

Bazı Ekmeklik Buğday Genotiplerinin Bazı Kalite Özellikleri Yönünden Trakya Bölgesine Adaptasyonunun İncelenmesi

Levent GÜLHAN^{1*} , Mevlüt AKÇURA² , İrfan ÖZTÜRK³ 

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı
Çanakkale

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

³Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü-Edirne

*Sorumlu Yazar: zeybek10@hotmail.com

Geliş Tarihi: 29.03.2023 Düzeltme Geliş Tarihi: 05.07.2023 Kabul Tarihi: 11.07.2023

ÖZ

Bu araştırma Trakya Bölgesinde 2 yıl 7 çevrede yetiştirilen 14 adet ekmeklik buğday genotipinde bazı kalite özelliklerinde genotip x çevre interaksyonlarını değerlendirmek amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada kalite özellikleri olarak bin tane ağırlığı, hektolitreye ağırlığı, protein oranı, sedimantasyon testi, gluten indeksi ve gluten oranı incelenmiştir. Elde edilen sonuçların yorumlanmasında GGE-biplot analiz yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde her bir özellik için poligon biplotlar oluşturulmuştur. GGE-biplot analizi bin tane ağırlığı, hektolitreye ağırlığı, protein oranı, sedimantasyon testi, gluten indeksi ve gluten oranında toplam varyasyonu sırasıyla, %84,86, %78,24, %71,71, %81,60, %75,82 ve %75,19 oranında açıklamıştır. Deneme çevrelerinin çoğunluğunda bin tane ağırlığında G12, Aldane ve G17, hektolitreye ağırlığında G4 ve Gelibolu, protein oranında, Aldane, G17, Saban ve G12, sedimantasyon testinde Aldane, G9, G20, G12 ve G14, gluten indeksinde Gelibolu, G14 ve G8, gluten oranında ise G9, Saban ve G21 iyi uyum sağlayan genotipler olmuştur. İncelenen kalite özelliklerinin tamamı üzerinden değerlendirme yapıldığında hatlar arasında G9 ve G12 diğer genotiplerden daha üstün değerlere sahip olmuştur.

Anahtar kelimeler: Ekmeklik buğday, kalite özellikleri, adaptasyon, GGE-biplot.

Investigation of the Adaptation of Some Bread Wheat Genotypes to the Thrace Region in Terms of Some Quality Traits

ABSTRACT

In this research, 14 bread wheat genotypes grown in 7 environments for 2 years in the Thrace Region was investigated for genotype x environment interactions in some quality characteristics. As quality characteristics, the research examined at thousand grain weight, hectoliter weight, protein ratio, sedimentation test, gluten index, and gluten ratio. The findings were evaluated using GGE-biplot analysis method. For each characteristic in this technique, polygon biplots were produced. The results of a biplot analysis of thousand kernel weight, test weight, protein ratio, sedimentation test, gluten index, and gluten ratio showed that, respectively, 84.86%, 78.24%, 71.71%, 81.60%, 75.82%, and 75.19% of the total variation. G12, Aldane, and G17 in thousand kernel weight, G4 as well as Gelibolu in test weight, Aldane, G17, Saban, and G12 in protein content, G9, G20, G12, and G14 in sedimentation test, Gelibolu, G14, and G8 in gluten index, and G12, Aldane, and G17 in protein content were the genotypes that best fit in the most of the trial environments. When all of the examined quality characteristics were considered, the genotypes G9 and G12 among the lines performed better than the other genotypes.

Key words: Bread wheat, quality traits, adaptation, GGE-biplot.

GİRİŞ

Buğday ıslahçıları ıslah programlarında kaliteli genotipleri geliştirmek için çok sayıda genotipi farklı kalite özellikleri yönünden değerlendirmektedir (Mulugeta ve ark., 2022). Farklı deneme çevrelerinde yürütülen ıslah çalışmalarında doğru genotipleri doğru özellik yönünden seçim yapabilmesinde ıslahçıları en fazla zorlayan konulardan birisi genotip x çevre interaksiyonları (GÇİ) dir (Devi ve ark., 2022).

Çok çevrede kurulan denemelerden elde edilen kantitatif verilerde GÇİ'nin değerlendirilmesi ıslahçıları için en önemli problemlerdendir (Malosetti ve ark., 2013). ıslahçıları çok çevrede yürüttükleri denemelerde incelenen özellikleri değerlendirmek için çok farklı istatistik yöntemler geliştirmişlerdir (Kaya ve Akçura, 2014). Bu istatistik yöntemler parametrik ve parametrik olmayan yöntemler olarak gruplandırılır (Mohamed ve ark., 2022). GGE biplot tekniği olarak adlandırılan teknik, çok çevrede kurulan denemelerden elde edilen verilerin genotip (G) ve çevre etkisini (Ç) ile genotip x çevre interaksiyonunu (GÇİ) görsel olarak değerlendirmek amacıyla kullanılmaktadır (Yan ve ark., 2007). Bu teknikte, genotiplerin performans ortalamaları ve deneme çevrelerindeki kararlılığı birleştirilir ve bunları grafiksel olarak değerlendirilen bir kritere dönüştürülür. GGE biplot yöntemi, genotip ve çevre interaksiyonunu diğer yöntemlere göre daha etkin değerlendirmeyi sağlar. Diğer parametrik yöntemlerde sadece genotiplerin stabiliteyi incelenirken, GGE biplot yönteminde hangi genotipin, hangi çevreye uyum sağladığı, hangi genotipin tüm deneme çevrelerinde performansının nasıl değişim gösterdiği vb. sorularının cevaplanabilmesi söz konusudur. Özellikle 2000'li yıllardan sonra GGE-biplot tekniği bitki ıslahçıları tarafından yoğun bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır (Mahmodi ve ark., 2011; George ve Lundy 2019; Chairi ve ark., 2020; Rani ve ark., 2022).

Buğday ıslah çalışmalarında araştırmacılar farklı çevrelerde yürüttükleri denemelerde geliştirmek istedikleri çeşit adaylarının kullanım amaçlarına bağlı olarak farklı kalite özelliklerini kullanılmaktadır (Vida ve ark., 2021). Bu özellikler içerisinde protein oranı, gluten oranı, gluten indeksi, sedimantasyon testi, hektolitreye ağırlığı ve bin tane ağırlığı en yaygın kullanılanlardandır (Bosi ve ark., 2022).

Buğdayda protein oranına genetik ve çevresel faktörler (toprak verimliliği, yetiştirme teknikleri ve iklim şartları) birlikte etki etmesine rağmen, ıslahla yüksek protein içerikli çeşitleri geliştirmek mümkündür (Topal, 2011). Yüksek proteinli buğdayların su absorpsiyonu ve ekmek hacmi genelde yüksek olmaktadır. Ekmek yapımı için buğday tanesini protein oranının %12'den yüksek olması istenmektedir (Carson ve Edwards, 2009). Gluten oranı protein kalitesinin göstergesidir. Sert buğdayların gluten kalitesi, yumuşak buğdaylara göre genelde yüksektir (Kaya, 2016). Gluten, temelde 2 unsurdan (glutenin ve gliadin) oluşmaktadır. Gluten proteinleri tanedeki proteinlerin yaklaşık %80'ini oluşturmaktadır. Gluten'in %30'unu gliadinler, %32'sini düşük molekül ağırlıklı glutenin alt birimleri ve %17'sini ise yüksek molekül ağırlıklı glutenin alt birimleri oluşturmaktadır (Shewry ve ark., 2009). Buğdayda kalite kriterleri içerisinde yaygın kullanılan özelliklerden biriside proteinlerin şişme ve çökmesi ile ilgili olan sedimantasyon değeridir. Yüksek gluten içeriği ve kalitesi, sedimantasyonun daha yavaş oluşmasına ve neticede sedimantasyon değerinin daha yüksek olmasına sebep olmaktadır (Kaya, 2016). Hektolitreye ağırlığı tanenin birim hacim yoğunluğu, şekli ve iriliği hakkında bilgi vermektedir. Buğdayın fiziksel kalite sınıflandırmasında kullanılan temel kriterlerden biridir. Tanesi yuvarlağa yakın olan, kırık ve buruşuk olmayan (dolgun ve bütün), tane nemi ve protein oranı yeterli (protein/nişasta oranı dengeli) olan ve yabancı maddeden arı buğdayların hektolitreye ağırlıkları genelde yüksektir (Kaya, 2016). Tanenin şekli, iriliği, yoğunluğu ve yeknesaklığı başta olmak üzere dolgunluğu (buruşuk olmama) ve bütünlüğü (kırık olmama) bin tane ağırlığını etkileyen en önemli fiziksel tane özellikleri olup, un verimini doğrudan etkilemektedirler (Kaya, 2016). Ovalimsi ve iri taneli buğdayların genelde un verimleri de yüksektir (Evers ve ark., 1990).

Bu çalışma Marmara bölgesinde 7 çevrede 14 ekmeçlik buğday genotipi ile yürütülen denemelerde incelenen 6 kalite özelliğinin (bin tane ağırlığı, hektolitreye ağırlığı, protein oranı, sedimantasyon testi, gluten indeksi ve gluten oranı) GÇİ'nin GGE biplot analizi ile değerlendirilmesi amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL ve METOT

Araştırma Edirne Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne ait buğday genotiplerinin Trakya Bölgesi koşullarında 2019-2020 yetiştirme sezonunda 3 farklı lokasyon (Lüleburgaz, Tekirdağ, Edirne), 2020-2021 yetiştirme sezonunda 4 farklı lokasyonda (Lüleburgaz, Tekirdağ, Edirne, Keşan) tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak 4 adet ekmeçlik buğday çeşidi (Aldane, Yüksel, Gelibolu ve Saban) ve 10 adet ileri ekmeçlik buğday hattı kullanılarak yürütülmüştür. Denemelerin ekimi 6 sıralı parsel mibzeri ile 500 adet/m² tohum alacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Parsel alanı ise ekimde 6,0 m² (1,2 m x 5 m) olarak düzenlenmiştir. Ekimle beraber taban gübresi olarak saf madde üzerinden 8 kg N /da + 8 kg/da P₂O₅, kardeşlenme ve sapa kalkma dönemlerinde ise 6 kg N /da (saf madde) üst gübre olarak uygulanmıştır. Denemelerde yabancı ot mücadelesi kimyasal yolla yapılmış, hasat ve harman işlemleri biçerdöver ile gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 1. Deneme çevrelerinin toplam yağış ve toprak özellikleri

Yetiştirme Sezonu	Kodu	Lokasyon	Yağış (mm)	Toprak Yapısı
2019/2020	20E	Edirne	396,6	Kumlu-Tınlı
	20L	Lüleburgaz	451,7	Tınlı
	20T	Tekirdağ	412,7	Killi
	21E	Edirne	694,0	Kumlu-Tınlı
2020/2021	21K	Keşan	*	Killi-Tınlı
	21L	Lüleburgaz	652,6	Tınlı
	21T	Tekirdağ	480,5	Killi

*: veri alınmamıştır

Deneme yerlerine ait yağış (21K hariç) ve toprak verileri Çizelge 1 de verilmiştir. Çizelge de görüldüğü gibi, deneme çevreleri arasında en yüksek yağış, 21E çevresinde 694,0 mm, en düşük yağış ise 20E çevresinde 396,6 mm olarak belirlenmiştir. Deneme çevrelerinden Edirne'nin toprağı kumlu-tınlı, Lüleburgaz'ın toprağı tınlı, Tekirdağ'ın toprağı killi, Keşan'nın toprağı ise killi-tınlı toprak grubundadır (Çizelge 1).

Hasat edilen buğday tane örneklerinde; bin tane ağırlığı (Kaya ve Akçura, 2014), hektolitre ağırlığı (Carson ve Edwards, 2009), değirmeden öğütülen tane örneklerinden elde edilen kırmada; protein oranı (Kaya ve Akçura, 2014), sedimantasyon testi (Rubenthaler ve Pomeranz, 1987), gluten oranı (Elgün ve ark., 2001) ve gluten indeksi özellikleri (Carson ve Edwards, 2009) belirlenmiştir.

Çalışmamızda farklı çevrelerde kurulan denemelerden elde edilen örneklerin kalite özelliklerinin Genotip (G), Çevre (Ç) ve GÇ etkilerini değerlendirmek amacıyla GGE-biplot analizi kullanılmıştır (Yan, 2014). Biplot analizinde poligon oluşturularak, incelenen her özellik için en iyi olan genotip belirlenirken, deneme çevrelerinin ise gruplandırılması sağlanmıştır. Değerlendirmelerde özellik deneme çevresi grubu ve genotipler ön planda tutulmuştur.

İncelenen özelliklerin varyans analizi SAS paket programında (Anonim, 1999), GGE-biplot analizleri ise GGEbiplot programında (Yan, 2014) yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

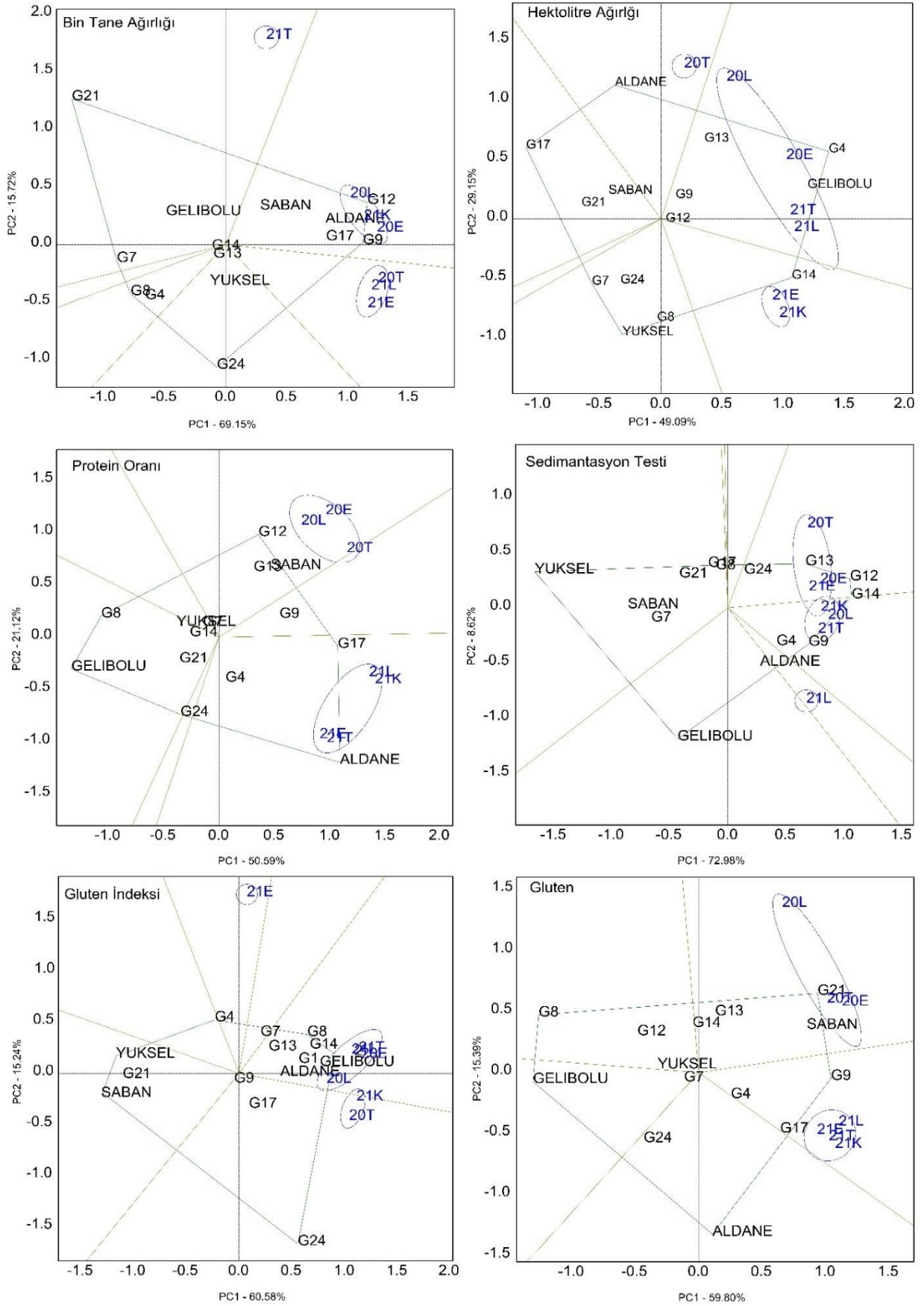
İncelenen tüm özelliklerde genotip, çevre ve genotip x çevre interaksiyonları istatistiksel olarak $P < 0,01$ seviyesinde önemli olmuştur (Çizelge 2). Kalite özelliklerinin çevrelere göre ortalamaları Çizelge 3 ve 8'de, genotip x çevre interaksiyonunlarını görsel olarak değerlendirmek amacıyla oluşturulan GGE-biplot grafikleri Şekil 1'de verilmiştir.

Çizelge 2. İncelenen özelliklere ait varyans analiz sonuçları

Özellikler	Varyasyon Kaynakları				
	Çevre (Ç)	Blok (Ç)	Genotip (G)	E*Ç	Hata
Serbestlik Derecesi	6	21	13	76	267
Bin Tane Ağırlığı	1023.56**	3.47	510.32**	52.95**	0.74
Hektolitre Ağırlığı	476.05**	32.53	971.43**	7.34**	0.21
Protein Oranı	413.08**	0.33	2076.5**	1.7**	0.11
Sedimantasyon Testi	1284.21**	167.59	2293.46**	81.63**	1.25
Yaş Gluten Oranı	1458.44**	2.40	210.00**	27.79**	0.65
Gluten İndeksi	440.81**	575.88	3103.92**	336.07**	8.14

**: $P < 0,01$

Bin tane ağırlığı buğday ıslahında önemli kalite özelliklerinden birisidir. Bin tane ağırlığı yüksek olan genotiplerin çoğu zaman tane verimi de yüksek olmaktadır (Campbell ve ark., 1999). Bu çalışmada genotiplerin bin tane ağırlığı 33,9 g (G21) ile 46,3 g (G12) arasında, çevrelerin ise 33,3 g (20L) ile 43,8 g (21L) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 3). Bin tane ağırlığı verileri ile oluşturulan Biplot grafiği toplam varyasyonun %84,87'sini açıklamıştır. Bu özelliğe göre deneme çevreleri üç grup oluşturmuştur. Birinci grupta 21E, 21L ve 20T çevreleri, ikinci grupta 20E, 21K ve 20L çevreleri, üçüncü grupta ise tek başına 21T çevresi yer almıştır. Genotiplerden G24, G9, G12, Aldane, G21, G7 ve G8 köşegen olarak diğer genotiplerden ayrılmıştır. Bu genotipler arasından G9, Aldane ve G12 öncelikle ikinci deneme çevresi grubu daha sonra ise birinci deneme çevresi grubunda en yüksek bin tane ağırlığına sahip genotipler olarak öne çıkmışlardır.



Şekil 1. İncelenen özelliklere ait genotiplerin çevrelere göre değerlendirilmesi amacıyla oluşturulan GGE biplot grafikleri

Çizelge 3. Deneme çevrelerine göre bin tane ağırlığı ortalamaları (g)

Genotipler	Deneme Çevreleri							Ortalama
	20E	20L	20T	21E	21K	21L	21T	
G4	33,0	32,8	31,9	38,5	34,5	42,7	35,9	35,6
G7	31,3	27,5	29,5	38,3	36,0	37,2	39,7	34,2
G8	31,6	26,8	32,1	39,3	38,7	38,6	37,6	35,0
G9	40,9	36,5	43,8	51,3	46,4	53,9	48,8	46,0
G12	43,2	36,4	41,9	51,5	45,4	53,3	52,7	46,3
G13	36,6	35,0	36,8	38,9	39,2	40,7	39,0	38,0
G14	35,4	32,5	32,4	42,5	41,4	44,7	42,1	38,7
G17	43,3	37,3	42,3	45,1	45,5	48,3	43,7	43,7
G21	31,2	28,2	25,4	29,9	34,8	33,8	54,0	33,9
G24	35,5	33,1	38,1	45,6	37,7	44,5	30,5	37,9
Aldane	41,6	44,1	40,1	50,6	40,0	47,3	46,9	44,4
Gelibolu	33,4	34,6	33,6	38,8	40,6	43,3	46,1	38,6
Saban	35,0	35,3	38,5	47,9	45,0	41,2	50,0	41,8
Yüksel	34,7	26,5	34,1	49,1	39,4	44,2	41,1	38,4
Ortalama	36,2	33,3	35,7	43,4	40,3	43,8	43,4	39,5

Tane iriliğini ve tanenin dolgunluğunu değerlendirmeyi sağlayan hektolitreye ağırlığı birim hacimdeki tane ağırlığı olarak ifade edilir (Kaya ve Akçura, 2014). Çalışmamızda genotiplerin hektolitreye ağırlığı 75,8 kg/hl (G17) ile 79,5 kg/hl (G4) arasında, çevrelerin ise 73,4 kg/hl (20L) ile 79,7 kg/hl (21T) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4). Hektolitreye ağırlığında genotip x çevre interaksiyonunu yorumlamak amacıyla oluşturulan GGE-biplot grafiği toplam varyasyonun %78,24'ünü açıklamıştır. Bin tane ağırlığında olduğu gibi deneme çevreleri üç grup oluşturmuştur. Birinci grupta 21E ve 21K çevreleri, ikinci grupta 21T, 21L, 20E ve 20L çevreleri, üçüncü grupta ise 20T çevresi tek başına yer almıştır. Genotiplerden G14, Gelibolu, G4, Aldane, G17, G7, Yüksel ve G8 hektolitreye ağırlığı yönünden diğer çeşitlerden ayrılarak köşegen genotipleri oluşturmuşlardır. Bu genotiplerden G14 birinci deneme çevresi grubunda diğer genotiplerden üstün olurken, Gelibolu ve G4 ikinci çevre grubunda diğer genotiplerden daha üstün performans sergilemişlerdir. Aldane çeşidi ise 20T çevresinde diğer genotiplerden daha üstün olmuştur. G17 genotipi ise deneme çevrelerinin tamamında diğer genotiplerden daha düşük hektolitreye ağırlığına sahip olmuştur.

Çizelge 4. Deneme çevrelerine göre hektolitreye ağırlığı ortalamaları (kg/hl)

Genotipler	Deneme Çevreleri							Ortalama
	20E	20L	20T	21E	21K	21L	21T	
G4	78,9	75,8	78,6	80,8	78,6	81,0	83,0	79,5
G7	74,4	72,7	74,9	77,6	77,5	76,8	79,3	76,2
G8	74,3	70,6	76,1	79,3	78,8	79,2	80,3	77,0
G9	75,7	73,3	78,4	78,3	78,5	78,1	79,8	77,5
G12	75,5	72,0	78,0	77,9	78,2	77,9	81,3	77,2
G13	75,6	74,8	80,1	78,2	77,7	79,0	81,7	78,2
G14	76,0	74,3	76,4	82,7	81,9	80,0	81,6	79,0
G17	74,7	73,2	78,4	77,1	74,7	76,9	75,3	75,8
G21	74,6	73,8	76,4	77,4	76,3	77,0	77,4	76,1
G24	74,5	72,4	76,4	79,7	78,7	77,3	76,9	76,5
Aldane	76,0	75,9	79,1	77,1	75,4	76,7	79,6	77,1
Gelibolu	76,6	74,0	76,7	79,3	80,2	80,6	82,1	78,5
Saban	73,7	73,5	77,9	79,6	75,5	77,2	79,9	76,7
Yüksel	75,0	71,0	75,1	80,4	77,7	76,9	78,0	76,3
Ortalama	75,4	73,4	77,3	78,9	77,8	78,2	79,7	77,3

Protein oranı buğday ıslahında kalite özelliklerini belirlemek amacıyla en yaygın kullanılan birkaç özellikten birisidir. Buğdayda bulunan proteinler, özellikle gluten proteinleri, reolojik ve fonksiyonel özelliklerinden dolayı temel gıda bileşenleri olarak işlev görmektedir (Call ve ark., 2020). Bu çalışmada genotiplerin çevreler üzerinden genel protein oranı ortalaması %12,1 olurken, en düşük protein oranına %11,0 ile Gelibolu çeşidi, en yüksek protein oranına ise %12,9 ile G17 genotipi sahip olmuştur. Deneme çevreleri arasında ise en düşük protein oranına %10,4 ile 21E çevresi sahip olurken, en yüksek protein oranına %13,4 ile

20L çevresi sahip olmuştur (Çizelge 5). Protein oranına göre oluşturulan GGE-biplot grafiği toplam varyasyonun %71,71'ini açıklamıştır. Protein oranı bakımından deneme çevreleri iki grup oluşturmuştur. Birinci grupta 21T, 21L, 21E ve 21K çevreleri, ikinci grupta ise 20T, 20E ve 20L çevreleri yer almıştır. Genotiplerden Aldane, G17, Saban, G12, G8, Gelibolu ve G24 köşegen olarak diğer genotiplerden ayrılmışlardır. Bu genotiplerden Aldane ve G17 birinci deneme çevresi grubunda, Saban çeşidi ve G12 ise ikinci deneme çevresi grubunda en iyi genotipler olmuşlardır. Deneme materyali içerisinde tüm deneme çevrelerinde protein oranı bakımından en düşük değerlere Gelibolu çeşidi ve G8 genotipi sahip olmuştur.

Çizelge 5. Deneme çevrelerine göre protein oranı ortalamaları (%)

Genotipler	Deneme Çevreleri							Ortalama
	20E	20L	20T	21E	21K	21L	21T	
G4	12,1	12,8	12,8	10,6	11,3	12,5	12,8	12,1
G7	12,3	12,9	13,1	10,1	11,1	12,3	12,0	12,0
G8	12,5	12,7	11,4	9,2	9,4	11,4	11,8	11,2
G9	13,4	14,1	13,1	9,9	10,9	13,1	14,6	12,7
G12	13,0	14,6	13,9	10,0	11,0	12,7	11,9	12,4
G13	13,3	14,4	13,0	11,2	11,0	12,0	11,8	12,4
G14	12,6	13,0	12,2	10,3	10,4	12,6	12,6	12,0
G17	13,7	13,2	14,1	11,3	11,6	13,2	13,6	12,9
G21	11,5	14,2	11,7	11,0	10,5	11,8	12,5	11,9
G24	11,7	12,2	12,4	10,4	10,7	11,9	13,5	11,8
Aldane	12,3	13,4	11,9	11,9	12,1	14,3	14,3	12,9
Gelibolu	11,7	12,4	11,1	10,2	8,8	11,4	11,5	11,0
Saban	13,8	13,8	12,9	9,5	11,1	13,3	12,5	12,4
Yüksel	12,3	13,3	12,4	9,8	10,8	11,4	12,9	11,8
Ortalama	12,6	13,4	12,6	10,4	10,8	12,4	12,7	12,1

Sedimentasyon testi protein kalitesini ifade eden bir özelliktir. Sedimentasyon değeri yüksek olan buğday genotiplerinin genellikle hem protein kalitesi hem de protein oranının yüksek olduğu bildirilmiştir (Morris vd., 2007). Araştırma yer alan genotiplerin sedimentasyon testi değerleri Çizelge 6'da verilmiştir. Genotiplerin sedimentasyon testi değerleri çevreler üzerinden 40,1 ml (Yüksel) ile 62,2 ml (G12) arasında, çevrelerin ise 45,2 ml (21E) ile 59,5 ml (20E) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 6). Sedimentasyon testine ait GGE-biplot grafiği toplam varyasyonun %81,6'sını açıklamıştır. Sedimentasyon testi değerlerine göre Gelibolu, Aldane, G9, G14, G12, G13, G24, G17, G3 G21 ve Yüksel çeşidi köşegen olarak diğer genotiplerden ayrılmıştır. Deneme çevreleri üç grup oluşturmuştur. 21L çevresi tek başına bir grup oluşturmuşken, 21T, 20L ve 20K çevreleri bir grup, 20E, 21E ve 20T çevresi bir grup oluşturmuştur. Aldane genotipi 21L çevresinde, G9 ve G4 genotipleri 21T, 20L ve 20K çevrelerinde, G12, G13 ve G24 genotipleri ise geriye kalan deneme çevrelerinde sedimentasyon testi yönünden diğer genotiplerden daha üstün olmuştur.

Çizelge 6. Deneme çevrelerine göre sedimentasyon testi ortalamaları (ml)

Genotipler	Deneme Çevreleri							Ortalama
	20E	20L	20T	21E	21K	21L	21T	
G4	58,5	59,5	62,8	45,5	45,9	62,4	61,2	56,5
G7	53,3	51,6	46,2	36,2	41,3	50,4	49,2	46,9
G8	63,5	56,0	58,9	37,9	44,6	52,7	50,2	52,0
G9	67,8	65,7	58,4	45,4	48,9	60,6	62,3	58,5
G12	66,7	72,1	66,2	48,0	59,3	57,5	65,5	62,2
G13	64,2	60,2	70,8	55,9	54,8	59,2	46,7	58,8
G14	69,3	64,1	65,0	58,2	54,7	59,8	63,2	62,0
G17	64,7	54,4	52,6	46,7	39,3	51,3	46,5	50,8
G21	57,0	52,2	52,1	45,4	38,8	49,8	47,8	49,0
G24	61,8	55,5	53,1	47,6	48,8	49,6	56,6	53,3
Aldane	58,8	55,4	45,3	55,2	56,5	57,9	54,2	54,8
Gelibolu	53,9	53,8	40,3	40,0	41,0	61,6	47,4	48,3
Saban	51,2	48,5	50,9	34,9	37,3	52,1	42,4	45,3
Yüksel	42,9	43,9	42,6	35,6	33,7	41,9	39,8	40,1
Ortalama	59,5	56,6	54,6	45,2	46,1	54,8	52,4	52,7

Deneme çevreleri üzerinden genotiplerin gluten indeks değerleri %58,5 ile %90,5 arasında değişim göstermiştir. Deneme çevrelerinde en yüksek gluten indeks değerine %78,7 ile 21E çevresi sahip olmuştur (Çizelge 7). Gluten indeks değeri kullanılarak oluşturulan GGE-biplot grafiği toplam varyasyonun %75,82'sini açıklamıştır. Bu özellik yönünden deneme çevreleri üç grup oluşturmuştur. Birinci çevre grubunda 20T ve 21K çevreleri yer alırken, ikinci grupta 21E çevresi yer almış, diğer deneme çevreleri ise birlikte bir grup oluşturmuştur. G24 genotipi 20T ve 21K çevrelerinde en iyi performans sergileyen genotip olurken, G4 ve G7 genotipleri 21E çevresinde, Gelibolu ve Aldane çeşitleri ile G14, G8 ve G1 genotipleri geriye kalan deneme çevrelerinin tamamında en iyi performansa sahip genotipler olmuşlardır.

Çizelge 7. Deneme çevrelerine göre Gluten İndeksi ortalamaları (%)

Genotipler	Deneme Çevreleri							Ortalama
	20E	20L	20T	21E	21K	21L	21T	
G4	72,2	69,9	65,7	85,8	46,5	73,2	82,2	70,8
G7	77,5	84,4	68,9	91,3	66,0	77,4	70,6	76,6
G8	93,1	78,0	71,4	95,8	93,6	83,9	80,6	85,2
G9	78,7	71,2	83,1	76,0	69,5	63,0	69,3	73,0
G12	89,3	88,6	94,9	96,3	96,2	79,5	88,9	90,5
G13	78,5	68,4	79,9	83,6	77,0	74,6	73,5	76,5
G14	86,1	66,8	87,2	91,9	86,6	81,5	87,8	84,0
G17	74,0	89,8	77,3	70,9	56,3	72,4	69,1	72,8
G21	42,5	64,8	60,9	63,7	52,6	66,4	58,8	58,5
G24	82,4	74,2	90,5	38,5	83,3	75,8	75,3	74,3
Aldane	79,2	85,5	84,9	82,2	76,7	72,8	67,3	78,4
Gelibolu	74,5	59,6	82,0	81,0	75,6	80,9	71,7	75,0
Saban	54,6	60,5	62,2	65,1	50,8	64,5	53,9	58,8
Yüksel	62,0	57,1	67,5	80,3	44,6	61,7	55,9	61,3
Ortalama	74,6	72,8	76,9	78,7	69,7	73,4	71,8	74,0

Genotiplerin yaş gluten oranları %30,5 ile %39,4 arasında değişim göstermiştir. En yüksek yaş gluten oranına G9 sahip olurken, bunu %39,0 ile G21 takip etmiştir. Çevreler arasında en yüksek yaş gluten oranına 20L çevresi sahip olmuştur (Çizelge 8). Yaş gluten oranı GGE-biplot grafiği toplam varyasyonun %75,19'unu açıklamıştır. Deneme çevreleri bu özellik yönünden iki grup oluşturmuştur. Birinci grup 21L, 21K, 21E ve 21T çevrelerinden oluşmuş, bu çevrelerde G17 ve G9 genotipleri diğer genotiplerden üstün olmuştur. İkinci çevre grubunda 20E, 20L ve 20T yer almıştır. Bu çevrelerinde ise Saban çeşidi ile G21 genotipi diğer genotiplerden daha üstün olmuştur.

Çizelge 8. Deneme çevrelerine göre Yaş gluten oranı ortalamaları

Genotipler	Deneme Çevreleri							Ortalama
	20E	20L	20T	21E	21K	21L	21T	
G4	38,9	40,6	40,4	27,1	33,8	36,9	34,4	36,0
G7	37,1	38,1	41,5	24,2	30,6	33,6	35,9	34,4
G8	34,3	37,9	35,9	20,9	21,8	29,7	32,8	30,5
G9	44,4	43,7	41,8	26,7	31,1	41,1	47,0	39,4
G12	35,8	42,6	35,4	22,7	28,3	36,7	32,5	33,4
G13	40,3	46,0	38,3	29,4	30,0	34,1	33,4	35,9
G14	37,0	45,2	37,9	27,2	28,6	35,7	35,4	35,3
G17	41,3	36,7	43,1	31,8	32,9	35,1	38,5	37,1
G21	41,9	48,2	42,4	32,7	30,5	37,7	39,9	39,0
G24	34,0	35,5	34,9	28,0	28,0	34,2	37,5	33,2
Aldane	34,8	34,6	33,2	30,3	32,2	39,4	39,8	34,9
Gelibolu	33,9	37,3	30,4	23,2	26,0	30,9	31,9	30,5
Saban	45,0	44,2	42,3	27,6	31,5	39,2	38,6	38,3
Yüksel	38,0	40,1	36,4	25,3	29,1	33,1	36,2	34,1
Ortalama	38,3	40,8	38,1	26,9	29,6	35,5	36,7	35,1

SONUÇ ve ÖNERİLER

Deneme çevreleri birlikte değerlendirildiği zaman, Tekirdağ lokasyonu her iki deneme yılında hektolitreye başlıca yönünden, protein oranı ve gluten indeksi yönünden Edirne lokasyonu, gluten ve hektolitreye başlıca yönünden Lüleburgaz lokasyonlarının birinci yılları öne çıkmıştır. Ekmeklik buğday genotipleri tüm özellikler yönünden değerlendirildiğinde, G12 bin tane başlıca ve sedimantasyon testi değeri yönünden, G14 gluten indeksi ve sedimantasyon testi yönünden, G17, G9, Saban ve G21 gluten oranı yönünden öne çıkmışlardır.

Teşekkür: Yazarlar Çanakkale Onsekiz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Birimine FYL-2022-3938 kodlu proje desteği için teşekkür ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Anonim, 1999. SAS Institute SAS/STAT Software: Release 9.00. SAS Inst. Cary, NC, USA.
- Bosi, S., Negri, L., Fakaros, A., Oliveti, G., Whittaker, A., Dinelli, G. 2022. GGE Biplot Analysis to Explore the Adaptation Potential of Italian Common Wheat Genotypes. *Sustainability*, 14(2), 897.
- Call, L., Kapeller, M., Gausgruber, H., Reiter, E., Schoenlechner, R., D'Amico, S. 2020. Effects of species and breeding on wheat protein composition. *Journal of Cereal Science*, 93, 102974.
- Campbell, K.G., Bergman, C.J., Gualberto, D.G., Anderson, J.A., Giroux, M.J., Hareland, G. 1999. Quantitative trait loci associated with kernel traits in a soft x hard wheat cross. *Crop Science*, 39: 1184–1195.
- Carson G.R., Edwards N.M., 2009. Criteria of Wheat and Flour Quality. In: Khan, H. ve Shewry, P.R., Eds. *Wheat Chemistry and Technology*. AACC International, Inc. USA. 97-118.
- Chairi, F., Aparicio, N., Serret, M. D., Araus, J. L. 2020. Breeding effects on the genotype x environment interaction for yield of durum wheat grown after the Green Revolution: The case of Spain. *The Crop Journal*, 8(4), 623-634.
- Devi, K., Chahal, S., Venkatesh, K., Singh, S., Tripathi, S. C., Mamrutha, H. M., Tiwari, R. 2022. Identification of Wheat Genotypes Resilient to Terminal Heat Stress Using GGE Biplot Analysis. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 1-13.
- Elgün A., Türker S., Bilinçli N., 2001. Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü. Konya Ticaret Borsası, No: 2. 112 s.
- Evers A.D., Cox R.I., Shaheedullah M.Z., Withey R.P., 1990. Predicting milling extraction rate by image analysis of wheat grains. *Aspects of Applied Biology*, 25: 417-426.
- George, N., Lundy, M. 2019. Quantifying genotype x environment effects in long-term common wheat yield trials from an agroecologically diverse production region. *Crop Science*, 59(5), 1960-1972.
- Kaya, Y. 2016. Ekmeklik buğdayın (*T. aestivum* L.) tane verimi ve bazı kalite özelliklerinde genotip x çevre etkileşimlerinin belirlenmesi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Doktora Tezi.
- Kaya, Y., Akcura, M. 2014. Effects of genotype and environment on grain yield and quality traits in bread wheat (*T. aestivum* L.). *Food Science and Technology*, 34, 386-393.
- Mahmodi, N., Yaghotipoor, A., Farshadfar, E. 2011. AMMI stability value and simultaneous estimation of yield and yield stability in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Australian Journal of Crop Science*, 5(13), 1837-1844.
- Malosetti, M., Ribaut, J. M., van Eeuwijk, F. A. 2013. The statistical analysis of multi-environment data: modeling genotype-by-environment interaction and its genetic basis. *Frontiers in Physiology*, 4, 44.
- Mohamed, M. M., Darwish, M. A., El-Rady, A., Ghalab, E., & Elfanah, A. M. (2022). Estimation of AMMI and GGE Biplots for some bread and durum wheat genotypes. *Journal of Plant Production*, 13(3), 75.
- Morris, C. F., Paszczyńska, B., Bettge, A. D., King, G. E. 2007. A critical examination of the sodium dodecyl sulfate (SDS) sedimentation test for wheat meals. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(4), 607-615.
- Mulugeta, B., Tesfaye, K., Geleta, M., Johansson, E., Hailesilassie, T., Hammenhag, C., Ortiz, R. 2022. Multivariate analyses of Ethiopian durum wheat revealed stable and high yielding genotypes. *Plos One*, 17(8), e0273008.-83.

- Rani, M. H., Faruquee, M., Khanom, M.S.R., Begum, S. 2022. Genetic variability and multivariate studies on the grain physical properties of rice (*Oryza sativa* L.) Landraces. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 54(1): 1-10.
- Rubenthaler G.L., Pomeranz Y., 1987. NIR spectra of HRW wheats varying widely in protein content and breadmaking potential. *Cereal Chemisrty*, 64: 407–411.
- Shewry P.R., Dovidio R., Lafiandra D., Jenkins J.A., Mills E.N.C., Bekes F., 2009. Wheat Grain Proteins. In: Khan, H. ve Shewry, P.R., Eds. *Wheat Chemistry and Technology*. AACC International, Inc. USA. 223-298.
- Topal A., 2011. Buğday Yetiştirilicliği. Hasad Yayıncılık, İstanbul. 75 s.
- Vida, G., Cséplő, M., Rakszegi, M., Bányai, J. 2021. Effect of multi-year environmental and meteorological factors on the quality traits of winter durum wheat. *Plants*, 11(1), 113.
- Yan, W. (2014). *Crop variety trials: Data management and analysis*. John Wiley & Sons
- Yan, W., Kang, M. S., Ma, B., Woods, S., Cornelius, P. L. 2007. GGE biplot vs. AMMI analysis of genotype-by-environment data. *Crop Science*, 47(2), 643-653.