

Merve BAYHAN^{1a*}

¹Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Tarla Bitkileri Bölümü, Diyarbakır

^{1a}ORCID: 0000-0002-3220-4548

*Sorumlu yazar (Corresponding
author):

mervebayhan21@gmail.com

DOI

<https://doi.org/10.5281/zenodo.70326>

47

Alınış (Received): 01/05/2022

Kabul Tarihi (Accepted): 10/06/2022

Anahtar Kelimeler

Augmented, biplot, Diyarbakır,
makarnalık buğday, kalite

Keywords

Augmented, biplot, Diyarbakır,
durum wheat, quality

GGE Biplot Analiz Yöntemi ile Makarnalık Buğday (*Triticum durum* Desf.) Genotiplerinde Kalite Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Özet

Küresel buğday verimindeki önemli çeşitlilik, iklim değişikliği için çeşit seçiminde yetersiz araştırma ve sürdürülebilir tarım ekosistemlerinde uygun germplazm eksikliği göz önüne alındığında, yüksek verimin yanı sıra kalite parametreleri bakımından stabil değerlere sahip genotiplere de mutlak ihtiyaç olduğu kaçınılmazdır. Bu çalışma, Diyarbakır GAPUTAEM'e ait deneme sahasında 2015-2016 yıllarında gerçekleştirilmiştir. Araştırmada 120 adet ileri kademe makarnalık buğday hattı ile beş adet tescilli çeşit bitki materyal olarak kullanılmıştır. Çalışma, Augmented deneme desenine göre 6 blok ve her blok içinde 25 parsel olacak şekilde kurulmuştur. Araştırmada incelenen kalite parametrelerine GGE Biplot analiz yöntemi uygulanarak hem özellikler arası hem de genotip-özellik ilişkileri değerlendirilmiştir. GGE Biplot analiz sonucunda birbiri ile ilişkili olan özellikler ve belirli özellikler yönünden öne çıkan genotipler görsel olarak sunulmuştur. Oluşan görsel grafiğe göre incelenen özelliklerden camsılık oranı ve protein oranı, renk değeri ve sedimentasyon değeri, bin tane ağırlığı ve hektolitre ağırlığı özelliklerinin aynı grupta yer alarak güçlü korelasyon ilişkisi gösterdikleri ve çok sayıda genotipin değerlendirildiği bu tarz çalışmalarda bu ilişkinin göz önünde bulundurulması gerektiği belirlenmiştir. Ayrıca kontrol çeşitlerine kıyasla daha yüksek değerlere sahip olan genotiplerin farklı çevrelerdeki stabilitesini anlamak ve incelemek için bölge denemelerinde değerlendirilmesi ve bir üst kademeye aktarılarak çeşit geliştirmeye yönelik ıslah programlarında kullanılması sonucuna varılmıştır.

Evaluation of Quality Characteristics of Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.) Genotypes by GGE Biplot Analysis Method

Abstract

Considering the significant diversity in global wheat yield, insufficient research in the selection of varieties for climate change, and the lack of suitable germplasm in sustainable agricultural ecosystems, it is inevitable that there is an absolute need for genotypes with stable values in terms of quality parameters as well as high yields. This study was carried out at the trial area of Diyarbakır GAPUTAEM in 2015-2016. In the study, 120 advanced durum wheat lines and five registered varieties were used as plant material. The study was set up according to the Augmented experimental design, with 6 blocks and 25 parcels in each block. By applying the GGE Biplot analysis method to the quality parameters examined in the study, both inter-trait and genotype-trait relationships were evaluated. As a result of the GGE Biplot analysis, features that are related to each other and genotypes that stand out in terms of certain features are presented visually. It has been determined that the vitreousness ratio and protein ratio, color value and sedimentation value, thousand-grain weight, and hectoliter weight characteristics, which are among the properties examined according to the resulting image, show a strong correlation relationship by being in the same group, and this relationship should be considered in such studies where many genotypes are evaluated. In addition, it was concluded that genotypes with higher values compared to control cultivars should be evaluated in regional trials to understand and examine the stability in different environments and be transferred to a higher level and used in breeding programs for cultivar development.

GİRİŞ

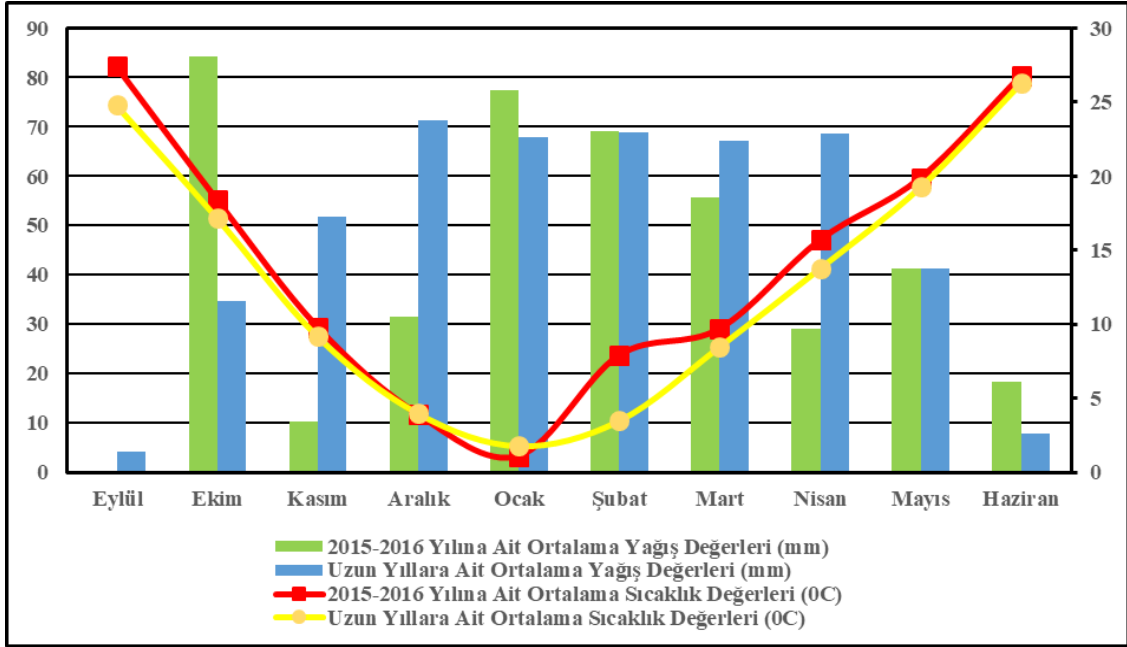
Binlerce yıldır insanlar tarafından temel besin kaynağı olarak kullanılan buğdayın geçmişinin, tahılların doğadan toplanma tarihi olarak bilinen M.Ö 17.000 yıllarına uzandığı ve buğday bitkisinin ilk olarak Türkiye'nin Güneydoğusu Anadolu Bölgesinde evcilleştirildiği bildirilmektedir (Tanno ve Willcox, 2006). Dünyada ve ülkemizde yetiştirilen buğday türleri çeşitlilik göstermekte olup en çok kullanılan türlerin ekmeklik buğday (*Triticum aestivum*), makarnalık buğday (*Triticum durum*) ve bisküvilik (*Triticum compactum*) buğday olduğu bildirilmektedir (Kurt, 2012). A ve B genomlarını içeren tetraploid bir buğday olan makarnalık buğdayının ana kullanım şekli makarna, bulgur, kuskus ve farklı ekmek çeşitlerinin üretimidir. Ulusal hububat konseyinin 2021 yılı verilerine göre Dünyada buğday üretiminde Çin %17'lik pay ile ilk sırada yer alırken, bunu %16 ile AB ve %14 ile Hindistan izlemektedir. Türkiye, dünya buğday üretiminde %3'lük pay ile onuncu sırada yer almaktadır. Dünyada 775 milyon ton buğday üretimi olup, bunun yaklaşık 33.9 milyon tonunu makarnalık buğday oluşturmaktadır (Anonim, 2021a). Ülkemizde bu durum 2021 yılında 67.4 milyon dekar buğday ekim alanından 17.7 milyon ton üretim elde edildiği bildirilmiştir. Makarnalık buğday ekim alanının önceki yıla göre %3-4 oranında artış gösterdiği ve bu artışın en fazla Güneydoğu Anadolu Bölgesinde olduğu belirlenmiştir. Türkiye 2021 yılında dünyada un ihracatında 1'inci, makarna ihracatında ise 2'nci sırada yer almıştır (Anonim, 2021b). Buğday geniş adaptasyon yeteneğine sahip olduğu için ülkemizin hemen hemen bütün bölgelerinde yetiştirilebilmektedir. Diğer bölgelere kıyasla özellikle İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri, buğday ıslahında büyük önem arz eden 2 bölgedir (Özberk ve ark., 2005). Güneydoğu Anadolu Bölgesi, buğdayın gen merkezi olan Karacadağ havzasını içinde barındırdığı için özellikle

makarnalık buğday türünün bu bölgeye iyi adapte olduğu ve birim alandan yüksek verim ve kaliteli ürün elde edildiği bilinmektedir (Kendal ve ark., 2012). Güneydoğu Anadolu Bölgesinde, buğday bitkisinin vejetatif döneminde serin ve ılıman, generatif döneminde ise sıcak ve kurak ikliminin olması, makarnalık buğday tanelerinin daha yüksek camsılık değerlerine ulaşmasına sebep olmaktadır (Kılıç ve ark., 2012). Makarnalık buğday üretimindeki yaşanabilecek bir dalgalanma hem üreticiyi hem de makarna sanayisini ciddi oranda etkilemektedir. Son yıllarda her ne kadar birim alanda yüksek verim amaçlı ıslah çalışmaları yapılsa da yüksek verimin yanında kaliteli çeşitlerin geliştirilmesi de elzemdir (Sözen ve Yağdı, 2002; Tekdal ve ark., 2011; Karaman ve ark., 2020). Makarnalık buğdayın makarnalık kalitesini; çeşit seçimi, tane sertliği ve camsılığı, hektolitre ağırlığı, bin tane ağırlığı, protein ve yaş glüten oranı, irmik verimi ve kül oranı ve sarı pigment konsantrasyonu gibi özellikler tarafından belirlenmektedir. Sıralanan bu kriterlerin tümü kaliteli bir makarna mamülünde arzu edilen sarı parlak rengi ve pişme kalitesini belirleyen temel özelliklerdir (Clarke ve ark., 1998). Bu nedenle de yapılacak ıslah çalışmalarında kalite kriterleri bakımından ön plana çıkan genotiplere ve uyum sağladıkları ekolojilere dikkat edilerek çok sayıda genotip ve özellik içeren bölgesel ıslah çalışmalarına önem verilmelidir. Bu ıslah çalışmalarının değerlendirilmesinde de GGE biplot gibi birden fazla genotipin bir arada değerlendirilmesine olanak sağlayan analiz yöntemlerinin kullanımı son yıllarda yaygınlaşmıştır. Bu analiz metodu; genotip performansı (G) ile hedef ortam (E) arasındaki etkileşimin yanı sıra ikisi arasındaki etkileşimi (GxE) anlamak ve genetik kazancı iyileştirmek adına fayda sağlamaktadır. Özellikle, bir genotipin stabilitesi, tahıl verimi ve kalitesi gibi ekonomik açıdan önemli özellikler için ortamlar arasındaki performans tutarlılığını ortaya koymada ve koşulların periyodik olarak değiştiği ortamlarda GGE biplotun

önemi artmaktadır. Bu metot daha önce buğday ile ilgili yapılan birçok ıslah çalışmasında da etkili olarak kullanılmıştır (Yan ve ark., 2007; Tekdal ve ark., 2017; Bayhan ve Yıldırım, 2021; Shamsabadi ve ark., 2021; Bosi ve ark., 2022). Bu çalışmada, ileri kademe makarnalık buğday hatlarının Diyarbakır koşullarında bazı kalite özelliklerinin GGE biplot analiz yöntemi ile değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma, 2015-2016 buğday yetiştirme sezonunda Diyarbakır GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi deneme alanında yürütülmüştür. Araştırmada bitki materyali olarak 120 adet ileri kademe makarnalık buğday hattı (GAPUTAEM, CIMMYT ve ICARDA tarafından geliştirilen) ve 5 adet ticari çeşit (Artuklu, Eyyubi, Güneyyıldızı, Sarıçanak-98 ve Zenit) kontrol olarak kullanılmıştır. Çalışmanın yürütüldüğü döneme ve uzun yıllara ait sıcaklık ve yağış değerleri Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Çalışmanın yürütüldüğü döneme ve uzun yıllara ait iklim verileri

Deneme, Augmented deneme desenine göre her biri 25 parselden oluşan 6 blok şeklinde 17 Kasım 2015 tarihinde kurulmuştur. Bu deneme desenine göre her blokta 20 farklı yeni hat ve 5 standart çeşit yer almış ve toplam 150 hattan (6x25) oluşmuştur. Her blok içerisinde kontrol çeşitler tekrar ederken, ileri kademe makarnalık buğday hatları tekerrürsüz olarak blok içerisine tesadüfi dağıtılmıştır. Ekimler, metrekaareye 500 tohum olacak şekilde 6 sıralı parsel ekim mibzeri ile yapılmıştır. Parsel alanı ekim için 7.2 m² (6 sıra x 20 cm sıra arası x 6 m uzunluk) ve hasat için 6 m² (6 sıra x 20 cm sıra arası x 5 m uzunluk) olarak

belirlenmiştir. Taban gübresi olarak ekimle birlikte dekara 8 kg saf N ve 8 kg P₂O₅ ve üst gübre olarak da kardeşlenme döneminde dekara 6 kg saf N kullanılmıştır. Deneme alanı süt olum döneminde bir defaya mahsus olacak şekilde sulanmıştır. Araştırmada yabancı ot kontrolü için 1 defa kimyasal mücadele yapılmıştır. Denemenin hasadı parsel biçerdöveri ile 15 Haziran 2016 tarihinde yapılmıştır. Araştırmada incelenen kalite özelliklerinden protein oranı (%), hektolitreye ağırlığı (kg/hl) ve SDS sedimentasyon değeri (ml) NIT (NIT IM MODEL 9500) kalite ölçüm cihazı ile belirlenmiştir. Bin tane ağırlığı (g), her

parselden alınan örneklerle ait 400 adet tohumun tane sayma cihazında (Seed Counter-CONTADOR) sayılması sonucunda 400 tohumun ağırlığının tartılması ve 2.5 katsayısı ile çarpılmasıyla hesaplanmıştır. Camsılık oranı (%), her örneğe ait 100 adet buğday tanesinin içerisindeki camsı tane sayımları ile belirlenmiştir. Renk değeri (b*)(%) ise Minolta renk analiz cihazı ölçülmüştür. Araştırmada incelenen kalite özelliklerine ilişkin varyans ve korelasyon analizleri “Augmented Deneme Deseni”ne göre JMP 13.0 istatistik paket programı kullanılarak, özellikler arası ilişkileri görselleştiren

Biplot grafiği ise GGE Biplot istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırmada incelenen özelliklere ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar ile ileri kademe makarnalık buğday hatlarına ilişkin değerler Çizelge 1’de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre kontrol çeşitleri arasındaki fark bin tane ağırlığı ve hektolitre ağırlığı bakımından %5 düzeyinde, protein oranı, sedimantasyon değeri, camsılık oranı ve renk değeri bakımından ise %1 düzeyinde istatistik olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 1).

Çizelge 1. Araştırmada incelenen özelliklere ait ortalama değerler, oluşan gruplandırılmalar ve kontrol çeşitlerinin üzerinde ve altında değer veren hatlara ait değerler

Kontrol Çeşitleri	Bin TA (g)	PO (%)	HA (kg/hl)	SDS (ml)	CO (%)	RD (%)
Artuklu	39.08 a	14.7 b	84.32 b	18.33 c	97.2 d	22.00 d
Eyyubi	39.33 a	15.0 b	85.93 a	21.33 ab	97.7 cd	22.06 d
Güneyıldızı	35.63 b	16.4 a	83.28 c	19.83 bc	98.5 ab	25.97 b
Sarıçanak-98	37.46 ab	14.4 b	85.90 a	11.00 d	98.2 bc	24.01 c
Zenit	35.88 b	16.6 a	82.52 c	22.67 a	99.0 a	27.59 a
Ortalama (Çeşit)	37.47	15.38	84.43	18.63	98.1	24.33
AÖF (0.05)	2.87*	0.81**	0.89*	2.29**	0.75**	1.25**
DK (%)	6.40	4.34	0.87	10.25	4.34	2.97
Ortalama (Hat)	35.46	15.28	83.81	19.04	97.12	24.26
En Yüksek Hat	48.11 (56)	19.74 (52)	89.74 (54)	29.70 (45)	99.68 (62)	29.42 (11)
En Düşük Hat	25.63 (88)	12.45 (94)	79.04 (7)	8.70 (42)	85.08 (47)	18.41 (29)
En Yüksek Kontrol Çeşidinin Üzerinde Değer Veren Hat Sayısı	6	6	2	8	6	1
En Düşük Kontrol Çeşidinin Altında Değer Veren Hat Sayısı	36	12	14	1	32	13

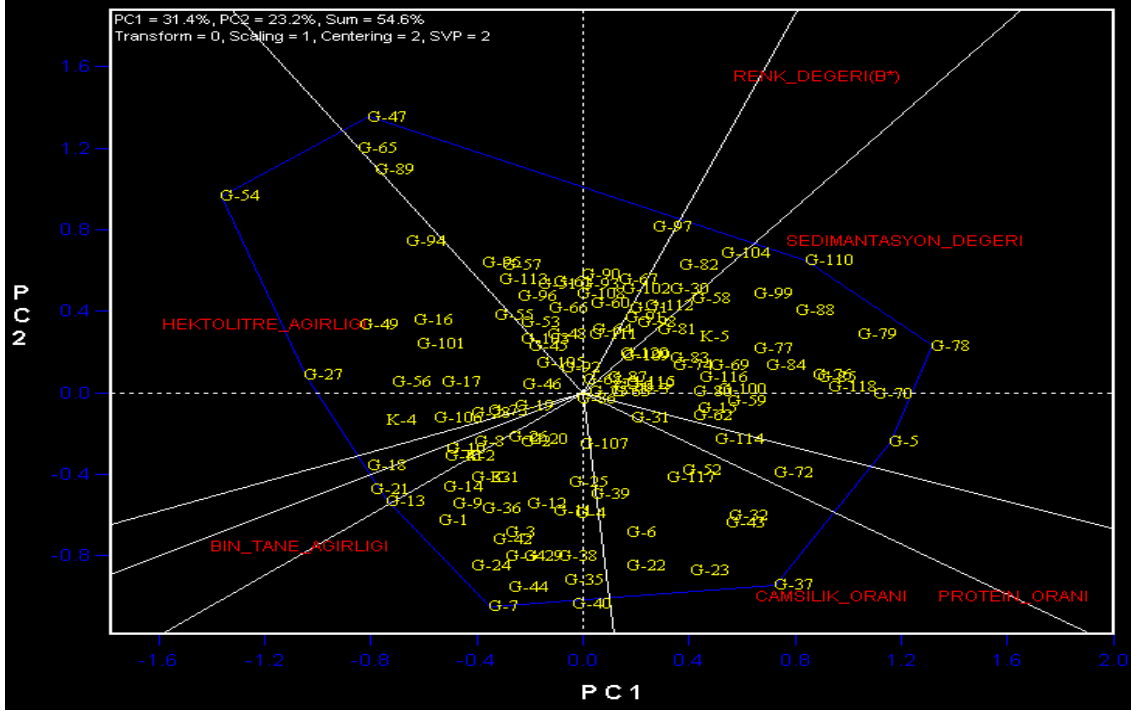
*: %5, **: %1 düzeyinde önemli. AÖF: Asgari Önemli Fark, DK: Düzeltme Katsayısı, Bin TA: Bin Tane Ağırlığı, PO: Protein Oranı, HA: Hektolitre Ağırlığı, SDS: Sedimantasyon Değeri, CO: Camsılık Oranı, RD: Renk Değeri (b*).

İncelenen özellikler bakımından genel olarak çok büyük bir fark olmamakla birlikte sedimantasyon değeri dışında diğer tüm özelliklerde çeşitlerin ortalamasının hatların ortalamasına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca standart çeşitlerin üzerinde veya altında değer veren genotiplerin her özellik için farklılık gösterdiği saptanmıştır. Standart çeşitlere oranla daha yüksek değer veren genotip sayısının en fazla sedimantasyon değerinde olduğu, en az ise renk değerinde olduğu gözlemlenmiştir. Standart çeşitlere oranla daha düşük değer veren genotip sayısının en

fazla bin tane ağırlığı değerinde olduğu, en az ise sedimantasyon değerinde olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 1). Özellikler arasındaki ilişkileri görsel olarak inceleme ve değerlendirme esasına dayanan GGE biplot analizi, farklı çeşitlerin uyum ve stabiliteyi ile ilgili yapılan çalışmalarda genotipleri tavsiye etmede ve aynı zamanda elverişli ve elverişsiz çevreleri gruplamada son yıllarda etkin bir şekilde kullanılmaktadır (Yan ve Kang, 2003; Paramesh ve ark., 2016; Santos ve ark., 2016; Yokomizo ve ark., 2017). GGE biplot analizi, iki ana bileşenden (PC-1 ve PC-2)

oluşmaktadır. Araştırmada incelenen kalite özellikleri bakımından yapılan biplot analizinde PC-1 ve PC-2 değerlerinin sırasıyla %31.4 ve %23.2 (Şekil 2) olduğu ve bu değerlerin toplam varyasyonun %54.6'sını temsil ettiği belirlenmiştir. Daha önce Scatter biplot yöntemi ile yapılan analizlerde araştırmacılar iki ana bileşene

(PC-1 ve PC-2) ait değerlerin toplam varyasyonun; % 96.30 (Koutis ve ark., 2012), %47.2 (Kendal ve ark., 2014), %62.2 (Bayhan ve ark., 2021), %63 (Shamsabadi ve ark., 2021) ve %95.59 (Naik ve ark., 2022)'unu temsil ettiğini bildirmişlerdir.



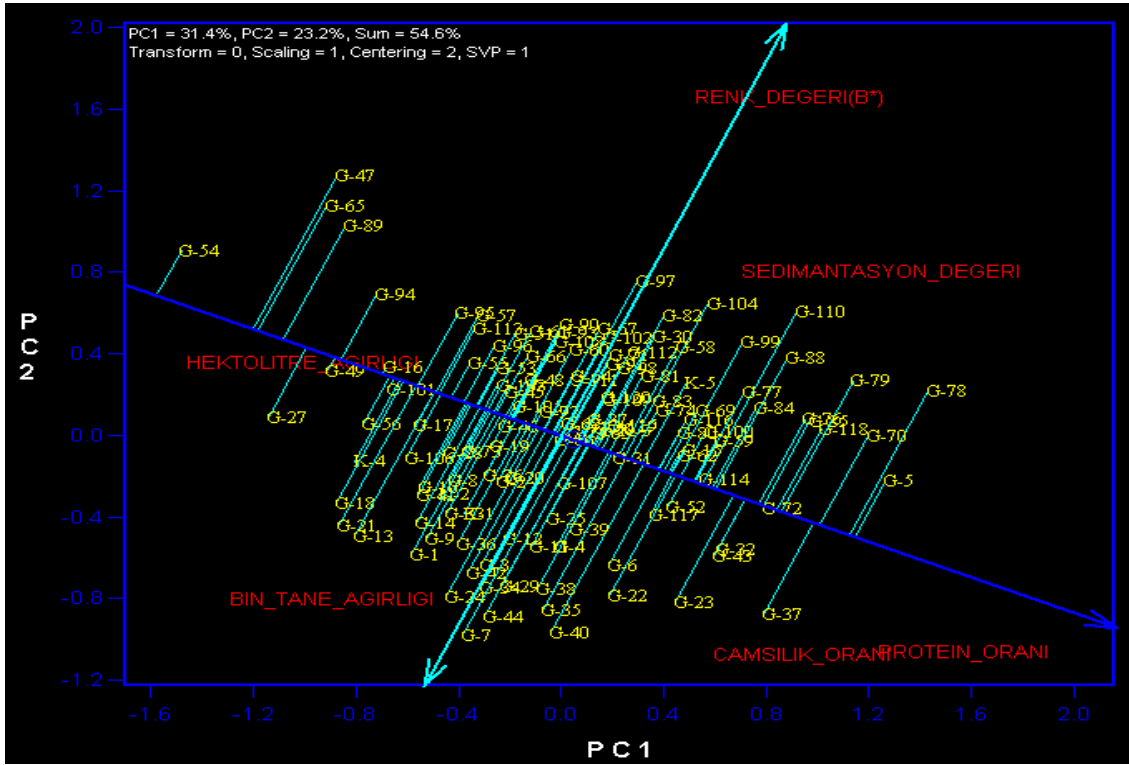
Şekil 2. Scatter biplot grafiğine göre “which-won-where” modeli

Biplot analiz yöntemine göre oluşturulan “Which-won-where” grafiğindeki dikey çizgiler, kalite özellikleri bakımından biplot grafiğini 9 mega-çevreye bölmüştür, ancak sadece 5 mega-çevre incelenen özellikleri içermiş ve genotiplerin dağılımları bakımından farklılık göstermiştir (Şekil 2). Kendal ve ark. (2014), yaptıkları biplot analizinde incelenen özellikler bakımından 6 mega-çevreye ayrıldığını, ancak sadece 5 mega-çevrenin özellikleri içerdiğini, Khan et al. (2021) ise 7 mega-çevreye ayrıldığını bildirmişlerdir. “Which-won-where” modelindeki genotiplerin dağılım sonuçlarına göre camsılık oranı ile protein oranı, renk değeri ile sedimantasyon değeri aynı grupta yer alırken bin tane ağırlığı ile hektolitreye ağırlığı yalnız başına farklı gruplarda yer almışlardır. “Which-won-

where” grafiğinde poligonun tepe noktasındaki genotiplerin, aynı mega-çevre içerisinde yer alan diğer genotiplere kıyasla orijine daha uzak oldukları, poligonun içinde yer alan genotiplerin ise bulunduğu çevreye daha az duyarlı oldukları bildirilmiştir. Ayrıca poligonun tepe noktasında yer alan genotiplerin bir veya daha fazla çevrede en iyi performansı gösterenler olarak sınıflandırılabilir ve bu genotiplerin makro çevreleri tanımlamak için de kullanılabilir de bildirilmiştir (Bayhan ve Yıldırım, 2021). Yapılan bu araştırmada da poligonun uç noktalarında yer alan G-27 ve G-54 hektolitreye ağırlığı bakımından, G-47 renk değeri bakımından, G-5, G-78 ve G-110 sedimantasyon değeri bakımından, G-37 camsılık ve protein oranı bakımından, G13 ve G-21 ise bin tane

ağırlığı bakımından ön plana çıkarken, G-7 ve G-40 numaralı genotipler poligonun uç noktasında yer alıp ancak herhangi bir özellik ile aynı mega-çevre içerisinde yer almayan genotipleri temsil etmektedir (Şekil 2). Bu sonuç, bu genotiplerin mega-çevrelerin hiçbirinde en iyi olmadığını ve her ortamda zayıf değerler verdikleri gerçeğini yansıtmaktadır (Rahmatollah ve ark., 2013). Poligonun uç noktalarında yer alan bu genotiplerin özellik bazındaki dağılımları 5 mega-çevrenin oluşumunu doğrulamaktadır. Tekdal ve ark. (2017), makarnalık buğdayın kalite özellikleri ile ilgili yaptıkları biplot analizinde hatların çoğunun protein oranı, irmik rengi ve SDS

değeri gibi kalite özellikleri yönünde yer alarak üstünlük gösterdiğini bildirmiştir. Bu sonuçlar grafik üzerinde genotiplerin çoğunun renk değeri ve SDS değeri yönünde yoğunlaşması bakımından benzerlik göstermektedir. Biplot yöntemi ile tüm özellikler bakımından genotiplerin stabilitesi ve en uygun genotip seçimi Şekil 3'te gösterilmiştir. Biplot stabilite grafiğine göre ok ile iki ana bileşene ayrılmış olan bölgelerden özellik stabilite çizgisinin sağ tarafına denk gelen genotipler genel ortalamanın üstünde yüksek değerler veren, sol tarafına denk gelen genotipler ise genel ortalamanın altında düşük değerler veren genotipler olarak belirlenmiştir.



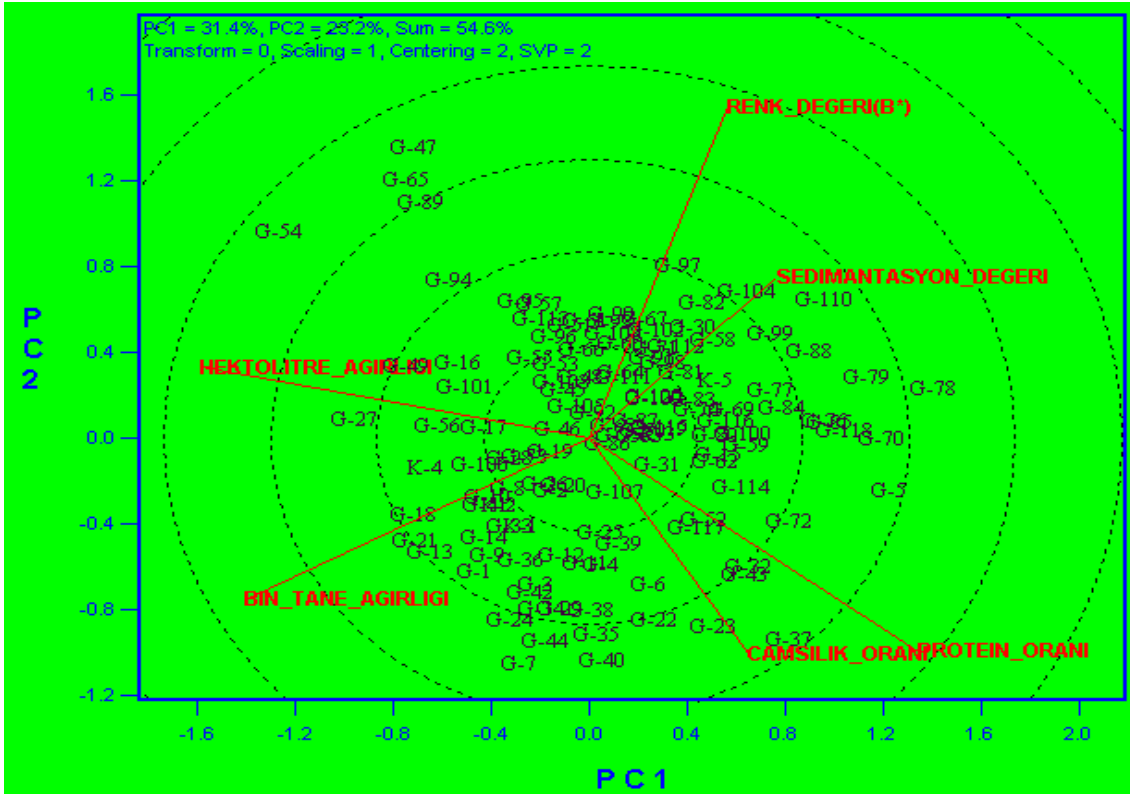
Şekil 3. Ranking biplot grafiğine göre genotip stabilitesi

Araştırmada incelenen kalite özellikleri bakımından genotip stabilite çizgisine göre G72, G-114, G-31, G-46, G-101, G-16 ve G-49 numaralı genotipler çizgiye en yakın olan ve kararlılıklarını koruyan genotipler olarak saptanmıştır. Tam aksi bir durumda olan G-7, G-44, G-40, G-24, G-35, G-38, G-29, G-34, G-42, G-1, G-13, G-21, G-110, G-104, G-47, G-97, G-82, G-99, G-88, G-

79, G-78, G-65 ve G-89 numaralı genotipler ise kendi çevrelerinde yüksek değerlere sahip olmasına rağmen genotip stabilite çizgisine en uzak olan ve en kararsız olan genotipler olarak belirlenmiştir (Şekil 3). Yan ve Kang (2003), özellik ve stabilite performansına dayalı olarak, genotiplerin üç kategoride sınıflandırılabileceğini bildirmiştir: (1) genel olarak adapte edilmiş,

yüksek değer ve stabilite performansına sahip genotipler, (2) özel olarak adapte edilmiş, ortalama değeri yüksek ancak düşük stabilite performansına sahip genotipler ve (3) hiçbir yere adapte olmamış, düşük değer ve düşük stabilite performansına sahip genotipler. GGE biplot, stabil genotipleri tespit etmek için birçok araştırmacı tarafından kullanılmıştır (Yan ve ark., 2007; Jalata, 2011; Karimizadeh ve ark., 2013; Suresh, 2020;

Khan ve ark., 2021; Shamsabadi ve ark., 2021; Bosi ve ark., 2022; Naik ve ark., 2022; Omrani ve ark., 2022). Vektörlerle özelliklerin uzaklıkları ve genotiplerin özelliklere göre uyumlarını gösteren Scatter biplot grafiği Şekil 4’de gösterilmiştir. Vektörlerin açısı daraldıkça özelliklerin yakınlığını, genişledikçe özellikler arasındaki ilişkinin zayıflığını göstermektedir.



Şekil 4. Ranking biplot grafiğine göre genotip*özellik ilişkisi

Araştırmada incelenen özellikler açısından bakıldığında renk değeri bakımından G-67 ve G-97; sedimantasyon değeri bakımından G-104 ve G-110; protein oranı bakımından G-22 ve G-53; camsılık oranı bakımından G-23 ve G-37; bin tane ağırlığı bakımından G-18 ve G-21; hektolitreye ağırlığı bakımından G-27 ve G-56 genotipleri ön plana çıkmıştır. Yapılan korelasyon analizinin sonuçları da hem pozitif hem de negatif ilişkili olan özelliklere ait biplot grafiğini desteklemektedir (Çizelge 2).

Yapılan korelasyon analizinin sonuçları da hem pozitif hem de negatif ilişkili olan özelliklere ait biplot grafiğini desteklemektedir (Çizelge 2).

Çizelge 2. İncelenen özellikler arası korelasyon analizi

Özellikler	BİN TA (g)	PO (%)	HA (kg/hl)	SDS (ml)	CO (%)
PO (%)	-0.200*				
HA (kg/hl)	0.391**	-0.488**			
SDS (ml)	-0.214*	0.050	-0.076		
CO (%)	-0.021	0.242**	-0.134	0.111	
RD (%)	-0.313**	0.113	-0.090	0.206*	-0.134

*: %5, **: %1 düzeyinde önemli. **Bin TA:** Bin Tane Ağırlığı, **PO:** Protein Oranı, **HA:** Hektolitreye Ağırlığı, **SDS:** Sedimentasyon Değeri, **CO:** Camsılık Oranı, **RD:** Renk Değeri (b*).

Genotip bazında yapılan değerlendirmede ise Scatter biplot grafiğine göre aynı yönde ve aynı daire içerisinde yer alan genotiplerin birbirlerine yakın değerlere sahip olduğu gözlemlenmektedir. Özelliklere ilişkin elde edilen sonuçlar benzer çalışmalarda da tespit edilmiştir. Kılıç ve ark. (2012), renk değeri ve protein oranının aynı bölgede yer aldığını, ancak mSDS ve hektolitreye ağırlığının farklı bir bölgede yer aldığını bildirmişlerdir. Kendal ve ark. (2014), hektolitreye ağırlığı ile bin tane ağırlığının dar açı oluşturarak pozitif bir korelasyon ilişkisine sahip olduğunu, ancak protein oranının diğer özellikler ile geniş açı oluşturarak negatif ilişki gösterdiğini bildirmişlerdir. Tekdal ve ark. (2014), hektolitreye ağırlığı ile bin tane ağırlığının ve renk değeri ile sedimentasyon değerinin aynı grupta yer aldığını bildirmişlerdir.

SONUÇLAR

İslah programlarındaki en önemli amaç yüksek verimin yanında yüksek kalite değerlerine sahip çeşitlerde elde edebilmektir. Bu doğrultuda birden fazla genotip içerisinde üstün genotipleri belirlemek için yapılan seçimlerde etkin istatistiksel yöntemlerin kullanılmasını gerekmektedir. Genotip üstünlüğü belirlenirken sadece basit varyans analiz ve korelasyon analizleri değil GGE biplot gibi karmaşık görünen ancak çoklu seçimler için görsel bir şölen sunan grafiklerin yorumlanması büyük avantaj sağlamaktadır. Ayrıca genotip seçiminde sadece yüksek değer değil özellik ve stabilite ilişkisi de göz önünde bulundurulmalıdır. Biplot analizleri, üstün genotipleri seçmek ve seçimde çeşitliliği

artırmak için en iyi araçlardandır. GGE biplot analizine dayanarak yapılan bu araştırmada da makarnalık buğdayda incelenen kalite özellikleri bakımından birden fazla genotip ön plana çıkmıştır. Özellikle kontrol çeşitlerine kıyasla daha yüksek değerlere sahip olan genotiplerin farklı çevrelerdeki stabilitesini anlamak ve incelemek için bölge denemelerinde değerlendirilmesi ve bir üst kademeye aktararak çeşit geliştirmeye yönelik ıslah programlarında kullanılması sonucuna varılmıştır.

AÇIKLAMA

Bu çalışmaya ait bulgular yüksek lisans tezinden elde edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2021a. IGC, Uluslararası Tahıl Konseyi. <https://124.im/kH5oMe> (Erişim tarihi: 06.01.2022).
- Anonim 2021b. Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://124.im/pMHWIN> (Erişim tarihi: 06.03.2022)
- Bayhan, M., Yıldırım, M. 2021. GGE biplot analizi yöntemi ile organik buğday seleksiyonu. ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi, 5(2): 426-438.
- Bayhan, M., Özkan, R., Albayrak, Ö., Akıncı, C., Yıldırım, M. 2021. Bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşit ve hatlarında spad metre ve ndvi ölçümlerinin kalite özellikleriyle ilişkilerinin biplot analiz yöntemi ile değerlendirilmesi. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 8(1): 32-41.

- Bosi, S., Negri, L., Fakaros, A., Oliveti, G., Whittaker, A., Dinelli, G. 2022. GGE biplot analysis to explore the adaption potential of Italian common wheat genotypes. *Sustainability*, 14: 897.
- Clarke, J.M., Marchylo, B.A., Kovacs, M.I.P., Noll, J.S., McCaig, T.N., Howes, N.K. 1998. Breeding durum wheat for pasta quality in Canada. *Wheat: Prospects for Global Improvement*. Academic Publishers, 229-236.
- Jalata, Z. 2011. GGE-biplot analysis of multi-environment yield trials of barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes in Southeastern Ethiopia highlands. *International Journal of Breeding and Genetics*, 5(11): 59-75.
- Karimizadeh, R., Mohammed, M., Sabahgni, N., Mahmoodi, A.E., Roustami, B., Seyyidi, F., Akbari, F. 2013. GGE biplot analysis of yield stability in multi-environment trials of lentil genotypes under rain-fed conditions. *Notulae Scientia Biologicae*, 5(2): 256-262.
- Karaman, M., Seydoşoğlu, S., Çam, B. 2020. Diyarbakır ili koşullarında augmented deneme deseninde ekmeçlik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinin tarımsal özellikler yönünden incelenmesi. *Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences*, 7(9): 195-205
- Kendal, E., Tekdal, S., Aktaş, H., Karaman, M. 2012. Bazı makarnalık buğday çeşitlerinin Diyarbakır ve Adıyaman sulu koşullarında verim ve kalite parametreleri yönünden karşılaştırılması. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(2): 1-14.
- Kendal, E., Tekdal, S., Aktaş, H., Karaman, M., Berekatoğlu, K., Doğan, H. 2014. Biplot analizi kullanılarak yazlık arpa genotiplerinin verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 15(2): 95-103.
- Khan M.H., Rafii, M.Y., Ramlee, S.I., Jusoh, M., Al Mamun, M. 2021. AMMI and GGE biplot analysis for yield performance and stability assessment of selected Bambara groundnut (*Vigna subterranea* L. *verdc.*) genotypes under the multi-environmental trials (METs). *Scientific Reports*, 11: 227-91.
- Kılıç, H., Tekdal, S., Kendal, E., Aktaş, H. 2012. Augmented deneme desenine dayalı ileri kademe makarnalık buğday (*Triticum turgidum* Ssp.) hatlarının biplot analiz yöntemi ile değerlendirilmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 15(4): 131-145.
- Koutis, K.G., Mavromatis, A., Baxevanos, D. and Koutsika-Sotiriou, M. 2012. Multienvironmental evaluation of wheat landraces by GGE biplot analysis for organic breeding. *Agricultural Sciences*, 3: 66-74.
- Kurt, Ç. 2012. Buğday işleme fabrikasındaki işlem akışı ve enerji sarfiyatı. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, 52s.
- Naik, A., Wani, S.H., Rafiqee, S., Sofi, M., Sofi, N.R., Shikari, A.B., Hussain, A., Mohiddin, F., Jehangir, I.A., Khan, G.H., Sofi, M.A., Sheikh, F.A., Bhat, M.A., Khan, M.N., Dar, Z.A., Rahimi, M. 2022. Deciphering genotype×environment interaction by AMMI and GGE biplot analysis among elite wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes of Himalayan region. *Ekin Journal*, 8(1): 41-52.
- Omrani, A., Omrani, S., Khodarahmi, M., Shojaei, S.H., Illés, Á., Bojtor, C., Mousavi, S.M.N., Nagy, J. 2022. Evaluation of grain yield stability in some selected wheat genotypes using AMMI and GGE biplot methods. *Agronomy*, 12: 1130.

- Özberk, İ., Özberk, F., Atlı, A., Çetin, L., Aydemir, T., Keklikçi, Z., Önal, M.A., Braun, H.J. 2005. Durum Wheat in Turkey; Yesterday, Today and Tomorrow. In: Durum Wheat Breeding: Current Approaches and Future Strategies. Chapter 33 Royo, C., M.N. Nachit, N. Difonzo, J.L. Araus, W.H. Pfeiffer and G.A. Slafer (Eds.). The Howard Press Inc., USA., 1049.
- Paramesh, M., Reddy, D., Priya, M.S., Sumathi, P., Sudhakar, P., Reddy, K. 2016. GT biplot analysis for yield and drought related traits in mung bean (*Vigna radiata* L.). Electronic Journal of Plant Breeding, 7: 538-543.
- Rahmatollah, K., Mohtasham, M., Naser, S., Ali, A., Barzo, R., Famaraz, S. and Fariba, A. 2013. GGE biplot analysis of yield stability in multi-environment trials of lentil genotypes under rainfed condition. International Journal Research Review, 4(12): 7-12.
- Santos, A., Ceccon, G., Teodoro, P.E., Correa, A.M., Alvarez, R.D.C.F., Silva, J.F., Alves, V.B. 2016. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijão caupi ereto via REML/BLUP e GGE Biplot. Bragantia, 75: 299-306.
- Shamsabadi, E.E., Sabouri, H., Soughi, H., Sajadi, S.J., Dadras, A.R. 2021. Using of GGE biplot in determination of genetic structure and heterotic groups in wheat (*Triticum aestivum* L.). Acta Biologica Szegediensis, 65(1): 17-27.
- Sözen, E., Yağdı, K. 2005. Bazı ileri makarnalık buğday (*Triticum durum* Desf.) hatlarının kalite özelliklerinin belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(2): 69-81.
- Suresh, S. 2020. GGE biplot based stability analysis of durum wheat genotypes using statistical package GGE Biplot GUI. International Journal of Agriculture Environment and Biotechnology, 13(2): 149-153.
- Tanno, K., Willcox, G. 2006. How Fast Was Wild Wheat Domesticated?. shorturl.at/GMPS4.
- Tekdal, S., Kendal, E., Ayana, B. 2014. İleri kademe makarnalık buğday hatlarının verim ve bazı kalite özelliklerinin biplot analiz yöntemi ile değerlendirilmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 1(3): 322-330.
- Tekdal, S., Kendal, E., Aktaş, H., Karaman, M., Doğan, H., Bayram, S., Düzgün, M., Efe, A. 2017. Biplot analiz yöntemi ile bazı makarnalık buğday hatlarının verim ve kalite özelliklerinin değerlendirilmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 68-73.
- Tekdal, S., Kendal, E., Altıkat, A., Aktaş, H., Karaman, M. 2011. İleri kademe durum buğday hatlarının (*Triticum durum* Desf.) Diyarbakır ekolojik koşullarında bazı verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. 9. Tarla Bitkileri Kongresi, 12-15 Eylül, Cilt I, Bursa, 25-27.
- Yan, W., Kang, M.S. 2003. GGE Biplot Analysis: A Graphical Tool For Breeders, Geneticists, and Agronomists. CRC Press, Boca Raton, 213.
- Yan, W., Kang, M.S., Ma, B., Woods, S., Cornelius, P.L. 2007. GGE biplot and AMMI analysis of genotype-by-environment data. Crop Science, 47: 643-655.
- Yokomizo, G.K.I., Farias Neto, J.T., Oliveira, M.S.P., Hongyu, H. 2017. Análise GGE biplot na avaliação de características de cachos em açazeiros da região Amazônica. Mundo Amazônico, 8(1): 115-130.