çakmakçı S, Açıkgöz E (1992) Tarla bitkilerinde soğuğa dayanıklılık mekanizması ve dayanıklılık ıslahı. Uludağ Üni., Zir. Fak. Derg, 9: 193–204
- Fowler DB, Gusta LV (1979) Selection for winterhardiness in wheat. I Identification of genotypic variability. Crop Sci. 19: 769–772.
- Fowler DB, Limin AE, Tyler NJ (1981) Selection for winterhardiness in wheat. III. Screening Methods Can. J. Plant Sci. 21: 896–901
- Fowler DB, Limin AE, Wang SY, Ward RW (1995) Relationship Between Low-Temperature Tolerance and Vernalization Response in Wheat and Rye. Canadian J. Plant Sci. 39: 37–42.
- Gusta LV, Fowler DB (1977) Factors affecting the cold survival of winter cereals. Canadian J. Plant Sci. 57: 213–219.
- Kanbertay M (1997) Buğdayda Soğuk Zararı Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, Ege Tarımsal Araştırma Ens. Müd., Yayın No: 95, Menemen.
- Kırtok Y (1974) Erzurum ovasında bazı kışık arpa çeşitlerinde sulu ve kuru şartlarda uygulanan gübreleme ve ekme zamanı işlemlerinin verim ve verim unsurlarına etkileri üzerinde bir araştırma. Atatürk Üni., Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Doktora Tezi (Basılmamış).
- Lewitt J (1980) Response of Plants to environmental stresses. I. Academic Press. New York. 497.
- Mirzai-Asl A, Yazdi-Samadi B, Zali AA, Sadeghian-Motahhar Y (2002) Journal of Science and Technology and Natural Resources. Vol. 6, No: 1.
- Paldi E, Szalai G (1997) Effect of low temperature on the cytoplasmic ribosomal RNA synthesis in wheat and barley genotypes. Int. Symp. Cereal Adapt. To Low Temp. Stress, Mortonvasar, Hungary.
- Pomeroy MK, Fowler DB (1973) Use of Lethal Dose Temperature Estimates As Indices of Frost Tolerance For Wheat Cold Acclimated Under Natural and Controlled Environment. Can. J. Plant Sci. 53: 489–494.
- Roberts DWA, Grant MN (1968) Changes in cold hardiness accompanying development in winter wheat. Can. J. Plant Sci.48: 369–376.
- Sutka J (1981) Genetic studies of frost resistance in wheat. Theor. Appl. Genet. 59: 145–152.
- Svec LV, Hodges HF (1972) Cold hardening and morphology of barley seedlings in controlled and natural environments. Can. J. Plant Sci. 52: 955–963.
- Taşpınar MS (2002) Arpa genotiplerinde soğuğa dayanıklılık ile bazı moleküler ve kimyasal özellikler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. Atatürk Üni., Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Doktora Tezi.
- Vagujfalvi A, Kerepesi I, Galiba G, Tischner T, Sutka J (1999) Frost hardiness depending on carbohydrate changes during cold acclimation in wheat. Plant Sci., 144: 83-92.