

İklim Değişiminin Farklı Büyüme Tabiatına Sahip Bazı Arpa Çeşitleri Üzerine Etkisi

Yüksel KAYA^{1*}, Mevlüt AKÇURA²

¹Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Siirt

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Çanakkale

*Sorumlu Yazar: y.kaya@siirt.edu.tr

Geliş Tarihi: 01.11.2021 Düzeltme Geliş Tarihi: 01.12.2021 Kabul Tarihi: 13.01.2022

Öz

Bu çalışmada farklı büyüme tabiatına (yazlık, fakültatif ve kışlık) sahip 2 ve 6 sıralı başak tipinde 15 arpa çeşidi, 2017-2018 ve 2019-2020 yetiştirme sezonlarında, yağışa bağımlı şartlarda, yazlık arpa kuşağında denemeye alınmış ve 8 bitkisel karakter (tane verimi, hasat indeksi, başakta tane sayısı, metrekarede başak sayısı, bitki boyu, başaklanma süresi, bin tane ve hektolitreye ağırlığı) açısından incelenmiştir. 2 sıralı arpa çeşitlerinden bazıları hem yüksek tane iriliği (bin tane ağırlığı) ve hem de tane verimi yönüyle dikkati çekmiştir. Tane iriliği küçük olmasına rağmen, bazı 6 sıralı arpa çeşitlerinin tane verimi değerleri, 2 sıralı çeşitlerle rekabet edebilir seviyeye ulaşmıştır. Diğer taraftan kışlık ve fakültatif arpa çeşitlerinin tane verimi ve diğer bitkisel özelliklerine ait değerler, yazlık arpa çeşitlerinin gerisinde kalmıştır. Bu durumun temeli nedeni kışlık ve fakültatif arpa çeşitlerinin başaklanma sürelerinin yazlık arpa kuşağına uyumsuzluğuyla açıklanmıştır. Kışlık ve fakültatif arpa çeşitlerinin uzun fenolojik döngüye sahip olmaları, özellikle başaklanma ve tane dolum dönemlerinin kurak döneme (yağış eksikliğinden dolayı) denk gelmesine neden olmuş, bu da tane verimi başta olmak üzere diğer bitkisel karakterlerini olumsuz etkilemiştir. Denemeden elde edilen bulgular, Türkiye’de en fazla arpa üretiminin yapıldığı kışlık arpa kuşağının iklim değişiminden olumsuz etkilenebileceğini göstermektedir. İklim değişiminin olumsuz etkilerini azaltabilmek için kışlık arpa kuşağında erkenci (fenolojik döngüsü daha kısa) fakültatif arpa çeşitleri tercih edilebilir.

Anahtar kelimeler: Arpa, büyüme tabiatı, verim ve unsurları, iklim değişimi, adaptasyon

Impact of Climate Change on Some Barley Varieties with Different Growth Habit

Abstract

In this study, fifteen barley cultivars (seven from two-rowed and eight from six-rowed types) with different growth habits (spring, facultative, and winter) were tested under rain-fed conditions of the spring barley zone of Turkey, during the 2017-2018 and 2019-2020 cropping seasons. In this study, eight plant characters (grain yield, harvest index, number of grains per spike, number of spikes per square meter, plant height, heading duration, thousand kernel and test weights) were examined. Some of the 2-rowed barley cultivars attracted attention in terms of higher grain size (higher thousand kernel and test weights) and grain yield. Although most of the 6-rowed barley cultivars usually had smaller grain sizes, their grain yields reached a competitive level with the 2-row cultivars. On the other hand, the grain yield and its components of winter and facultative barley cultivars were behind those of spring barley cultivars. It could be explained by the incompatibility of the heading duration of winter and facultative barley varieties with the climate pattern of the spring barley zone. Because winter and facultative barley varieties had long phenological cycles, the heading and grain filling periods coincided with drought (due to lack of precipitation), which adversely affected plant character, especially grain yield. Our findings reveal that the winter barley zone, where most barley is grown in Turkey, may be adversely affected by climate change. One of the ways to enhance the adaptation of winter and facultative barley varieties to climate change is to shorten their phenological cycles.

Key words: Barley, growth habit, yield and its components, climate change, adaptation

Giriş

Arpa, Türkiye’de hayvan besleme açısından stratejik bir öneme sahiptir. 2020 yılında Türkiye’de yaklaşık 3 milyon ha alanda arpa ekilmiş ve 8.3 milyon ton tane ürün hasat edilmiştir. Aynı yılda ekilen alanının yaklaşık %97’si yemlik ve %7’si maltlık arpaya ayrılmıştır. Yine aynı yıl 0.3 milyon ha alanda yeşil ot üretimi için arpa yetiştirilmiştir (Anonim, 2021a). 2020 yılı için Türkiye’nin arpa verim ortalaması (2680 kg ha^{-1}), dünya verim ortalamasının (3108 kg ha^{-1}) 248 kg ha^{-1} gerisinde kalmıştır (Anonymous, 2021a). Türkiye arpa üretimi yönüyle kendine yeter gibi görünse de son yıllarda yaklaşık 0,5 milyon ton/yıl ithalat gerçekleştirilmektedir (Anonim, 2021b). Fakat 2021 yılında Türkiye’de yaşanan aşırı kuraklığın (yağışın uzun yıllar ortalamasından %24 daha az olmasından dolayı) arpa üretimini 4.5 milyon tona kadar düşürdüğü ve en az 4 milyon ton ithalatın yapıldığı tahmin edilmektedir (Anonymous, 2021b).

Türkiye’de yetiştirilen arpa çeşitleri büyüme tabiatına göre üç gruba (yazlık, fakültatif ve kışlık) ayrılmaktadır. Benzer şekilde, Türkiye’de arpa yetiştirilen coğrafik bölgeler de 3 kuşağa (yazlık arpa, fakültatif arpa ve kışlık arpa) ayrılmaktadır. Orta Anadolu Bölgesi kışlık arpa kuşağını, Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri yazlık arpa kuşağını ve Marmara Bölgesi ise fakültatif arpa kuşağını temsil etmektedir. Türkiye’de mevcut arpa ıslah çalışmaları, henüz resmi olarak adı konulmamış bu kuşaklara uygun şekilde yürütülmektedir (Kaya, 2021).

Arpa, Türkiye’nin sulanan tarımsal alanlarından yeterince pay alamamaktadır. Çünkü sulanan alanlarda arpa, kârlılığı yüksek bitkilerle (pamuk, şeker pancarı, ayçiçeği, mısır vb.) rekabet edememektedir (Tricase ve ark., 2018). Buna karşılık, kurak alanlarda arpa ile neredeyse hiçbir bitki rekabet edememektedir. Türkiye’nin üç arpa kuşağında aktif olarak devam eden arpa ıslah programlarında, 2 ve 6 sıralı çeşitler geliştirilmektedir. Türkiye’de tescil edilen 2 sıralı arpa çeşitleri hem maltlık ve hem de yemlik özelliklere sahip iken 6 sıralı arpa çeşitlerinin tamamına yakını yemlik kalite özelliklerine sahiptir. Genelde 2 sıralı arpa çeşitlerinin tane iriliği, 6 sıralı arpa çeşitlerinin tane iriliğinden daha yüksek olması (özellikle bin tane ağırlığı daha yüksek) pazar değerini yükseltmektedir. Diğer taraftan 6 sıralı arpa çeşitlerinin tane verimleri, çevre (yıl ve lokasyon) ve yetiştirme şartlarına bağlı olarak 2 sıralı arpa çeşitlerinin tane verimlerinden daha yüksek olabilmektedir (Şener ve ark., 2020).

Türkiye’de arpa hayvan yemi ve malt olarak tüketilmektedir. Türkiye’de arpa, insan gıdası

amacıyla kullanılmamaktadır. Fakat son yıllarda yapılan çalışmalar arpanın insan sağlığı açısından pek çok faydasına işaret etmektedir (Baik ve Ullrich, 2008). Diğer taraftan, buğdaya kıyasla arpa bazı bitkisel özellikler açısından daha avantajlı olabilmektedir. Örneğin, buğdaydan daha erken olgunlaşması, arpanın geç dönemde gelen kuraklıklardan daha az etkilenmesini sağlamaktadır. Arpanın vegetatif dönemde hızlı büyüyerek tarlanın yüzeyini hızlı bir şekilde kapatması: (1) yabancı otlarla rekabetini artırmakta, (2) topraktan su kaybını azaltmakta ve (3) suyun daha etkin kullanılmasını sağlamaktadır (Capo-chichi ve ark., 2021). Bu nedenlerden dolayı kurak alanlarda (yıl ve lokasyona bağlı olarak) arpanın tane verimi, buğdaydan daha yüksek olabilmektedir (Ryan ve ark., 2008). Fakat, her koşulda arpanın kuraklığa karşı buğdaydan daha dayanıklı olduğu söylenemez (Cossani ve ark., 2009). Çünkü arpa geç dönemde (generatif dönem) gelen kuraklıktan kaçarak (erkencilikle) buğdaya karşı üstünlük sağlarken, erken dönemde (vegetatif dönem) oluşan kuraklığa ise buğday kadar dayanıklılık gösterememektedir (Dawson et al., 2015; Wiegmann et al., 2019).

İklim değişiminin buğday üzerine etkileri konusunda yapılmış pek çok araştırma olmasına rağmen arpanın iklim değişiminden nasıl ve ne düzeyde etkilendiğini/etkileneceğini konu alan çalışma yok denecek kadar azdır (Cammarano ve ark., 2019). İklim değişimi senaryolarına göre, Akdeniz havzasında yer alan Türkiye, iklim değişiminden etkilenecek ülkelerin başında gelmektedir. Türkiye için yapılan geleceğe dönük en iyimser iklim değişimi projeksiyonlarına göre 2100 yılına kadar sıcaklığın $4-7 \text{ }^\circ\text{C}$ artacağı tahmin edilmektedir (Demircan ve ark., 2017). İklim değişimini modellemeleri, sıcaklık artışına kuraklığın da eşlik edeceğini öngörmektedir (Bento ve ark., 2021). Yani kuraklık ve yüksek sıcaklık streslerinin eş zamanlı oluşumlarının sıklığı ve şiddetindeki olası artışlar ve bunun sonucunda arpa yetiştirme kuşaklarının (özellikle kışlık arpa kuşağının) tehdit altında olabileceği tahmin edilmektedir. Kışlık arpa kuşağında iklim değişiminden kaynaklanacak verim istikrarsızlığı, doğrudan hayvancılık (beslenme) sektörünü olumsuz etkileyecektir. Çünkü bu kuşak, Türkiye’nin arpa ekim alanının yarısından fazlasını kapsamaktadır (Anonim, 2021c). Kısacası, tüm iklim değişimi senaryoları dikkate alındığında Türkiye’nin arpa üretiminin olumsuz etkilenebileceği öngörülmektedir.

2020 yılına kadar Türkiye’de 136 arpa çeşidi tescil edilmiştir (Anonim, 2021d). Türkiye’de üç arpa yetiştirme kuşağına (yazlık, fakültatif ve kışlık) uyum sağlayabilmek için farklı bitkisel karakterlere

sahip arpa çeşitleri tescil edilmektedir. Türkiye’de arpa tescili, arpa yetiştirme kuşaklarına göre değil de coğrafik bölgeler dikkate alınarak yapıldığı için arpa çeşitlerinin büyüme tabiatı hakkında yeterince bilgi bulunmamaktadır. Tescilli çeşitlerin sayının yüksek olması, Türkiye’nin arpa üretiminin güvenliği açısından önemlidir. Fakat değişen iklim şartlarına uyum için hangi arpa çeşitlerinin tercih edilmesi gerektiği tam olarak bilinmemektedir. Farklı büyüme tabiatına sahip arpa çeşitlerinin iklim değişimine tepkisini ölçmenin en uygun yollarından birisi, eş zamanlı olarak yüksek sıcaklık ve kuraklık streslerine maruz bırakmak olabilir.

Bu çalışmada, yağışa bağımlı şartlarda, 2 yıl süreyle, yazlık arpa kuşağında, farklı büyüme tabiatına sahip 15 arpa çeşidinin (6 yazlık, 6 fakültatif ve 3 kışlık) yüksek sıcaklığa ve geç dönem (tane doldurma) kuraklığına karşı tepkisi (tarla şartlarında verim ve unsurları incelenerek) ölçülmüştür. Deneme sonuçları doğrultusunda yazlık arpa çeşitleri ile kışlık ve fakültatif arpa çeşitleri karşılaştırılarak olası iklim değişiminden etkilenme durumları tahmin edilmeye çalışılmıştır. Deneme bulguları ışında ülkesel arpa ıslah programının iklim değişimine uyumunu artırmak amacıyla önerilerde bulunulmuştur.

Materyal ve Metot

Denemenin kurulması ve yürütülmesi

Çizelge 1. Denemede kullanılan arpa çeşitleri

Çeşit	Başak Sırası	Büyüme Tabiatı	Tescil Eden Kurum/Şirket	Tescil Yılı
Bariş	2	Yazlık	Diyarbakır GAP UTAEM	2015
Şahin-91	2	Fakültatif	Diyarbakır GAP UTAEM	1991
Önder	2	Yazlık	Dicle Üniversitesi Zir. Fak.	2016
Bolayır	2	Fakültatif	Edirne Trakya TAE	2007
Sladoran	2	Fakültatif	Edirne Trakya TAE	1998
Harman	2	Fakültatif	Edirne Trakya TAE	2011
Larende	2	Kışlık	Konya Bahri Dağdaş UTAE	2006
Karatay-94	2	Kışlık	Konya Bahri Dağdaş UTAE	1996
Altıkat	6	Yazlık	Diyarbakır GAP UTAEM	2011
Kendal	6	Yazlık	Diyarbakır GAP UTAEM	2013
Akziyaret	6	Yazlık	Özel Sektör	2017
Mert	6	Yazlık	Özel Sektör	2018
Martı	6	Fakültatif	Edirne Trakya TAE	2009
Hazar	6	Fakültatif	Edirne Trakya TAE	2016
Kıral-97	6	Kışlık	Konya Bahri Dağdaş UTAE	1997

Deneme yerinin toprak özellikleri

Toprak analiz sonuçlarına göre deneme yerinin toprak özellikleri killi (%54-57), tuzsuz (0.398-0.458 mS cm⁻¹), hafif alkali (pH=7.8-7.9), kireç seviyesi orta (%11-12), organik maddesi düşük (%1.4-1.5), alınabilir fosfor miktarı düşük (28-33 kg ha⁻¹) ve alınabilir potasyum miktarı yüksek (1100-1250 kg ha⁻¹) olarak belirlenmiştir. Toprak analiz sonuçları, deneme yeri toprağının genel olarak arpa yetiştirmeye uygun olduğunu göstermiştir.

Tarla denemesi, 2 yetiştirme sezonunda (2017-2018 ve 2019-2020) yazlık arpa kuşağını temsilen Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında 15 arpa çeşidi kullanılarak yağışa bağımlı şartlarda yürütülmüştür. Deneme, tesadüf blokları deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemede parsel uzunluğu 4 m, parselde sıra sayısı 4 ve sıra arası 20 cm olacak şekilde ayarlanmıştır. Ekim normu, 450 tohum m⁻² olacak şekilde ayarlanmıştır. Ekim, ilk sezonda 18 Aralık 2017 ve ikinci sezonda 20 Kasım 2019 tarihinde elle yapılmıştır. Her iki sezonda sonbahar yağışlarının düşme zamanlarındaki farklılıklar, ekimin farklı tarihlerde yapılmasına neden olmuştur. Denemeye ekim ile birlikte 170 kg ha⁻¹ DAP (N 30 kg ha⁻¹ ve P₂O₅ 78 kg ha⁻¹) ve sapa kalma döneminin başında (Zadoks 30) 120 kg ha⁻¹ Üre (N 55 kg ha⁻¹) gübreleri uygulanmıştır. Yabancı ot kontrolü elle yapılmıştır. Arpa çeşitlerinin hastalıklara reaksiyonlarını gözlemleyebilmek için herhangi bir pestisit kullanılmamıştır. Hasat her iki sezonda da haziran ayının başında orakla yapılmıştır.

Denemede yer alan arpa çeşitleri

Denemede farklı büyüme tabiatına (yazlık, fakültatif ve kışlık) ve başak tipine (2 ve 6 sıralı) sahip 15 arpa çeşidi yer almış olup çeşitlerle ilgili bilgiler Çizelge 1’de verilmiştir.

İklim verileri

Denemenin yürütüldüğü iki sezona ve uzun yıllara ait aylık iklim verileri (yağış, minimum, maksimum ve ortalama sıcaklık ve nispi nem) Çizelge 2’de verilmiştir. Uzun yıllar yağış ortalamasına (653.1 mm) göre denemenin ilk yetiştirme sezonunda 133.5 mm daha az (519.6 mm), ikinci yetiştirme sezonunda ise 103.7 mm fazla (756.8 mm) yağış alınmıştır. Her iki yetiştirme

sezonunda da çıkış ve kardeşlenmenin gerçekleştiği kasım, aralık, ocak ve şubat aylarında kaydedilen yağışlar (47.4-85.6 mm) uzun yıllar ortalamalarının (82.2-97.5 mm) gerisinde (ikinci sezonun şubat ayı hariç) kalmıştır. Sapa kalma ve gebecik dönemlerinin gerçekleştiği mart ayında ilk sezonda alınan yağış (47.2 mm) uzun yıllar ortalamasının (111.2) yarısından daha düşük iken ikinci sezonda yaklaşık iki katı (229.6 mm) yağış kaydedilmiştir. Başaklanma, tozlanma ve dölllenme dönemlerinin tamamlandığı ve tane dolum dönemlerinin başladığı nisan ayında ölçülen yağışlar, uzun yıllara kıyasla (105 mm) ilk sezonda daha düşük (60.8 mm) ve ikinci sezonda daha yüksek (158.6 mm) olmuştur. Tane dolum dönemlerinin gerçekleştiği mayıs ayında ise ilk sezonda (146.6 mm) uzun yıllar ortalamasına (63.8 mm) göre daha yüksek, ikinci sezonda ise daha düşük (40.4 mm) yağış kaydedilmiştir. Genel olarak ikinci sezonda alınan yüksek yağışın, denemede incelenen tüm bitkisel karakterler üzerine olumlu etkide bulunduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4, 5, 6 ve 7).

Denemenin her iki sezonunda kaydedilen ortalama sıcaklıklar (sırasıyla 11.9 ve 10.3 °C) uzun yıllar ortalamasından (9.0 °C) yaklaşık 1 ile 2 °C daha yüksek seyretmiştir. Her iki sezonun tüm aylarında (ikinci sezonun şubatı hariç) ölçülen

ortalama sıcaklıklar (3.5-20.6 °C), uzun yıllar ortalama sıcaklık değerlerinin (2.6-19.3 °C) üzerinde gerçekleşmiştir. Fakat denemenin ikinci sezonunun şubat ayında kaydedilen düşük sıcaklıklar (-9 °C) özellikle yazlık büyüme tabiatına sahip arpa çeşitlerinde soğuk zararına (yapraklarda sadece sararma) neden olmuş, fakat kısa sürede eski hallerine geri dönmüşlerdir (soğuktan herhangi bir bitki ölümü gerçekleşmemiştir). Diğer taraftan her iki sezonun hemen hemen tüm aylarında ölçülen aylık ortalama minimum sıcaklık değerleri, uzun yıllar aylık ortalama minimum değerlerinden daha düşük, uzun yıllar ortalama maksimum değerlerinden ise daha yüksek kaydedilmiştir. Yani denemenin her iki yılında kaydedilen sıcaklık değerleri ortalamasının üstünde ve/veya altında sapmalar (anomaliler) göstermiştir.

Nispi nem değerleri denemenin ilk sezonda (%61.5) uzun yıllar ortalamasından (%63.5) %2 düşük gerçekleşmiştir. Özellikle ilk sezonun nisan ayında (%47.6) kaydedilen nispi nem, uzun yıllar nisan nispi neminden (%58.3) %10.7 daha düşük gözlenmiştir. Nisan ayındaki düşük nispi nem yaprak hastalıklarının seyrini yavaşlatmış, fakat tozlanma, dölllenme ve tane dolum süreçlerini olumsuz etkilememiştir.

Çizelge 2. Denemenin yürütüldüğü iki sezona ve uzun yıllara ait iklim verileri

Aylar	Yağış (mm)			Minimum/Maksimum/Ort. Sıcaklık (°C)			Nispi Nem (%)		
	2017-2018	2019-2020	UYO	2017-2018	2019-2020	UYO	2017-2018	2019-2020	UYO
Kasım	85.6	51.4	82.2	0.8/23.8/11.2	7.3/17.6/11.9	6.3/15.4/10.4	64.4	50.2	62.7
Aralık	47.4	75.8	95.8	-1.3/17.8/8.0	5.0/10.9/7.5	1.6/8.7/4.8	65.2	75.0	72.5
Ocak	56.4	63.8	97.5	-0.9/13.4/5.7	-3.6/11.6/3.5	-0.5/6.6/2.6	70.5	72.8	72.5
Şubat	75.6	137.2	97.6	0.7/16.1/8.2	-9.0/16.9/3.7	0.5/8.8/4.2	67.7	73.0	67.3
Mart	47.2	229.6	111.2	4.7/26.0/13.7	2.5/22.8/11.1	4.0/13.3/8.3	55.9	63.4	61.3
Nisan	60.8	158.6	105.0	6.4/27.1/16.8	5.0/23.8/14.1	8.9/19.1/13.7	47.6	60.2	58.3
Mayıs	146.6	40.4	63.8	10.4/32.2/19.8	10.0/33.7/20.6	13.5/25.2/19.3	59.1	47.5	50.2
Toplam	519.6	756.8	653.1						
Ort.				3.0/22.3/11.9	2.5/19.6/10.3	4.9/13.9/9.0	61.5	63.2	63.5

UYO, Uzun yıllar ortalaması

Denemede ölçülen bitkisel özellikler

Denemede yer alan 15 arpa çeşidinde 8 bitkisel karakterin (tane verimi, bitki boyu, başaklanma süresi, hasat indeksi, metrekarede başak sayısı, başakta tane sayısı, bin tane ve hektolitre ağırlıkları) gözlemi, ölçümü ve tartımı Pask ve ark. (2012)'nin bildirdiği yöntemlere göre yapılmıştır.

Varyans analizi

Denemeden elde edilen verilere ilk önce varyans analizinin ön testleri (normalite ve varyans homojenliği) ve daha sonra yıllar üzerinden birleştirilmiş varyans analizi uygulanmıştır. Çeşitlerin, yılların ve çeşit × yıl etkileşimlerine ait ortalamaların karşılaştırılması ise AÖF testiyle yapılmıştır. Bitkisel özellikler arasındaki ikili ilişkiler, korelasyon analiziyle belirlenmiştir (Yurtsever,

1984). İstatistiksel analizler, SAS programında yapılmıştır.

Denemede incelenen 8 bitkisel özellik açısından çeşitler, denemenin yürütüldüğü yıllar (iki yetiştirme sezonu) ve çeşit × yıl (sezon) etkileşimleri arasında önemli farklılıklar ($p < 0.05$ ve $p < 0.01$) belirlenmiştir (Çizelge 3). Birleştirilmiş varyans analizine göre ana etkilerin (çeşit ve yıl) yanında bunların etkileşimlerinin de (çeşit × yıl) önemli çıkması olağandır. Fakat arpa çeşitlerinin bitkisel özelliklerine ait bulguların ve tartışma kısımlarının daha iyi anlaşılabilmesi için her iki yıl (sezon) ayrı olarak değil de iki yılın (sezonunun) ortalaması (varyans analizi ön testlerine göre veriler normal dağılışa uygun ve yıllar arasında varyanslar homojen çıktığı için) dikkate alınmıştır.

Çizelge 3. Denemede ölçülen bitkisel özelliklere ait varyans analiz değerleri

Varyasyon kaynağı	sd	Tane verimi (kg ha ⁻¹)	Bitki boyu (cm)	Başaklanma süresi (gün)	Hasat indeksi (%)	Metrekarede başak sayısı (adet)	Başakta tane sayısı (adet)	Bin tane ağırlığı (g)	Hektolitreye ağırlığı (kg hL ⁻¹)
Yıl	1	521361.3**	10978.2**	5760.9**	360.1**	185413.6**	508.8**	413.8**	160.1**
Tek (Yıl)	4	571.5	95.3	9.2	2.1	251.9	16.2	9.2	5.6
Çeşit	14	16409.8**	180.8**	418.3**	49.8**	18344.3**	251.1**	111.7**	111.7**
Çeşit × Yıl	14	3477.6**	47.4*	9.8**	3.7**	657.6**	12.7*	7.3**	6.7**
Hata	56	348.2	25.6	2.3	1.2	238.8	6.6	1.7	1.3
DK (%)		4.5	5.4	1.5	3.3	3.9	8.5	3.8	1.8

*, ** istatistiksel olarak sırasıyla %5 ve %1 düzeyinde önemli; DK, Değişim katsayısı

Bulgular

Verim ve unsurları

Denemede yer alan 15 arpa çeşidinin tane verimi (TV) ortalaması (4159 kg ha⁻¹), Türkiye'nin 2020 yılı TV ortalamasının (2680 kg ha⁻¹) yaklaşık %55 üzerinde gerçekleşmiştir (Çizelge 4) (Anonim, 2021a). İki sezon arasındaki TV farklılığının (3398 kg ha⁻¹ ve 4920 kg ha⁻¹) nedenlerinden birisi, alınan yağış miktarlarıyla ilgili olabilir (ilk sezonda 519.6 mm ve ikinci sezonda 756.8 mm). İkinci sezonda alınan yüksek yağışın TV'ne olumlu yansıdığı tahmin edilmektedir. Diğer taraftan, arpa çeşitleri arasında en yüksek TV sırasıyla Kendal (yazlık 6 sıralı), Hazar (fakültatif 6 sıralı), Önder (yazlık 2 sıralı) ve Sladoran'dan (fakültatif 2 sıralı) alınmıştır. Kışlık çeşitlerin (Kiral-97, Karatay-94 ve Larende) TV ortalamaları, deneme ortalamasının gerisinde kalmıştır. 2 sıralı çeşitlerin TV ortalaması (4073 kg ha⁻¹), 6 sıralı çeşitlerin ortalamasından (4257 kg ha⁻¹) biraz düşük olsa da aralarındaki farklılık (184 kg ha⁻¹), AÖF testine göre önemsiz çıkmıştır. Denemenin yürütüldüğü yazlık arpa kuşağı dikkate alındığında, yazlık ve/veya fakültatif büyüme tabiatına sahip 2 ve/veya 6 sıralı çeşitlerin TV

potansiyellerinin birbirine benzer olduğu anlaşılmaktadır.

TV'nin ilk unsuru olarak kabul edilen metrekarede başak sayısının (MBS) deneme ortalaması 394 (adet m⁻²) olarak belirlenmiştir (Çizelge 4). İki sezon arasındaki MBS (sırasıyla 349 ve 439 adet m⁻²) farklılığının, çevresel etkilerden (iki sezon arasındaki iklimsel ve deneme yeri toprak farklılıkları) kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Diğer taraftan, arpa çeşitlerinin MBS arasındaki farklılığının (2 sıralı için 413 ve 6 sıralı için 372 adet m⁻²) nedeni ise başakta sıra sayısından (genetik etki) kaynaklanmaktadır. Çünkü arpada başakta sıra sayısı ile kardeş sayısı arasında bir ilişki olduğu bilinmektedir (Ullrich, 2011). Örneğin, 2 sıralı çeşitlerden Önder ve Barış'ın (denemedeki en yüksek MBS değerleri bu 2 sıralı çeşitlere ait olup sırasıyla 493 ve 477 adet m⁻²) MBS değerleri, 6 sıralı çeşitlerden Kendal ve Hazar'ın (denemedeki 6 sıralı en yüksek MBS değerlerine bu çeşitler sahip olup sırasıyla 445 ve 433 adet m⁻²) MBS değerlerinden daha yüksek ölçülmüştür. Buna rağmen denemede test edilen 15 arpa çeşidinden hiç birisinin MBS değerleri, 500'ün (adet m⁻²) üzerine çıkamamıştır.

Çizelge 4. Arpa çeşitlerinin tane verimi ve metrekarede başak sayısı değerleri

Sıra	Tip	Çeşit	Tane verimi (kg ha ⁻¹)			Metrekarede başak sayısı (adet)		
			2017-2018	2019-2020	Ort.	2017-2018	2019-2020	Ort.
2	Yazlık	Barış	3733 gj	4967 ce	4350 bc	450 ce	503 b	477 a
2	Fakültatif	Şahin-91	3300 kn	4000 fh	3650 e	340 lm	417 eh	378 fh
2	Yazlık	Önder	4033 fg	5300 bd	4667 a	447 de	540 a	493 a
2	Fakültatif	Bolayır	3100 mo	4900 de	4000 d	390 hj	477 bd	433 bc
2	Fakültatif	Sladoran	3600 hl	5700 ab	4650 a	380 ik	447 de	413 cd
2	Fakültatif	Harman	3200 lo	5400 b	4300 bc	330 mn	443 df	387 ef
2	Kışlık	Larende	3033 no	4267 f	3650 e	320 mn	393 hj	357 gh
2	Kışlık	Karatay-94	2833 o	3800 gi	3317 f	318 mn	410 fi	364 fh
		Ort.	3354 b	4792 a	4073 a	372 b	454 a	413 a
6	Yazlık	Altıkat	3767 gi	5400 b	4583 ab	300 no	417 eh	358 gh
6	Yazlık	Kendal	4033 fg	5433 b	4733 a	407 gi	483 bc	445 b
6	Yazlık	Akziyaret	3700 gk	4833 e	4267 cd	300 no	397 hj	348 h
6	Yazlık	Mert	3400 in	4867 e	4133 cd	283 o	403 gj	343 h
6	Fakültatif	Martı	3333 jn	5333 bc	4333 bc	350 km	433 eg	392 de
6	Fakültatif	Hazar	3500 im	5867 a	4683 a	370 jl	497 b	433 bc
6	Kışlık	Kiral-97	2400 p	3733 gj	3067 f	243 p	330 mn	287 i
		Ort.	3448 b	5067 a	4257 a	322 c	423 a	372 b
		Genel ort.	3398 b	4920	4159	349 b	439 a	394

Tane verimi için çeşit AÖF_(0.01)=287 kg ha⁻¹; yıl AÖF_(0.01)=104 kg ha⁻¹; çeşit × yıl AÖF_(0.01)= 405 kg ha⁻¹

Metrekarede başak sayısı için çeşit AÖF_(0.01)= 23.7 adet m⁻²; yıl AÖF_(0.01)= 8.6 adet m⁻²; çeşit × yıl AÖF_(0.01)= 33.5 adet m⁻²

TV'nin ikinci unsuru olan başakta tane sayısı (BTS) genotipe ve çevresel şartlarla bağlı olarak değişebilmektedir. Örneğin denemenin ilk sezonunda ortalama BTS 28 (adet başak⁻¹) iken ikinci yılda çevresel faktörlerden özellikle yağışın olumlu etkisiyle 33'e (adet başak⁻¹) kadar yükselmiştir (Çizelge 5). Diğer taraftan arpada başak sırası, BTS'ni belirleyen en önemli genetik faktör olup, 6 sıralı çeşitlerin BTS ortalaması 36 (adet başak⁻¹) iken 2 sıralı çeşitlerde 25 (adet başak⁻¹) civarında ölçülmüştür. En yüksek BTS, 6 sıralı Kendal (42 adet başak⁻¹) ve Hazar (41 adet başak⁻¹)

çeşitlerinden elde edilirken, 2 sıralı çeşitlerin BTS değerleri 30'un (adet başak⁻¹) altında kalmıştır.

TV tahmin denkleminin üçüncü unsuru olan bin tane ağırlığının (BTA) deneme ortalaması 34 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 5). İlk sezonda alınan düşük yağış, BTA üzerine olumsuz (31 g), ikinci sezonda alınan yüksek yağış ise olumlu (36 g) etkide bulunmuştur. 2 sıralı arpa çeşitlerinin BTA (35-40 g ve ortalama 37 g) değerleri, 6 sıralı çeşitlerin BTA değerlerinden (27-32 g ve ortalama 30 g) yüksek ölçülmüştür. Denemede en yüksek BTA, 2 sıralı Sladoran (40 g) ve Önder (39 g) çeşitlerinden elde edilmiştir.

Çizelge 5. Arpa çeşitlerinin başakta tane sayısı ve bin tane ağırlık değerleri

Sıra	Tip	Çeşit	Başakta tane sayısı			Bin tane ağırlığı (g)		
			2017-2018	2019-2020	Ort.	2017-2018	2019-2020	Ort.
2	Yazlık	Barış	24 gi	26 ei	25 d	36 c	36 c	36 cd
2	Fakültatif	Şahin-91	23 hi	25 fi	24 d	34 cf	39 b	37 bc
2	Yazlık	Önder	26 ei	29 df	27 cd	36 cd	42 ab	39 a
2	Fakültatif	Bolayır	23 hi	25 fi	24 d	34 cf	39 b	37 bc
2	Fakültatif	Sladoran	26 ei	27 eh	27 cd	36 c	43 a	40 a
2	Fakültatif	Harman	23 hi	26 ei	25 d	34 cf	35 ce	35 d
2	Kışlık	Larende	23 hi	26 ei	24 d	35 ce	41 ab	38 ac
2	Kışlık	Karatay-94	23 hi	27 ei	25 d	34 cf	42 a	38 ab
		Ort.	24 c	26 c	25 b	35 b	40 a	37 a
6	Yazlık	Altıkata	32 cd	40 b	36 b	26 jk	32 fh	29 g
6	Yazlık	Kendal	38 b	46 a	42 a	29 hi	33 eg	31 ef
6	Yazlık	Akziyaret	32 cd	38 b	35 b	28 ij	30 gi	29 fg
6	Yazlık	Mert	30 de	38 b	34 b	26 jk	29 hi	28 gh
6	Fakültatif	Martı	32 cd	40 b	36 b	30 hi	33 dg	31 e
6	Fakültatif	Hazar	36 bc	46 a	41 a	29 hi	34 cf	32 e
6	Kışlık	Kıral-97	28 dg	32 cd	30 c	25 k	29 hi	27 h
		Ort.	33 b	40 a	36 a	28 d	31 c	30 b
		Genel ort.	28 b	33 a	30	31 b	36 a	34

Başakta tane sayısı için çeşit AÖF_(0.01)= 3.9 adet başak⁻¹; yıl AÖF_(0.01)= 1.4 adet başak⁻¹; çeşit × yıl AÖF_(0.05)= 4.2 adet başak⁻¹
Bin tane ağırlığı için çeşit AÖF_(0.01)= 1.9 g; yıl AÖF_(0.01)= 0.7 g; çeşit × yıl AÖF_(0.01)= 2.7 g

TV tahminin en kestirme yolu hiç kuşkusuz hasat indeksidir (HI). Denemenin HI ortalaması %33 olarak ölçülmüştür (Çizelge 6). TV gibi çevresel faktörlerden büyük oranda etkilenen HI'nin ortalaması, ilk sezonda %31, ikinci sezonda ise %35 olarak belirlenmiştir. Genelde 2 sıralı çeşitlerin HI değerleri (%30-38 ve ortalama %34) 6 sıralı çeşitlerin HI değerlerinin (%28-38 ve ortalama %32) biraz üstünde ölçülmüştür. Fakat her iki arpa grubunda (2 ve 6 sıralı) en yüksek HI değerlerine sahip çeşitler (2 sıralı Sladoran %38 ve 6 sıralı Kendal %38) birbirine benzer performans sergilemişlerdir.

Bitki boyu

Bitki boyu (BB), arpada önemli morfolojik özelliklerden birisidir. BB'nin deneme ortalaması 92 cm olarak ölçülmüştür (Çizelge 6). BB üzerine genotip ile çevrenin birlikte etki ettiği bilinmektedir. Çünkü denemenin her iki sezonunda

ölçülen BB ortalamaları (ilk sezonunda 81 cm ve ikinci sezonda 103 cm) arasında 22 cm fark olduğu tespit edilmiştir. 6 sıralı çeşitlerin BB ortalaması (91 cm) ile 2 sıralı çeşitlerin BB ortalaması (93 cm) birbirine benzer olsa da çeşitler arasında genetiksel boy farklılığı bulunmaktadır. Örneğin 2 sıralı ve kışlık Karatay-94 çeşidi en yüksek BB'na (100 cm) sahip iken, 6 sıralı ve kışlık Kıral-97 çeşidi en kısa boya (81 cm) sahip olmuştur. En uzun ve en kısa iki arpa çeşidinin aynı büyüme tipine sahip olması (kışlık) aralarındaki BB farklılığının genetiksel etkiden kaynaklandığını göstermektedir.

Başaklanma süresi

Başaklanma süresi (BS) arpanın adaptasyonunda en önemli fizyolojik özelliklerden birisi olup erkenciliğin belirtisi olarak kabul edilir. İklimsel etkilerden dolayı BS için ilk sezon (98 gün) ile ikinci sezon (114 gün) arasında 16 günlük bir fark oluşmuştur (Çizelge 7). Fakat BS üzerine asıl

etki çeşitlerden kaynaklanmaktadır. Çünkü denemedeki çeşitler arasında BS yönüyle geniş bir genetik varyasyon (92-121 gün) belirlenmiştir. Beklendiği gibi yazlık çeşitlerin BS daha kısa (92-102 gün), fakültatif çeşitlerin orta (108-111 gün) ve

kışlık çeşitlerin ise nispeten biraz daha uzun (115-121) olduğu belirlenmiştir. Çeşitler arasında en kısa BS, 2 sıralı yazlık Barış çeşidinde (94 gün), 6 sıralı çeşitler arasında ise yine yazlık bir çeşit olan Akziyaret çeşidinde (92 gün) belirlenmiştir.

Çizelge 6. Arpa çeşitlerinin hasat indeksi ve bitki boyu değerleri

Sıra	Tip	Çeşit	Hasat indeksi (%)			Bitki boyu (cm)		
			2017-2018	2019-2020	Ort.	2017-2018	2019-2020	Ort.
2	Yazlık	Barış	30 jm	36 ce	33 cd	75 lm	97 eg	86 cd
2	Fakültatif	Şahin-91	29 lm	32 hk	30 ef	70 m	100 ce	85 d
2	Yazlık	Önder	34 fh	38 bc	36 b	85 hj	110 ab	98 ab
2	Fakültatif	Bolayır	33 gi	34 fh	33 cd	82 jl	105 bd	94 ac
2	Fakültatif	Sladoran	36 cf	40 ab	38 a	90 gi	105 bd	98 ab
2	Fakültatif	Harman	32 hk	38 bd	35 bc	83 ik	97 dg	90 bd
2	Kışlık	Larende	30 km	34 eh	32 de	82 jl	110 ab	96 ab
2	Kışlık	Karatay-94	31 il	36 df	33 cd	85 hj	115 a	100 a
		Ort.	32 bc	36 a	34 a	81 b	105 a	93 a
6	Yazlık	Altıkata	31 il	36 cf	34 cd	78 jl	105 bd	92 bd
6	Yazlık	Kendal	35 eg	41 a	38 a	85 hj	108 ac	96 ab
6	Yazlık	Akziyaret	29 km	33 gi	31 ef	76 km	99 df	87 cd
6	Yazlık	Mert	28 mn	30 im	29 fg	82 jl	102 be	92 bd
6	Fakültatif	Martı	32 hj	35 eg	34 c	85 hj	102 cd	93 ac
6	Fakültatif	Hazar	32 hj	36 df	34 c	91 fi	103 be	97 ab
6	Kışlık	Kıral-97	26 n	30 km	28 g	70 m	92 fh	81 d
		Ort.	31 c	34 ab	32 b	81 b	101 a	91 a
		Genel ort.	31 b	35 a	33	81 b	103 a	92

Hasat indeksi için çeşit $AÖF_{(0.01)} = \%1.7$; yıl $AÖF_{(0.01)} = \%0.6$; çeşit \times yıl $AÖF_{(0.01)} = 2.4 \%$

Bitki boyu için çeşit $AÖF_{(0.01)} = 7.7$ cm; yıl $AÖF_{(0.01)} = 2.8$ cm; çeşit \times yıl $AÖF_{(0.05)} = 8.2$ cm

Çizelge 7. Arpa çeşitlerinin başaklanma süresi ve hektolitreye ağırlık değerleri

Sıra	Tip	Çeşit	Başaklanma süresi (gün)			Hektolitreye ağırlığı (kg hL ⁻¹)		
			2017-2018	2019-2020	Ort.	2017-2018	2019-2020	Ort.
2	Yazlık	Barış	88 no	100 ik	94 h	64 fh	65 eg	64 cd
2	Fakültatif	Şahin-91	99 jk	118 c	109 cd	64 eh	61 ik	63 ef
2	Yazlık	Önder	94 l	108 eg	101 ef	65 df	69 ab	68 a
2	Fakültatif	Bolayır	102 ij	119 c	110 c	64 fh	68 ac	66 bc
2	Fakültatif	Sladoran	100 ik	115 d	108 d	66 ce	70 a	68 a
2	Fakültatif	Harman	103 hi	119 c	111 c	63 gi	64 eh	63 de
2	Kışlık	Larende	107 fg	125 b	116 b	65 eg	67 bd	66 b
2	Kışlık	Karatay-94	106 g	124 b	115 b	66 ce	68 ac	67 ab
		Ort.	100 c	116 a	108 a	65 a	67 a	66 a
6	Yazlık	Altıkata	90 mn	106 gh	98 g	58 ln	61 ik	59 g
6	Yazlık	Kendal	92 lm	106 g	99 fg	60 kl	62 hj	61 fg
6	Yazlık	Akziyaret	87 o	98 k	92 h	55 no	58 lm	57 h
6	Yazlık	Mert	94 l	110 ef	102 e	54 op	59 km	57 h
6	Fakültatif	Martı	101 ij	119 c	110 c	60 jl	62 hj	61 f
6	Fakültatif	Hazar	102 i	119 c	111 c	60 jl	63 gi	61 f
6	Kışlık	Kıral-97	111 e	130 a	121 a	52 p	57 mn	55 i
		Ort.	97 d	112 b	105 b	57 c	60 b	59 b
		Genel ort.	98 b	114 a	106	61 b	64 a	62

Başaklanma süresi için çeşit $AÖF_{(0.01)} = 2.3$ gün; yıl $AÖF_{(0.01)} = 0.8$ gün; çeşit \times yıl $AÖF_{(0.01)} = 1.2$ gün

Hektolitreye ağırlığı için çeşit $AÖF_{(0.01)} = 1.7$ kg hL⁻¹; yıl $AÖF_{(0.01)} = 0.6$ kg hL⁻¹; çeşit \times yıl $AÖF_{(0.01)} = 2.4$ kg hL⁻¹

Hektolitreye ağırlığı

Arpada en önemli kalite kriteri şüphesiz hektolitreye ağırlığıdır (HA). TMO'nun 2020 yılı arpa alım bareminde birinci sınıf için HA, en az 64 kg hL⁻¹ olarak belirlenmiştir (Anonim, 2021e). Gerek denemenin genel ortalaması (62 kg hL⁻¹) ve gerekse

ilk sezonun ortalaması (61 kg hL⁻¹) TMO'nun HA kriterinin gerisinde kalırken, ikinci sezonun ortalaması (64 kg hL⁻¹) TMO kriterinin alt sınırına ulaşmayı başarmıştır (Çizelge 7). HA'nın düşük olmasının 2 temel nedeni olabilir: iklimsel şartlar ve genetik faktörler. İki sezon arasında HA farklılığı

yağışın olumlu etkisi olmuştur (Çizelge 2). Diğer taraftan 6 sıralı çeşitlerin HA değerleri (55-61 kg hL⁻¹), 2 sıralı çeşitlerin HA değerlerinden (63-68 kg hL⁻¹) fark edilir seviyede düşük ölçülmüştür. Hali hazırda en yüksek HA değerlerine (68 kg hL⁻¹) sahip çeşitler 2 sıralı Önder ve Sladoran çeşitleri olmuşlardır. Deneme bulguları açık bir şekilde 2 sıralı arpa çeşitlerinin, 6 sıralı çeşitlerden daha yüksek HA değerlerine sahip olduğunu göstermiştir.

Bitkisel özellikler arası ilişkiler

Klasik anlamda TV tahmini üç verim unsuru üzerinden yapılmaktadır: $TV = MBS \times BTS \times BTA$. Beklenildiği gibi her iki sezonda da TV ile MBS arasında pozitif önemli ilişki (sırasıyla $r=0.635^{**}$ ve $r=0.649^{**}$) belirlenmiştir (Çizelge 8). TV ile BTS arasındaki ilişki istatistiksel olarak önemsiz (sırasıyla $r=0.443$ ve $r=0.474$) çıksa da pozitif yönlü olması önemlidir. Diğer taraftan TV tahmin modeline göre TV ile BTA arasındaki ilişkinin de pozitif olması (sırasıyla $r=0.130$ ve $r=-0.077$) beklenmektedir. Fakat bu çalışmada iklimsel ve çeşitler arası farklılıklar (genetik faktörler) TV ile BTA arasındaki ilişkinin yönünü ve büyüklüğünü değiştirmiştir. İlk sezonun mayıs ayında alınan yüksek yağış (146.6 mm) yaprak hastalıklarının epidemi oluşturmaya neden olurken (hastalıklara hassas çeşitlerin BTA düşmüştür) aynı zamanda yağıştan iyi yararlanan çeşitlerin (sulanan şartlar için uygun çeşitlerin BTA artmıştır) daha yüksek BTA ağırlığına ulaşmasını sağlamıştır. Fakat ikinci sezonun yine aynı ayında (mayısta) alınan düşük yağış (40.4 mm) bu kez yaprak hastalıklarının epidemi oluşturmaya engellemiştir (gerçekte

hastalıklara hassas çeşitlerin dahi BTA değerleri ikinci sezonda az da olsa artmıştır) ve kurağa dayanıklı çeşitlerin (sulanan şartlara uygun çeşitlerin ikinci sezonda BTA düşmüştür) BTA değerlerinde istatistiksel olarak önemli düşüşlere neden olmamıştır. Örneğin kışlık Larende ve Karatay-94 çeşitlerinin BTA değerleri ilk sezonda düşmüş (34-35 g), ikinci sezonda ise yükselmiştir (41-42 g). Fakat bu çeşitlerin TV değerlerinde bir sıçrama oluşmadığından TV ile BTA arasında ilişki düzeyi pozitif yönde ve doğrusal olamamıştır. TV'nin diğer önemli bir tahmin modeli Hİ üzerinden yapılmaktadır. TV ile Hİ arasında her iki sezonda da pozitif önemli ilişki (sırasıyla $r=0.581^*$ ve $r=0.653^{**}$) belirlenmiştir. Deneme, yazlık arpa kuşağında yürütüldüğü için BS kısa çeşitlerin TV değerlerinin daha yüksek olacağını önceden tahmin etmek zor değildir. Beklenildiği gibi TV ile BS süresi arasında negatif bir ilişki (sırasıyla $r=-0.848^{**}$ ve $r=-0.459$) belirlenmiştir.

BB ile Hİ arasında ilk sezonda pozitif önemli ($r=0.783^{**}$), ikinci sezonda ise yine pozitif fakat istatistiksel olarak önemsiz ($r=0.424$) ilişki belirlenmiştir (Çizelge 8). Denemenin ilk sezonda uzun yıllar ortalamasının altında yağış alınması, BB'de azalmaya neden olmuş ve uzun boylu çeşitlere avantaj sağlayarak Hİ değerlerinin yüksek olmasına yardımcı olmuştur (Çizelge 2, 4 ve 6). Fakat ikinci sezonda yüksek yağış alınması, uzun boylu bazı çeşitlerin yatmasına ve bunun sonucunda da Hİ değerlerinin (TV azaltarak) düşmesine neden olmuştur. İkinci sezonda BB ile Hİ arasındaki ilişkinin pozitif olmasına rağmen istatistiksel olarak önemsiz çıkması ancak bu şekilde açıklanabilir.

Çizelge 8. Denemede incelenen 8 bitkisel özellikler arası korelasyon katsayıları (r)

Bitkisel özellikler	Tane verimi	Bitki boyu	Başaklanma süresi	Hasat indeksi	Metrekarede başak sayısı	Başakta tane sayısı	Bin tane ağırlığı
Sezon: 2017-2018							
Bitki boyu	0.303						
Başaklanma süresi	-0.848**	0.102					
Hasat indeksi	0.581*	0.783**	-0.180				
Metrekarede başak sayısı	0.635**	0.376	-0.376	0.682**			
Başakta tane sayısı	0.443	0.269	-0.354	0.206	-0.052		
Bin tane ağırlığı	0.130	0.248	0.071	0.444	0.658**	-0.693**	
Hektolitire ağırlığı	0.137	0.385	0.136	0.550*	0.626**	-0.582*	0.946**
Sezon: 2019-2020							
Bitki boyu	0.039						
Başaklanma süresi	-0.459	0.052					
Hasat indeksi	0.653**	0.424	-0.287				
Metrekarede başak sayısı	0.649**	0.304	-0.428	0.666**			
Başakta tane sayısı	0.474	-0.043	-0.300	0.092	0.045		
Bin tane ağırlığı	-0.077	0.622**	0.244	0.418	0.376	-0.667**	
Hektolitire ağırlığı	0.187	0.663**	0.138	0.594*	0.543*	-0.527*	0.908**

*, ** sırasıyla %5 ve %1 seviyesinde önemli

Hİ ile MBS (sırasıyla $r=0.682^{**}$ ve $r=0.666^{**}$) ve HA (sırasıyla $r=0.550^*$ ve $r=0.594^*$) arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak pozitif önemli bulunmuştur. Denemede belirlenen MBS optimum değere (500 başak m^{-2}) ulaşmadığı için MBS değerindeki artışlar (bu denemede MBS'nin optimum değerden düşük olmasının, tane iriliğinde artışa katkı sağladığı gözlenmiştir) özellikle 2 sıralı çeşitlerin Hİ ve HA değerlerine olumlu yansımıştır (Çizelge 4, 6 ve 7). Bu duruma ikinci sezonda alınan yüksek yağışın büyük katkısının olduğu düşünülmektedir (Çizelge 2).

Denemede test edilen 6 sıralı arpa çeşitlerinin BTS değerleri, 2 sıralı çeşitlerin BTS değerlerinden yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5). Fakat 6 sıralı çeşitlerde BTS artarken, eş zamanlı olarak tane özgül ağırlığı ve boyutunun (iriliğinin) azalmasından dolayı özellikle 6 sıralı çeşitlerde BTA ve HA da azalmıştır (Çizelge 7). Denemede BTS ile BTA (sırasıyla $r=-0.693^{**}$ ve $r=-0.667^{**}$) ve HA (sırasıyla $r=-0.582^*$ ve $r=-0.527^*$) arasındaki negatif önemli ilişkilerin bulunmasının nedeni ancak bu şekilde açıklanabilir.

BTA ile HA arasındaki ilişkinin pozitif önemli çıkması (sırasıyla $r=0.946^{**}$ ve $r=0.908^{**}$) arpa için beklenen bir durumdur (Çizelge 8). Denemede 6 sıralı arpa çeşitlerinin hem kavuz oranlarının nispeten yüksek olması ve hem de BTA değerlerinin düşük olması ve 2 sıralı çeşitlerin iri taneli (kavuz oranlarının nispeten düşük olmaları) ve BTA değerlerinin yüksek olması, BTA ile HA arasındaki ilişkinin yönünü ve önem düzeyini belirlemiştir (Çizelge 5 ve 7).

Tartışma

Deneme bulguları, fakültatif ve/veya kışlık büyüme tabiatına sahip arpa çeşitlerinin yazlık arpa kuşağına yeterince uyum sağlayamadığını ortaya koymuştur. Büyüme tabiatı, aslında vernalizasyon (VRN), fotoperiod (PPD) ve erkencilik karakterlerini kontrol eden genlerin kombinasyonu ve çevre ile etkileşimleriyle ortaya çıkmaktadır (Kosova ve ark., 2008). Özellikle VRN ve PPD genlerinin etkisiyle büyüme tabiatı, bazı fakültatif ve tüm kışlık karakterli çeşitlerin fenolojik sürelerini uzatabilmektedir (Wiegmann ve ark., 2019). Dolayısıyla fakültatif ve kışlık çeşitler yazlık arpa kuşağında geç dönemde oluşan kuraklık ve/veya yüksek sıcaklık streslerinden daha fazla etkilenebilmektedir (Anonymous, 2021c). Bu denemede test edilen bazı fakültatif ve tüm kışlık arpa çeşitlerinin başaklanma süresinin, yazlık çeşitlerden daha uzun olmasının nedeni, VRN ve PPD genlerinin etkisinden kaynaklanıyor olabilir (Shavrukov ve ark., 2017). Yazlık çeşitlerde VRN ve PPD genlerinin sayısı ve etkilerinin düşük seviyede kalması, hatta bu genlerin etkilerinin fenolojik

olarak görülmemesi ve erkencilik genlerinin de olumlu etkisiyle, arpada fenolojik safhalar daha hızlı ve daha kısa sürede geçilebilmektedir (van Beem ve ark., 2005). Arpa çeşidi geliştirilirken, her bir büyüme ve gelişim safhalarının süreleri, iklim değişimine uyumu artıracak şekilde düzenlenebilir. Yani arpada tüm fenolojik döngü süresi sabit tutulmak koşuluyla, vegetatif periyot kısaltılabilir ve/veya generatif periyot uzatılabilirse TV'nin artırılacağı tahmin edilmektedir (Sadras ve Slafer, 2012). Böylece tane dolm periyodunun uzatılacağı düşünülmektedir. Söz konusu değişikliğin olumsuz etkilerini (arpanın generatif periyotta kuraklık ve yüksek sıcaklıkla başa çıkabilmesi için) ortadan kaldırmanın en uygun yolu, yeşil kalma (stay-green) süresini artırmaktır (Kamal ve ark., 2019).

Akdeniz iklim şartlarında arpanın kuraklığa ve yüksek sıcaklığa dayanıklı olduğuna dair genel bir kanı vardır (Mansour ve ark., 2017). Fakat gerçek, sanılanın tam aksi olabilir. Zira arpanın kuraklıktan ve yüksek sıcaklıktan kaçacak bir mekanizmaya (erken olgunlaşması) sahip olması, onun genetik olarak her koşulda kuraklığa ve yüksek sıcaklığa dayanıklı olduğunu gösteremeyebilir (Dawson ve ark., 2015). Makaleye konu olan bu denemenin haricinde yürüttüğümüz bir başka denemede, arpanın henüz keşfedilmeyen yönlerine ışık tutabilecek yeni bulgulara ulaştık. 13 arpa çeşidinin (12 yazlık çeşit + 1 kışlık çeşit) yüksek sıcaklığa dayanıklılığını belirlemek için iki yıl (2020 ve 2021) ve iki lokasyonda (Siirt ve Batman) yaz sezonu boyunca (haziran, temmuz, ağustos ve eylül) sulu koşullarda (deneme süresince hiç yağış alınmamıştır) tarla denemesi yürüttük. Yaz sezonu boyunca yüksek sıcaklıkların 26 ile 44 °C arasında değiştiğini belirledik. Test edilen tüm yazlık arpa çeşitlerinin yüksek sıcaklığa hassas olduklarını gözlemledik. Neredeyse tüm çeşitlerin hiç tane oluşturmadığını, yalnız bir veya iki çeşidin sadece birkaç tane oluşturduğunu belirledik. Ayrıca oluşan bitkilerin boylarının da çok kısa (<20 cm) olduğunu gözlemledik. Kısacası, yazlık arpa çeşitlerinin yüksek sıcaklık şartları altında herhangi bir büyüme ve gelişme gösterememesinden dolayı, hiçbir gözlem ve ölçüm yapamadık. Sonuç itibarıyla yazlık arpa denemesinin bulgularını bu makalede gözlem şeklinde ifade edebildik. Aynı şartlarda yürüttüğümüz yazlık buğday denemesinde bazı yazlık buğday çeşitlerinin yüksek sıcaklığa dayanıklı (bitki boyu, başak ve tane oluşumu normale yakın) olduğunu belirledik. Yazlık buğday ile yapılan bu karşılaştırma, açık bir şekilde yazlık arpanın yüksek sıcaklığa dayanıklı olmadığını, hatta çok hassas olduğunu ortaya koymaktadır. İlk bulgulardan edindiğimiz izlenim, yazlık arpanın tüm yetiştirme sezonu boyunca (ekimden hasada kadar geçen

süre) hem vegetatif ve hem de generatif dönemlerinde yüksek sıcaklıkları tolere edemediğini göstermektedir. Gözlemimizi destekleyecek somut bir kanıt, 2021 yılı arpa üretim verisinden gelmektedir. Türkiye’de 2021 yılında arpa ekim alanlarında, kuraklık ve yüksek sıcaklık streslerinden dolayı, arpa üretiminin yaklaşık %50 azaldığı öngörülmektedir (Anonymous, 2021b). Yukarıdaki gözlem ve bulgular dikkate alındığında, arpanın kuraklığa ve yüksek sıcaklığa karşı dayanıklı olduğu yönünde edinilmiş ön bilgilerimizin, değişen iklim koşulları altında yeniden sorgulanması gerektiği anlaşılmaktadır.

Küresel iklim değişimi öngörülleri, Türkiye’nin kışlık arpa kuşağının daha dramatik bir şekilde küresel iklim değişiminden etkileneceğini göstermektedir (Kaya, 2021). Kışlık arpanın VRN ve PPD genlerini taşıması nedeniyle daha uzun sürede olgunlaşması, yükselen sıcaklığa ve artan kuraklığa karşı savunmasız bırakabilir. İklim değişimine adaptasyonda erkencilik, yazlık arpa kadar kışlık arpada da en önemli bitkisel karakter olmaya devam edecektir (Göransson ve ark., 2021). Kışlık arpada erkenciliği ön plana çıkarmak için melez bahçesinde VRN ve PPD gen frekansları azaltılabilir. Bu ancak kışlık x yazlık arpa melezlerinin oluşturulmasıyla sağlanabilir. Erken (açılan) ve ileri (verim) generasyonların eş zamanlı olarak hem yazlık ve hem de kışlık arpa kuşaklarında (lokasyonlar) test edilmesi, iklim değişimine uyumlu yeni arpa çeşitlerinin geliştirilmesine katkı sağlayabilir (Kaya, 2021).

Denemenin yürütüldüğü Güneydoğu Anadolu Bölgesinde (GAB) yazlık arpa ıslah çalışmaları yürütülmektedir. Bu denemede test edilen Trakya orijinli arpa çeşitleri gibi GAB bölgesi için tescil edilmiş eski yazlık arpa çeşitlerinin (örneğin Şahin-91) tamamına yakını aslında fakültatif davranışlar göstermektedir. GAB bölgesi için tescil edilen yeni çeşitlerin tamamı yazlık karakterli olup, bu denemede ortaya konulduğu gibi, eski çeşitlerden hem daha erkenci ve hem de daha yüksek TV verebilmektedirler. Bununla birlikte yazlık arpanın iklim değişimine uyumunu artırmak için bazı önemli konuların yakından incelenmesi gerektiğini düşünüyoruz. Denemede test edilen yazlık 2 sıralı arpa çeşitlerinin TV değerleri, 6 sıralı arpa çeşitlerinin gerisinde değildir. Özellikle kuraklık ve yüksek sıcaklık riskinin yüksek olduğu GAB bölgesinde yağışa bağımlı şartlarda sürdürülebilir arpa üretimi için 6 sıralı çeşitlerin iri taneli ve yüksek TV’ne ulaşması oldukça zor görünmektedir. Hâlbuki bu bölgede 2 sıralı arpa çeşitlerinin tane iriliği (pazar değeri) ve verim potansiyeli (muhtemelen arpanın erkencilikle kuraklık ve yüksek sıcaklıktan daha iyi kaçabilmesinden dolayı) yüksek olabilmektedir.

GAB bölgesinde yer alan araştırma enstitüleri ve üniversiteler de benzer bulgulara ulaşmıştır (Kendal ve Doğan, 2014). Çiftçilerle yaptığımız görüşmelerde, GAB bölgesinde son yıllarda 2 sıralı arpa çeşitlerinin daha fazla tercih edilmeye başladığını anlaşılmaktadır. Çünkü çiftçilere göre 2 sıralı arpa çeşitleri kuraklığa daha dayanıklı, daha iri taneli (pazar değeri) ve daha yüksek verim vermektedirler. Aslında çiftçilerin ortaya koymuş olduğu bu gözlem, iklim değişim senaryoları altında GAB bölgesi için kuraklığa ve yüksek sıcaklığa dayanıklı, erkenci, iri taneli ve 2 sıralı arpa çeşitlerinin geliştirilmesine öncelik verilmesi gerektiğini göstermektedir.

Bu çalışmanın konusu her ne kadar arpada yetiştirme teknikleri (özellikle tohum sıklığı) olmasa da bu konu üzerinde dikkate çekici bir gözleme ulaşılmıştır. GAB bölgesinde daha önce yapılan araştırma bulguları dikkate alınarak, yağışa bağımlı şartlarda yürüttüğümüz bu çalışmada tohum sıklığını (ekim normu) 450 adet m² şeklinde tercih ettik (Kendal ve Tekdal, 2016). İlginç bir şekilde denemede test ettiğimiz hiçbir arpa çeşidinin MBS değeri 500’e ulaşmamıştır. Bunun nedenlerinden birisinin önerilen tohum sıklığıyla ilişkisi olabileceğini düşünüyoruz. Örneğin Orta Anadolu Bölgesinde yağışa bağımlı şartlarda tohum sıklığı 550 adet m² olarak önerilmektedir (Ayrancı, 2020). Elbette bölgesel farklılıkların dikkate alınması gerektiğinin farkındayız. Fakat GAB bölgesinde yağışa bağımlı şartlarda arpa için önerilen tohum sıklığının değişmekte olan iklim şartları (kuraklık ve yüksek sıcaklık) dikkate alınarak yeniden ele alınması gerektiğini düşünüyoruz.

Denemeyi yürütürken elde ettiğimiz bir diğer önemli önemli bulgu ise arpa hastalıkları üzerine olmuştur. Denemede test edilen tüm arpa çeşitlerinin yaprak yanıklığına ve lekesine (*Rhynchosporium commune* ve *Pyrenophora teres*) dayanıklı olmadığını gözlemledik. Fakat iki deneme sezonu arasındaki iklimsel farklılıklardan dolayı hastalık skorları (reaksiyon tipi ve yoğunluğu) arasında uyumsuzluk oluşmuştur (Öztürk ve ark., 2017). Bundan dolayı hastalık değerlendirmelerini bu yayında devre dışı bırakılmıştır. Her ne sebeple olursa olsun bu durum denemede test edilen arpa çeşitlerinin hastalıklara fenotipik olarak hassas olduğu gerçeğini değiştirmeyecektir. Hatta denemede yer alan kışlık arpa çeşitlerinin rastığa da hassas oldukları belirlenmiştir. Arpa çeşitlerinin hastalıklara hassas olmaları, arpa ıslah programlarında dayanıklılık konusunun öncelikli bir yere sahip olması gerektiği göstermektedir. Maalesef arpa hastalıkları iklim değişiminin olası etkileriyle son yıllarda giderek yaygınlaşmaktadır (Hekimhan ve ark., 2021). Öyle ki, arpa yaprak hastalıklarından dolayı Türkiye’de verim

kayıplarının %10-20, dünyada ise %30-40 olduğu bildirilmiştir (Celik Oguz ve ark., 2019; Zhang ve ark., 2019). İklim değişimi ile arpa hastalıklarının son yıllarda yaygınlaşması arasında herhangi bir ilişkinin olup olmadığı henüz ortaya konulamamıştır.

Sonuçlar

Türkiye’de arpanın iklim değişiminden nasıl etkilendiğine/etkilenebileceğine dair yapılmış herhangi bir çalışma yoktur. Çünkü kuraklıktan ve yüksek sıcaklıktan kaçış mekanizmasıyla arpanın, serin iklim tahılları arasında ayrıcalıklı bir konuma sahip olduğu düşünülmektedir. Buna rağmen arpanın iklim değişimine nasıl bir uyum sağlayacağını önceden kestirmek zordur. Hali hazırda tescil edilmiş arpa çeşitlerinin yüksek sıcaklığı ve/veya kuraklığa karşı tolerans seviyelerinin Türkiye’nin 3 arpa kuşağında (yazlık, fakültatif ve kışlık) test edilerek belirlenmesi, iklim değişimine adaptasyon açısından uygun olacağını düşünüyoruz. Böyle bir çalışmadan elde edilecek bulgular, Türkiye’nin arpa ıslah programının iklim değişime uyum sağlamasına öncülük edebilir.

Arpa ıslahçılarında düşen görev, arpanın yüksek sıcaklık ve/veya kuraklığına dayanım mekanizmalarını, derinlemesine araştırmaları ve öğrendiklerini iklim değişimine uyumu artırmada kullanmalarıdır. Arpa ıslahçılarının, iklim değişimine uyumlu yeni arpa çeşitleri geliştirmek için daha farklı ve etkili yeni bakış açıları ortaya koymaları gerekmektedir. Türkiye’de genel olarak kuraklık ve/veya yüksek sıcaklık koşulları altında 2 sıralı arpa çeşitlerinin daha yüksek kalite (daha iri taneli) ve verim potansiyeline ulaşmaları dikkate alınarak, özellikle yağışa bağımlı şartlar için 6 sıralı arpa çeşidi geliştirme süreçlerinin tekrar sorgulanması gerektiğini düşünüyoruz. Ayrıca arpada yetiştirme tekniklerinin ve hastalıklara dayanıklılığın iklim değişimi senaryoları altında öncelikli araştırma alanları içerisine dâhil edilmesinin faydalı olduğunu düşünüyoruz.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar, herhangi bir çıkar çatışmasının olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar, denemenin tüm aşamalarına eşit oranda katkı sağladıklarını beyan ederler.

Kaynaklar

Anonim. 2021a. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-2.Tahmini-2020-33736>.

- Anonim. 2021b. <https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/sektorraporlari/hububat2019.pdf>.
- Anonim. 2021c. <https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/sektorraporlari/hububat2020.pdf>.
- Anonim. 2021d. <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Sayfalar/Detay.aspx?Sayfald=85>.
- Anonim. 2021e. <https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/alim/2020/hubalimbaremi.pdf>.
- Anonymous. 2021a. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- Anonymous. 2021b. https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Grain%20and%20Feed%20Update_Ankara_Turkey_07-15-2021.pdf.
- Anonymous. 2021c. <https://wheat.pw.usda.gov/ggpages/BarleyNewsletter/42/yau.html>.
- Ayrancı, R. 2020. Yield performances of winter wheat (*T. aestivum*) genotypes improved for dry environmental region of Turkey. *Turkish Journal of Field Crops*, 25 (1): 74-82.
- Badea, A. ve Wijekoon, C. 2021. Benefits of Barley Grain in Animal and Human Diets [Online First], *IntechOpen*. DOI: 10.5772/intechopen.97053.
- Baik, B.K. ve Ullrich, S.E. 2008. Barley for food: Characteristics, improvement, and renewed interest. *Journal of Cereal Science*, 48 (2): 233-242.
- Bento, V.A., Ribeiro, A.S. ve Russo, A. 2021. The impact of climate change in wheat and barley yields in the Iberian Peninsula. *Scientific Reports*, 11: 15484.
- Cammarano, D., Ceccarelli, S., Grando, S., Romagosa, I., Benbelkacem, A., Akar, T., Al-Yassin, A., Pecchioni N., Francia, E. ve Ronga, D. 2019. The impact of climate change on barley yield in the Mediterranean Basin. *European Journal of Agronomy*, 106: 1-11.
- Capo-chichi, L.J.A., Eldridge, S., Elakhdar, A., Kubo, T., Brueggeman, R. ve Anyia, A.O. 2021. QTL mapping and phenotypic variation for seedling vigour traits in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Plants*, 10: 1149.
- Celik Oguz, A., Olmez, F. ve Karakaya, A. 2019. Genetic diversity of net blotch pathogens of barley in Turkey. *International Journal of Agriculture and Biology*, 21: 1089-1096.
- Cossani, C.M., Slafer, G.A. ve Savin R. 2009. Yield and biomass in wheat and barley under a range of conditions in a Mediterranean site. *Field Crops Research*, 112 (2-3): 205-213.
- Dawson, I.K., Russell, J., Powell, W., Steffenson, B., Thomas, W.T.B. ve Waugh, R. 2015. Barley: a translational model for adaptation to climate change. *New Phytologist*, 206: 913-931.
- Demircan, M., Gürkan, H., Eskioglu, O., Arabacı, H. ve Coşkun, M. 2017. Climate Change Projections for Turkey: Three Models and Two

- Scenarios. *Turkish Journal of Water Science and Management*, 1 (1): 22-43.
- Göransson, M., Sigurdardottir, T.H., Lillemo, M., Bengtsson, T. ve Hallsson, J.H. 2021. The winter-type allele of *HvCEN* is associated with earliness without severe yield penalty in Icelandic spring barley (*Hordeum vulgare* L.). *Frontiers in Plant Science*, 12: 720238.
- Hekimhan, H., Büyük, O., Ünal, F., Araz, A., Yorgancılar, A., Özkeskin, M.E., Torun, A., Yüksel, S., Çelik, E. ve Kaymak, S. 2021. Tarla koşullarında suni inokulasyon ile bazı arpa genotiplerinin *Rhynchosporium commune* (Zaffarano, Mc Donalds&Linde) arpa yaprak yanıklığı hastalığına karşı reaksiyonlarının belirlenmesi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 31 (1): 47-60.
- Mansour, E., Abdul-Hamid, M.I., Yasin, M.T., Qabil, N. ve Attia, A. 2017. Identifying drought-tolerant genotypes of barley and their responses to various irrigation levels in a Mediterranean environment. *Agricultural Water Management*, 194: 58-67.
- Kamal, N.M., Gorafi, Y.S.A., Abdelrahman, M., Abdellatif, E. ve Tsujimoto, H. 2019. Stay-green trait: A prospective approach for yield potential, and drought and heat stress adaptation in globally important cereals. *International Journal of Molecular Science*, 20: 5837.
- Kaya, Y. 2021. Winter wheat adaptation to climate change in Turkey. *Agronomy*, 11: 689.
- Kendal, E. ve Doğan, H. 2014. Başaktaki sıra sayısının arpada verim, bazı kalite ve morfolojik parametrelere etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1 (2): 132-142.
- Kendal, E. ve Tekdal, S. 2016. Application of AMMI model for evaluation spring barley genotypes in multi-environment trials. *Bangladesh Journal of Botany*, 45 (3): 613-620.
- Kosova, K., Prasil, I.T., Vitamvas, P. 2008. The relationship between vernalization- and photoperiodically-regulated genes and the development of frost tolerance in wheat and barley. *Biologia Plantarum*, 52(4): 601-615.
- Öztürk, İ., Kahraman, T., Avcı, R., Girgin, V.Ç., Çiftçiğil, TH., Tülek, A., Akin, K. ve Tuna, B. 2017. Arpa genotiplerinde (*Hordeum vulgare* L.) farklı çevre koşullarının agronomik karakter ve yaprak hastalıkları üzerinde etkisi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 6 (1): 48-56.
- Pask, A.J.D., Pietragalla, J., Mullan, D.M. ve Reynolds, M.P. 2012. Physiological Breeding II: A Field Guide to Wheat Phenotyping. Mexico, D.F. CIMMYT.
- Ryan, J., Singh, M. ve Pala, M. 2008. Long-Term Cereal-Based Rotation Trials in the Mediterranean Region: Implications for Cropping Sustainability. *Advances in Agronomy*, 97: 273-319.
- Sadras, V.O. ve Slafer, G.A. 2012. Environmental modulation of yield components in cereals: Heritabilities reveal a hierarchy of phenotypic plasticities. *Field Crops Research*, 127: 215-224.
- Shavrukov, Y., Kurishbayev, A., Jatayev, S., Shvidchenko, V., Zotova, L., Koekemoer, F., de Groot, S., Soole, K. ve Langridge, P. 2017. Early Flowering as a Drought Escape Mechanism in Plants: How Can It Aid Wheat Production? *Frontiers in Plant Science*, 8: 1950.
- Şener, A., Atar, B. ve Kara, B. 2020. Bazı iki ve altı sıralı arpa (*Hordeum vulgare* L.) çeşitlerinin Isparta koşullarında performansları. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, Özel Sayı: 41-45.
- Tricase, C., Amicarelli, V., Lamonaca, E. ve Rana R.L. 2018. Economic analysis of the barley market and related uses, grasses as food and feed. *IntechOpen*, DOI: 10.5772/intechopen.78967.
- Ullrich, S.E. 2011. Barley production, improvement and uses. Blackwell.
- van Beem, J., Mohler, V., Lukman, R., van Ginkel, M., William, M., Crossa, J. ve Worland, A.J. 2005. Analysis of genetic factors influencing the developmental rate of globally important CIMMYT wheat cultivars. *Crop Science*, 45: 2113-2119.
- Wiegmann, M., Maurer, A. ve Pham, A. 2019. Barley yield formation under abiotic stress depends on the interplay between flowering time genes and environmental cues. *Scientific Reports*, 9: 6397.
- Yurtsever, N. 1984. Deneysel İstatistik Metotlar. T.C. Tarım Orman ve Köyşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 121, Teknik Yayın No: 56, Ankara.
- Zhang, X., Ovenden, B. ve Orchard, B.A. 2019. Bivariate analysis of barley scald resistance with relative maturity reveals a new major QTL on chromosome 3H. *Scientific Reports*, 9: 20263.