

Atf İçin: Gökdere, H. İ., Yılmaz, A. B., Tekin, M., Yeken, M. Z. ve Çiftçi, V. (2023). Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinin Dane Verimi ve Bazı Önemli Kalite Özellikleri için Trakya Bölgesinde Bulunan Farklı Çevrelerde Testlenmesi. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(4), 3040-3052.

To Cite: Gökdere, H. İ., Yılmaz, A. B., Tekin, M., Yeken, M. Z. & Çiftçi, V. (2023). Multienvironment Testing of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes for Grain Yield and Some Important Quality Traits in Thrace region in Türkiye. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 13(4), 3040-3052.

Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinin Dane Verimi ve Bazı Önemli Kalite Özellikleri için Trakya Bölgesinde Bulunan Farklı Çevrelerde Testlenmesi

Halil İbrahim GÖKDERE¹, Ali Baran YILMAZ¹, Mehmet TEKİN², Mehmet Zahit YEKEN^{3*}, Vahdettin ÇİFTÇİ³.

Öne Çıkanlar:

- GGE biplot
- AMMI
- Islah

Anahtar Kelimeler:

- Ekmeklik buğday
- Çevre
- Genotip
- Etkileşim

ÖZET:

Bu çalışma, toplamda 27 çeşit ve çeşit adaylarının dane verimi ve bazı önemli kalite özellikleri bakımından genotip x çevre etkileşimi temel bileşen, GGE biplot ve AMMI analizleri değerlendirmek amacıyla Trakya bölgesini temsil eden dört farklı çevrede 2020-2021 sezonunda yürütülmüştür. Denemeler tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü yürütülmüş olup ve tarımsal ve kalite özelliklerinden başaklanma gün sayısı, bitki boyu, dane verimi, bin dane ağırlığı, hektolitreye ağırlığı, dane sertliği, protein oranı, Zeleny sedimentasyon, Alveograf enerji değeri, yaş gluten oranı ve gluten indeksi çalışma kapsamında incelenmiştir. Çalışmada, dane veriminde en yüksek varyasyon Tekirdağ çevresinde belirlenmiş olup en yüksek verim ise Edirne çevresinde belirlenmiştir. GGE biplot analizine göre iki farklı mega çevre oluşmuş ve iki temel bileşen toplamda %89.97 genotip x çevre ilişkisini açıklamıştır. AMMI temelli varyans analizi sonucunda ise genotip, çevre, tekerrür ve genotip x çevre etkileşimini bakımından istatistiki olarak önemli etkiler tespit edilmiştir. En stabil genotipler ise Ez11 ve Rumeli olarak belirlenirken LG Arnova çeşidi dört çevrede de öne çıkan dört genotipten biri olmuştur. Korelasyon analizine sonucunda kalite özellikleri arasında istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) pozitif ilişkiler tespit edilirken dane verimi ile diğer tarımsal ve kalite özellikleri arasında anlamlı bir ilişki belirlenmemiştir. İlk dört temel bileşen 1'in üzerinde eigen değerine sahip olarak bulunmuş ve varyasyonun %74'ünden fazlasını açıklamıştır. LG Arnova, Artek, Axum, Alpan ve Vassa çeşit/çeşit adayları özellikle dane verimi bakımından ilgili çevrelerde öne çıkan çeşitler olmuşturlardır. Bu konuda daha detaylı sonuçlar elde etmek için genotiplerin ilgili çevrelerde daha uzun süreyle denemesi gerekmektedir.

Multienvironment Testing of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes for Grain Yield and Some Important Quality Traits in Thrace Region in Türkiye

Highlights:

- GGE biplot
- AMMI
- Breeding

Keywords:

- Bread wheat
- Environment
- Genotype
- Interaction

ABSTRACT:

This study was conducted in four different environments representing the Thrace region during the 2020-2021 season to evaluate genotype x environment interaction (GEI) using the principal component (PC), genotype x environment biplot (GGE biplot) and AMMI analyses for a total of 27 varieties and candidate varieties for grain yield and some important quality traits. The experiments were carried out in a randomized complete block design with four replications. Agricultural and quality traits including heading date, plant height, grain yield, thousand grain weight, volume weight, grain hardness, protein ratio, Zeleny sedimentation, Alveograph energy value, wet gluten content, and gluten index were examined in this study. The highest variation in grain yield was determined in Tekirdağ, while the highest yield was in Edirne in average. GGE biplot analysis revealed that two different mega-environments were determined, and two main components explained a total of 89.97% of the GEI. The AMMI-based variance analysis also revealed statistically significant effects for genotype, environment, replication, and GEI. The most stable genotypes were determined as Ez11 and Rumeli, with the LG Arnova variety being one of the four genotypes prominent in all four environments. Correlation analysis resulted in statistically significant positive relationships ($p<0.05$) between quality traits, whereas no significant relationships were observed between grain yield and other agricultural and quality traits. The first four PCs had eigenvalues exceeding 1, explaining more than 74% of the total variation. LG Arnova, Artek, Axum, Alpan, and Vassa varieties/candidate varieties have particularly stood out for grain yield in all environments. To obtain more concrete data in this regard, further studies need to be conducted for a longer period in these environments.

¹Halil İbrahim GÖKDERE (Orcid ID: 0000-0002-0948-1109), Ali Baran YILMAZ¹ (Orcid ID: 0009-0006-3806-7755), Tarım ve Orman Bakanlığı, Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü, Ankara, Türkiye

²Mehmet TEKİN (Orcid ID: 0000-0002-3447-1586), Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Antalya, Türkiye

³Mehmet Zahit YEKEN (Orcid ID: 0000-0003-0490-371X), Vahdettin ÇİFTÇİ (Orcid ID: 0000-0003-0547-9527), Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Bolu, Türkiye

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Mehmet Zahit YEKEN, e-mail: yekenmehmetzahit@gmail.com

Buğday gerek dünyada gerekse ülkemizde ekimi en çok yapılan tahıldır ve dünyadaki yıllık üretimi 770 milyon ton civarındadır (FAOSTAT, 2023). Günümüze dek üretilen buğday miktarı insan nüfusunu beslemede yeterli iken hızla artan insan nüfusu ve özellikle küresel ısınmaya bağlı olarak yaşanan kuraklıklar üretilen buğdayın insan nüfusuna oranla artmadığını göstermiştir. Ayrıca Çin gibi yüksek nüfuslu ülkelerin de gelir artışına paralel buğday tüketimine yönelmeleri dünyada buğday üretimini stratejik hale getirmektedir. Her ne kadar son yıllarda yıllık yağış rejimindeki dalgalanmadan kaynaklı olarak sıralamadaki yeri değişse de Türkiye buğday üretiminde dünyada ortalama olarak 10. sırada yer almaktadır. Ülkemizdeki yıllık buğday üretimi iklimsel ve coğrafik koşullara bağlı olarak 16 ile 21 milyon ton arasında değişmektedir (TÜİK, 2023). 2022 yılı TÜİK verilerine göre, ülkemizde yaklaşık 6.6 milyon ha alanda buğday ekimi yapılmış ve 20 milyon ton ürün elde edilmiştir. Bunun yaklaşık 4 milyon tonu makarnalık, 16 milyon tonu ise ekmeklik buğdaydır. Ülkemiz nüfusunun artmasına paralel olarak, buğday üretiminin de artırılması bir zorunluluktur.

Buğdayda dane verimi ve kalite özellikleri gibi kantitatif özellikler, birçok gen tarafından kontrol edilmekte ve çevresel faktörlerden yüksek oranda etkilenmektedir (Nadeem ve ark., 2021). Dolayısıyla çeşitlerin farklı çevrelerde performansları değişiklik gösterebilmektedir. Genotip x çevre etkileşimi olarak tanımlanan performanstaki bu farklılıkların tespit edilmesi ve yüksek değerli genotiplerin seçilmesinin önemi yüksek olup bu performans farklılığını en az düzeyde gösterecek kararlı genotiplerin seçilmesi de oldukça önemlidir. Aynı coğrafi bölgede yer alan çevrelerde bile oldukça yüksek farklılıklar bulunan ülkemizde; değişen çevre şartlarında aynı performansı sürdürebilen kararlı çeşitler yetiştirilmesi de verim ve kalite özelliklerinde istenen düzeye ulaşmada oldukça kritiktir (Aydoğan, 2021). Farklı çevrelerde ve/veya yıllarda yürütülen denemelerin sonuçlarının değerlendirilmesi için genellikle tanımlayıcı istatistikler hesaplanmakta veya varyans analizi ve çoklu karşılaştırma testlerinden faydalanılmaktadır. Ancak bu testler genotiplerin farklı çevre şartlarına verdikleri tepkilerin değerlendirilmesinde tek başına yetersiz kalmaktadır. Bunun yerine birden çok yıl ve çevre koşullarında yürütülen çalışmalarda her bir genotipin dane verimi gibi kantitatif özellikler bakımından kararlılık durumlarını tahmin etmek için geliştirilen birçok istatistik metot bulunmaktadır.

Bunlardan en yaygın kullanılanları ise GGE ve AMMI biplot yöntemleridir. GGE analizleri Genotip ve Genotip x Çevre etkileşimlerinin birlikte incelenebildiği, temel bileşenler analizlerine (PCA) dayanan yöntemlerdir. AMMI analizleri ise eklemeli etki ve etkileşime ilişkin (multiplicative) etkileri birlikte ele alan analiz yöntemleridir (Frutos ve ark., 2014). GGE ve AMMI biplot grafikleri ile hem genotiplerin çevrelerdeki durumu hem de çevrelerin birbirleri ile olan farklılıkları ve hangi genotipin hangi çevrede öne çıktığı gibi ilave bilgilere ulaşılacak analizlerdir. Son yıllarda varyans analizinin yanında GGE biplot ve AMMI analizlerinin uygulandığı buğday ve diğer bitki türlerini konu alan araştırma sayısı ülkemizde de artmaya başlamıştır (İlker ve ark., 2009; Akcura ve ark., 2011; Kendal ve ark., 2016; Erdemci, 2018; Karaman ve ark., 2023).

Trakya bölgesi ülkemizde yaygın olarak ekmeklik buğday üretiminin yapıldığı kritik bölgelerden biridir ve ülkemiz üretimine ortalama olarak 2.5 milyon ton katkı sağladığı bilinmektedir (Konyalı ve Gaytancıoğlu, 2007; Anonim, 2022). Bölgede ortalama yağış miktarı yıldan yıla değişkenlik gösterse de ortalama uzun yıllık toplam yağış 718.8 mm olduğu bilinmektedir. Ayrıca, uzun yıllar iklim verileri incelendiğinde ekmeklik buğday yetiştiriciliğinde verimi belirleyen çimlenme-çıkış, kardeşlenme, sapa kalkma ve çiçeklenme gibi fizyolojik dönemlerini kapsayan sonbahar, kış ve ilkbahar aylarında aylık yağış ve sıcaklık değerlerinde oldukça yüksek varyasyon bulunduğu ve ortalama ve maksimum sıcaklıklarda artan yönde, yağışlarda ise azalan yönde bir trend olduğu belirlenmiştir (Delibaş ve ark., 2016). Abiyotik stres faktörlerindeki değişimlerden dolayı yıldan yıla fungal kökenli septorya yaprak

lekeleri ve pas hastalıkları bakımından da verimi olumsuz yönde etkileyecek boyutta epidemiler yaşanmaktadır (Öztürk ve ark., 2018). Dolayısıyla Trakya bölgesinde değişen çevre şartlarına uyum sağlayabilen kararlı çeşitlerin seçilmesi ve yetiştirilmesi oldukça önemlidir.

Bu çalışmada, ekmeklik buğday ıslah programlarında geliştirilen çeşit adaylarının ve bölgede yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan çeşitlerin farklı çevrelerde dane verimi özelliği için GGE biplot ve AMMI analizleri kullanılarak değerlendirilmesi ve farklı çevrelerde yüksek verim ve kalite özelliklerine sahip genotiplerin belirlenmesi amaçlanmıştır

MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada Trakya bölgesinde yaygın olarak yetiştirilen 5 ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidi (Gelibolu, Esperia, Rumeli, Krasunia Odes'ka ve Glosa) ve 22 çeşit adayı (Alpan, Sancaktar, Kurşun, Artek, Axum, Huntaş 59, Primus, DT Odrisa, DT 22, Raifbey, Simten, Hektaş 3, Hektaş 4, BBVD7-2019, Üçyıldız, Dört yıldız, Beşyıldız, Altyıldız, Onbiryıldız, Ez11, Vassa ve LG Arnova) olmak üzere toplamda 27 genotip genetik materyal olarak kullanılmıştır (Çizelge 1). Denemeler, 2020-2021 yetiştirme sezonunda Edirne, Keşan, Lüleburgaz ve Tekirdağ olmak üzere dört farklı çevrede tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü her denemede 108 parsel olacak şekilde yürütülmüştür. Bu çevrelere ait iklim verileri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan genetik materyallere ait bilgiler

No	Çeşit/Çeşit adayı	Islah eden kurum/kuruluş	Not
G1	Alpan	Som Un San. ve Tic. Ltd. Şti	Çeşit adayı
G2	Sancaktar	Bama Tohum Tarım Ürünleri San. ve Tic. Ltd. Şti.	Çeşit adayı
G3	Kurşun	Bama Tohum Tarım Ürünleri San. ve Tic. Ltd. Şti.	Çeşit adayı
G4	Artek	Huntaş Hayrabolu Un San. ve Tic. A.Ş	2022 yılında tescil edilmiştir
G5	Axum	Huntaş Hayrabolu Un San. ve Tic. A.Ş	2022 yılında tescil edilmiştir
G6	Huntaş 59	Huntaş Hayrabolu Un San. ve Tic. A.Ş	2022 yılında tescil edilmiştir
G7	Primus	Tarar Un Ve Gıda San. Tic. Ltd.Şti.	2022 yılında tescil edilmiştir
G8	Dt Odrisa	Deviren Tarım Ltd. Şti.	2022 yılında tescil edilmiştir
G9	Dt 22	Deviren Tarım Ltd. Şti.	2022 yılında tescil edilmiştir
G10	Raifbey	Ezzi Tarım Ticaret Sanayi A.Ş.	Çeşit adayı
G11	Simten	Ezzi Tarım Ticaret Sanayi A.Ş.	Çeşit adayı
G12	Hektaş 3 (Kahraman)	Hektaş Ticaret Türk A.Ş.	2022 yılında tescil edilmiştir
G13	Hektaş 4	Hektaş Ticaret Türk A.Ş.	Çeşit adayı
G14	BBVD7-2019 (Harman 22)	Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	2022 yılında tescil edilmiştir
G15	Üçyıldız	13 Yıldız Tohumculuk Ltd. Şti.	Çeşit adayı
G16	Dört yıldız	13 Yıldız Tohumculuk Ltd. Şti.	2022 yılında tescil edilmiştir
G17	Beşyıldız	13 Yıldız Tohumculuk Ltd. Şti.	Çeşit adayı
G18	Altyıldız	13 Yıldız Tohumculuk Ltd. Şti.	2022 yılında tescil edilmiştir
G19	Onbiryıldız	13 Yıldız Tohumculuk Ltd. Şti.	2022 yılında tescil edilmiştir
G20	Ez11 (Kemaller)	Ezzi Tarım Ticaret Sanayi A.Ş.	Çeşit adayı
G21	Vassa	Akçakaya Tarım Tic. ve San. Ltd. Şti.	2022 yılında tescil edilmiştir
G22	LG Arnova	Limagrain Tohum Islah ve Üretim San. Tic. A.Ş	2022 yılında tescil edilmiştir
G23	Gelibolu*	Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü	2005 yılında tescil edilmiştir
G24	Esperia*	Tasaco Tarım ve San. A.Ş.	2011 yılında tescil edilmiştir
G25	Rumeli*	Trakya Tarım ve Veterinerlik Tic. Ltd. Şti.	2012 yılında tescil edilmiştir
G26	Krasunia Odes'ka*	Marmara Tohum Geliştirme A.Ş.	2008 yılında tescil edilmiştir
G27	Glosa*	Tareks A.Ş.	2014 yılında tescil edilmiştir

*Standart çeşit

Her bir parsel 5 m uzunluğunda 6 sıralı olarak ayarlanmış ve ekimler m²'ye 400 tohum gelecek şekilde deneme mibzeri ile gerçekleştirilmiştir. Sapa kalkma dönemi öncesi 3 g/da metilamin içerikli ilaçlarla yabancı ot mücadelesi yapılmıştır. Ekimle birlikte dekara 5 kg N (%46 N: Üre) ve 5 kg P₂O₅ (18-46-0: DAP) uygulaması yapılmış, kullanılan azotun yarısı ekimde yarısı da sapa kalkma öncesinde verilmiştir. Hasat olgunluğuna gelen parseller, parsel biçerdöveri yardımıyla hasat edilmiştir.

Çizelge 2. Çalışmanın yürütüldüğü çevrelere ait iklim verileri*

Aylar	Çevreler	Aylık toplam yağış (mm)	Aylık ortalama nisbi nem (%)	Aylık minimum sıcaklık (°C)	Aylık maksimum sıcaklık (°C)	Aylık ortalama sıcaklık (°C)
Ekim	Edirne	84.38	73.56	5.30	34.13	17.46
	Keşan	73.80	74.70	4.95	33.60	17.50
	Lüleburgaz	84.38	74.25	5.28	33.79	17.21
	Tekirdağ	68.55	73.62	7.49	32.44	18.76
Kasım	Edirne	5.27	81.38	-0.64	18.19	8.68
	Keşan	0.00	81.20	0.45	18.50	9.19
	Lüleburgaz	5.27	82.75	0.90	17.56	9.04
	Tekirdağ	0.00	81.00	2.87	18.46	11.08
Aralık	Edirne	89.65	89.25	-3.60	17.67	7.77
	Keşan	100.20	89.00	-4.24	17.86	8.45
	Lüleburgaz	52.73	89.69	-2.23	17.54	7.86
	Tekirdağ	63.28	87.38	1.01	17.33	9.65
Ocak	Edirne	200.39	87.44	-7.09	17.74	5.65
	Keşan	253.10	87.50	-6.30	17.86	6.36
	Lüleburgaz	147.66	86.88	-7.50	17.89	5.48
	Tekirdağ	163.48	84.31	-4.57	17.60	7.25
Şubat	Edirne	73.83	85.69	-10.49	18.39	5.81
	Keşan	126.60	86.12	-9.25	18.21	6.04
	Lüleburgaz	52.73	84.12	-8.74	18.51	5.62
	Tekirdağ	63.28	83.00	-5.07	17.63	6.87
Mart	Edirne	31.64	82.94	-4.79	18.12	5.51
	Keşan	42.20	83.90	-4.25	17.00	5.67
	Lüleburgaz	36.91	82.88	-4.56	17.38	5.20
	Tekirdağ	47.46	81.12	-1.71	16.30	6.64
Nisan	Edirne	57.79	78.31	-2.08	26.58	10.51
	Keşan	42.90	79.60	-2.36	26.20	10.70
	Lüleburgaz	54.75	78.38	-2.28	25.66	10.01
	Tekirdağ	50.08	78.19	0.48	24.67	11.07
Mayıs	Edirne	59.74	74.19	4.22	28.52	17.10
	Keşan	88.00	74.80	4.23	28.50	17.20
	Lüleburgaz	51.96	75.31	4.33	27.78	16.59
	Tekirdağ	71.70	74.62	6.94	27.24	17.46
Haziran	Edirne	62.58	71.06	8.31	35.72	21.38
	Keşan	65.60	71.60	8.61	34.90	21.20
	Lüleburgaz	60.37	72.62	7.84	34.19	20.53
	Tekirdağ	54.07	70.88	9.96	32.94	21.53

*İklim verileri Global Modelling and Assimilation Office (GMAO) MERRA-2 sisteminden alınmıştır (<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>).

Denemeler süresince başaklanma süresi ve bitki boyu özellikleri alınmış olup hasat işleminden sonra dane verimi ve bin dane ağırlığı, hektolitre ağırlığı, protein oranı, Zeleny sedimantasyon, beklemeli Zeleny sedimantasyon, Alveograf enerji değeri, yaş gluten ve gluten indeksi gibi kalite özellikleri belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında incelenen özelliklerden dane verimi için tüm çevrelerden elde edilen verilerin istatistiki değerlendirilmesi yapılırken dane verimi dışındaki tüm özellikler iki çevre üzerinden değerlendirilmiştir. Dane verimi için elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde ise öncelikli olarak varyans analizi sonrasında ise temel bileşenler analizine dayanan ve genotip ve genotip × çevre etkileşimlerinin birlikte değerlendirebildiği GGE analizi ile eklemeli etki ve etkileşime ilişkin etkilerin birlikte değerlendirilebildiği AMMI analizi uygulanmıştır. Bu analizlere ek olarak kalite özellikleri arasındaki ilişkilerin daha ayrıntılı değerlendirilmesi için korelasyon ve temel bileşenler analizleri uygulanmıştır. Korelasyon analizi ‘corrplot’(Wei ve Simko, 2021), temel bileşenler analizi ‘factoextra’ (Kassambara ve Mundt, 2017) ve ‘FactoMineR’ (Husson ve ark., 2017), AMMI analizi ‘metan’ (Olivoto ve Lúcio, 2020) ve GGE analizi ise ‘GGEbiplotGUI’ (Frutos ve ark., 2014) paketleri kullanılarak R ortamında gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışılan Özelliklerin Basit İstatistiki Tanımlayıcıları

Çalışma kapsamında test edilen 27 çeşit/çeşit adayının çalışmanın yürütüldüğü her bir çevreye ait dane verimi istatistikleri Çizelge 3’de verilmiştir. Elde edilen veriler incelendiğinde en yüksek varyasyon katsayısı Tekirdağ (%17.0) çevresinde belirlenmiş olup diğer çevrelerin ise benzer varyasyona (\approx %13.0) sahip olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan genotiplerin en yüksek dane verimine Edirne (982.3 kg/da) çevresinde ulaştığı bunu sırasıyla Lüleburgaz (836.7 kg/da), Keşan (781.1 kg/da) ve Tekirdağ (762.8 kg/da) çevrelerinin izlediği belirlenmiştir. Her bir genotipin dört çevre ortalamaları karşılaştırıldığında, en yüksek dane verimine LG Arnova’nın (1024.1 kg/da) sahip olduğu ve bunu Artek’in (1017.5 kg/da) takip ettiği, en düşük dane veriminin ise Kurşun’dan (640.8 kg/da) alındığı ve bunu Hektaş 4’ün (699.6 kg/da) takip ettiği belirlenmiştir (Çizelge 3). Benzer çevrede (Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ) üç yıl süreyle yürütülen bir başka çalışmada elde edilen dane verimi değerlerinin bu çalışmada elde edilen değerlerden daha düşük bulunmuştur (Kahraman ve ark., 2021) Bu sonucun ortaya çıkmasında yağış rejiminde meydana gelen dalgalanmaların etkili olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 3. Çeşit/çeşit adaylarının her bir çevre için dane verimine (kg/da) ait basit istatistiki tanımlayıcıları

Genotipler	Çevreler				Ortalama
	Edirne	Keşan	Lüleburgaz	Tekirdağ	
Alpan	1154.0 ± 37.7	863.9 ± 31.9	965.6 ± 19.0	906.0 ± 62.8	972.4 ± 34.0
Sancaktar	1009.6 ± 41.8	749.5 ± 32.4	675.0 ± 33.5	684.6 ± 30.0	779.7 ± 38.3
Kurşun	899.3 ± 8.8	517.3 ± 13.1	598.3 ± 37.5	548.3 ± 35.5	640.8 ± 41.1
Artek	1136.8 ± 21.4	943.3 ± 43.7	1017.1 ± 29.8	972.8 ± 50.5	1017.5 ± 25.5
Axum	1201.3 ± 36.1	875.8 ± 46.2	918.7 ± 31.1	841.0 ± 39.8	959.2 ± 40.6
Huntaş 59	902.8 ± 8.0	859.0 ± 36.1	850.3 ± 17.1	741.4 ± 30.0	838.4 ± 19.1
Primus	1178.8 ± 41.6	909.0 ± 31.1	894.2 ± 13.9	740.8 ± 33.6	915.4 ± 37.4
Dt Odrişa	885.1 ± 18.7	820.6 ± 25.1	855.8 ± 9.4	759.7 ± 19.4	830.3 ± 14.8
Dt 22	813.4 ± 32.5	761.1 ± 31.9	822.0 ± 11.8	655.5 ± 17.3	763.0 ± 20.5
Raifbey	975.7 ± 30.9	615.9 ± 37.9	859.0 ± 27.9	684.7 ± 34.6	783.8 ± 39.5
Simten	908.9 ± 32.9	771.3 ± 38.7	768.1 ± 42.3	680.6 ± 82.6	782.2 ± 31.7
Hektaş 3 (Kahraman)	889.2 ± 60.2	870.6 ± 25.0	864.0 ± 17.1	760.9 ± 39.8	846.2 ± 21.8
Hektaş 4	733.2 ± 35.8	725.4 ± 26.4	752.6 ± 29.0	587.2 ± 37.4	699.6 ± 22.3
BBVD7-2019	898.5 ± 13.1	718.0 ± 16.8	792.5 ± 13.6	759.8 ± 24.5	792.2 ± 19.0
Üçyıldız	1057.0 ± 19.9	761.5 ± 41.7	835.5 ± 47.4	831.8 ± 39.5	871.4 ± 33.5
Dörtü yıldız	923.4 ± 37.4	757.5 ± 17.8	878.7 ± 20.6	805.5 ± 19.7	841.3 ± 20.0
Beşyıldız	906.1 ± 29.5	743.8 ± 16.2	823.5 ± 41.7	801.3 ± 24.2	818.7 ± 20.0
Altıyıldız	936.5 ± 36.6	763.6 ± 16.3	837.7 ± 35.0	690.8 ± 47.5	807.1 ± 28.4
Onbiryıldız	1063.6 ± 69.4	707.7 ± 28.1	798.9 ± 51.9	851.2 ± 21.8	855.3 ± 39.7
Ez11 (Kemaller)	955.4 ± 51.4	775.4 ± 8.5	852.4 ± 19.1	778.0 ± 33.2	840.3 ± 23.8
Vassa	1056.2 ± 32.6	857.6 ± 30.9	952.0 ± 49.9	957.1 ± 37.1	955.7 ± 25.0
LG Arnova	1186.0 ± 55.9	890.2 ± 27.6	1046.1 ± 32.3	974.1 ± 50.1	1024.1 ± 34.0
Gelibolu	1057.0 ± 57.3	785.8 ± 41.4	813.4 ± 36.6	771.3 ± 67.9	856.9 ± 38.1
Esperia	986.2 ± 14.6	757.7 ± 35.2	731.9 ± 15.9	717.4 ± 57.8	798.3 ± 32.4
Rumeli	901.7 ± 23.3	759.3 ± 16.1	844.6 ± 33.6	636.5 ± 34.5	785.5 ± 28.6
Krasunia Odes’ka	1029.3 ± 21.9	784.0 ± 34.8	796.1 ± 47.0	701.3 ± 48.8	827.7 ± 36.1
Glosa	939.3 ± 62.8	744.9 ± 10.3	747.2 ± 60.6	756.5 ± 43.6	797.0 ± 30.5
Çevre ortalaması	982.3 ± 12.6	781.1 ± 9.9	836.7 ± 10.7	762.8 ± 12.5	840.7 ± 7.1
Varyasyon katsayısı (%)	13.4	13.1	13.3	17.0	-

Çalışma kapsamında ölçülen diğer tarımsal ve kalite özelliklerinin değerlendirilmesinde Edirne ve Lüleburgaz çevrelerinden elde edilen veriler kullanılmıştır. Bu özelliklerin basit istatistiki tanımlayıcıları Çizelge 4’de verilmiştir. Her iki çevre ortalamaları dikkate alınarak yapılan analizler sonucunda en yüksek varyasyon katsayısı Alveograf enerji (%33.7) değerinde belirlenirken en düşük varyasyon katsayıları hektolitre ağırlığı (%2.6) ve başaklanma gün sayısında (%3.8) belirlenmiştir. Özelliklerin değişim aralığına bakılacak olursa bitki boyunun 80.0 cm ile 107.5 cm, başaklanma gün sayısının 119.5 gün ile 136.5 gün, bin dane ağırlığının 31.0 g ile 43.2 g, hektolitre ağırlığının 71 kg/hL ile 79.1 kg/hL, dane sertliğinin %11.4 ile %62.1, protein oranının %12.6 ile %15.7, Zeleny

sedimentasyonun 41.0 mL ile 68.5 mL, beklemeli Zeleny sedimentasyonun 40.5 mL ile 75.0 mL, Alveograf değerinin 151.0 10⁻⁴ joule ile 338.0 10⁻⁴ joule, yaş gluten oranının %18.6 ile %32.3 ve gluten indeksinin %60.4 ile %99.9 arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4). İlgili özellikler bakımından ortalama olarak en düşük ve yüksek değerlere bakıldığında en uzun genotipin Kurşun (107.5 cm) olduğu ve en kısa genotipin ise Esperia (80.0 cm) olduğu belirlenmiştir. Bilindiği üzere boğum arası kısalığı genetik olarak bodurluk (*Rht*) genleri ile kontrol edilmektedir ve Esperia çeşidinde boğum arası kısalığı ve düşük kök hacmine etki eden *Rht-D1b* allelinin olduğu bilinmektedir (Tekin, 2021). Dolayısıyla en düşük bitki boyunun Esperia çeşidinde tespit edilmesi beklenen bir sonuçtur. Başaklanma gün sayısı özelliği bakımından en erkenci çeşit Gelibolu (119.5 gün) olurken en geçi çeşitler Raifbey (136.5 gün) ve Kurşun (135.0 gün) olmuştur. En yüksek bin dane ağırlığı (BDA) Altıyıldız (43.2 g) ve Vassa (43.1 g) genotiplerinde tespit edilirken en düşük BDA Onbiryıldız (31.0 g) genotipinde bulunmuştur. En düşük hektolitre ağırlığı 71 kg/hL ile LG Arnova çeşidinde en yüksek 79.1 kg/hL ile Kahraman çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 4). Yüksek un verimi ve düşük kül oranı ile çok yakından ilişki olan hektolitre ağırlığı, hem un sanayisi hem de ihracat bakımından oldukça önemli bir parametredir. Avrupa Birliği ülkelerinde ticarete konu olması için bir buğday çeşidinin en az 76 kg/hL hektolitre ağırlığına sahip olması gerekmektedir (Crepon ve Duyme, 2020). Bu çalışmada genotiplerin hektolitre ağırlığının ortalaması 76.3 kg/hL olması bu açıdan oldukça önemlidir.

Bir diğer önemli kalite özelliğinden biri de dane sertliğidir. Dane sertliği ve yüksek dane protein içeriğinin hamur dayanımı ve somun hacmi üzerine oldukça yüksek etkisinin olduğu bilinmektedir (Lafiandra ve ark., 2022) Ancak sert ya da çok sert olarak sınıflandırılan daneler zor parçalandığı ve daha fazla enerji gerektirdiği için değirmencilikte yarı-sert dane yapısına sahip çeşitler tercih sebebidir. Öte yandan yüksek gluten kalitesine sahip baklava, börek endüstrisi için ve paçalda yumuşak buğdayları düzeltmek için de daha çok sert ekmeklik buğdaylara ihtiyaç duyulmaktadır (Tekin, 2021). Bu çalışmada en sert dane yapısına sahip çeşit Harman 22 (%11.4) olarak belirlenirken en yumuşak dane Rafibey (%62.1) çeşit adayında tespit edilmiştir. Genotiplerin ortalaması ise %50.5 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4). Ortalama değere bakıldığında çeşit/çeşit adaylarının birçoğunun dane sertliği bakımından değirmencilik için uygun olduğu söylenebilir (Çizelge 4).

Çalışmada kullanılan genotiplerin protein oranları istatistikleri incelendiğinde ortalama protein oranının %13.9 olduğu ve varyasyon katsayısının %11.6 olduğu tespit edilmiştir. Primus ve Hektaş 4 çeşit adayları %12.6 ile en düşük protein oranlarına sahip olurken Harman 22 çeşidi %15.7 ile en yüksek protein oranına sahip bulunmuştur. Kalite özellikleri arasında en düşük varyasyon protein oranında belirlenmiştir (Çizelge 4). Buğdayda protein oranı, çevre ve yetiştirme koşullarından yüksek derecede etkilendiği için kalıtım derecesi düşüktür. Dolayısıyla ıslah çalışmaları sonucunda yeni geliştirilen çeşit adaylarında istenen genetik ilerleme tam olarak sağlanamamaktadır (Malalgoda ve ark., 2018; Tekin, 2021). Bu çalışmada da kullanılan çeşit adaylarının standart çeşitler ile benzer veya daha düşük protein oranlarına sahip olması bu şekilde açıklanabilir. Sedimentasyon değeri de ıslah çalışmalarında bir seçim kriteri olarak yoğun olarak çalışılmaktadır. Bu çalışmada genotiplerin ortalama sedimentasyon değeri 54.7 mL olurken varyasyon katsayısı %20.8 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4). Son yıllarda benzer ekolojik koşullarda yürütülen ve ortak standart çeşitlerin kullanıldığı çalışmalarda ortalama sedimentasyon değeri 47.6 mL (Kahraman ve ark., 2021) ve 52.7 mL (Gülhan ve ark., 2023) belirlenmiştir ve bu çalışmanın sonuçları ile uyum içerisindedir.

Yaş gluten oranı bakımından elde edilen sonular incelendiğinde genotiplerin ortalama olarak %26.7 yaş glutenin oranına sahip olduğu ve varyasyon katsayısının %22.0 olduğu belirlenmiştir. En düşük yaş gluten oranı %18.6 ile Primus çeşit adayında en yüksek %32.3 ile Üçyıldız çeşidinde

Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinin Dane Verimi ve Bazı Önemli Kalite Özellikleri için Trakya Bölgesinde Bulunan Farklı Çevrelerde Testlenmesi

belirlenmiştir (Çizelge 4). Yaş gluten oranı da özellikle olum dönemindeki iklim koşullarına göre değişkenlik gösterdiğinden beklenen bir varyasyon oranı tespit edilmiştir. Gluten indeksinde de gluten oranında olduğu gibi çeşitler arasında geniş bir varyasyon tespit edilmiştir. Gluten indeksi, değirmencilik açısından oldukça önemli bir özelliktir ve unun kuvvetinin bir ölçüsüdür (Köksel ve ark., 2020). Dolayısıyla ıslah çalışmalarında çok önemli bir ıslah kriteridir. Çalışmada kullanılan genotiplerin ortalama olarak %90.8 gluten indeksine sahip olması ıslah çalışmalarının başarısının bu konudaki bir göstergesidir. Her ne kadar incelenen kalite özellikleri buğday danesindeki kalite içeriğini bir miktar açıklasa da değirmencilik için kritik olan reolojik özellikler hakkında yeterli bilgi veremeyebilir (Köksel ve ark., 2020). Hamurun elastikiyeti, viskozitesi, uzayabilme kabiliyeti gibi reolojik parametreler için yapılan Alveograf analizleri bu sebeple çok önemlidir. Çalışmada genotiplerin ortalama enerji değeri 252.4 10⁻⁴ joule olarak tespit edilmiştir. En yüksek enerji değeri 338.0 10⁻⁴ joule ile Dt Odrisa çeşidinde belirlenirken en düşük enerji 151.0 10⁻⁴ joule ile Kurşun çeşit adayında belirlenmiştir.

Çizelge 4. Çeşit/çeşit adaylarının diğer tarımsal ve kalite özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri

Genotipler	BB (cm)	BGS (gün)	BDA (g)	HA (kg/hL)	DS (%)	PO (%)	ZS (mL)	BZS (mL)	W (10 ⁻⁴ joule)	YG (%)	Gİ (%)
Alpan	86.5 ± 3.5	130.0 ± 4.0	38.3 ± 1.2	74.6 ± 0.3	52.7 ± 5.2	13.3 ± 1.0	43.0 ± 3.0	40.5 ± 4.5	174.5 ± 36.5	27.5 ± 3.8	60.4 ± 9.8
Sancaktar	95.0 ± 5.0	131.0 ± 4.0	39.2 ± 2.6	77.3 ± 1.3	58.6 ± 0.0	13.7 ± 1.3	44.5 ± 16.5	52.5 ± 20.5	189.5 ± 38.5	23.5 ± 2.3	98.4 ± 0.1
Kurşun	107.5 ± 7.5	135.0 ± 3.0	40.9 ± 2.7	77.4 ± 1.1	46.8 ± 0.2	13.7 ± 2.0	43.0 ± 3.0	41.0 ± 2.0	151.0 ± 12.0	29.9 ± 7.1	61.9 ± 12.1
Artek	81.5 ± 1.5	128.5 ± 4.5	36.9 ± 0.8	74.8 ± 0.8	40.4 ± 5.8	13.5 ± 1.9	54.5 ± 13.5	60.5 ± 11.5	319.0 ± 12.0	24.0 ± 6.8	99.0 ± 0.5
Axum	86.0 ± 1.0	128.5 ± 4.5	32.5 ± 1.0	77.5 ± 0.3	44.7 ± 8.2	13.3 ± 1.8	56.5 ± 12.5	62.5 ± 10.5	296.3 ± 11.3	23.6 ± 7.5	98.4 ± 1.0
Huntaş 59	85.0 ± 5.0	129.0 ± 5.0	40.9 ± 1.2	74.4 ± 0.3	46.3 ± 3.6	14.0 ± 1.9	60.0 ± 13.0	68.0 ± 8.0	334.0 ± 13.0	24.7 ± 6.6	99.5 ± 0.5
Primus	98.5 ± 1.5	124.5 ± 2.5	35.9 ± 2.1	77.1 ± 0.1	49.8 ± 4.6	12.6 ± 1.6	59.5 ± 13.5	68.0 ± 8.0	197.0 ± 40.0	18.6 ± 5.5	99.9 ± 0.1
Dt Odrisa	89.0 ± 4.0	127.0 ± 2.0	41.2 ± 0.7	74.9 ± 0.8	50.6 ± 2.8	14.4 ± 1.6	63.5 ± 9.5	72.0 ± 4.0	338.0 ± 13.0	26.9 ± 5.5	98.9 ± 1.1
Dt 22	82.5 ± 2.5	124.0 ± 2.0	42.4 ± 1.3	76.9 ± 0.5	58.3 ± 1.9	14.6 ± 1.7	57.0 ± 8.0	67.5 ± 0.5	240.5 ± 14.5	31.1 ± 6.5	82.1 ± 11.7
Raifbey	104.0 ± 4.0	136.5 ± 5.5	37.1 ± 2.4	74.6 ± 1.3	62.1 ± 5.1	13.9 ± 1.6	54.0 ± 11.0	63.0 ± 7.0	288.0 ± 8.4	26.9 ± 6.0	96.3 ± 2.5
Simten	89.0 ± 1.0	122.5 ± 3.5	40.9 ± 1.5	75.0 ± 1.0	46.0 ± 1.7	13.9 ± 1.2	56.5 ± 6.5	70.0 ± 3.0	225.0 ± 42.0	25.5 ± 2.5	98.7 ± 0.3
Hektaş 3 (Kahraman)	95.0 ± 5.0	127.0 ± 3.0	39.9 ± 0.1	79.1 ± 0.3	54.1 ± 2.7	14.3 ± 1.1	50.5 ± 6.5	56.0 ± 7.0	263.5 ± 56.5	27.6 ± 4.2	87.3 ± 2.2
Hektaş 4	95.0 ± 5.0	127.0 ± 3.0	34.5 ± 0.5	78.5 ± 0.6	50.7 ± 2.6	12.6 ± 0.9	49.5 ± 6.5	58.0 ± 4.0	220.0 ± 31.0	22.2 ± 3.5	97.5 ± 1.2
BBVD7- 2019	81.5 ± 3.5	126.5 ± 2.5	36.5 ± 0.8	74.2 ± 1.0	11.4 ± 1.5	15.7 ± 1.2	65.5 ± 4.5	72.0 ± 2.0	281.5 ± 14.5	29.0 ± 3.3	98.0 ± 1.6
Üçyıldız	100.0 ± 1.0	129.0 ± 3.0	31.1 ± 0.3	78.5 ± 0.4	59.0 ± 0.8	14.3 ± 1.5	52.0 ± 4.0	49.0 ± 2.0	237.5 ± 20.5	32.3 ± 5.5	80.2 ± 11.7
Dört yıldız	98.5 ± 8.5	126.5 ± 2.5	36.8 ± 1.2	77.7 ± 0.9	57.4 ± 1.4	15.6 ± 1.4	68.5 ± 4.5	75.0 ± 1.0	314.0 ± 56.0	29.5 ± 3.9	98.1 ± 0.4
Beş yıldız	97.5 ± 7.5	125.5 ± 2.5	38.4 ± 0.5	76.5 ± 0.2	56.2 ± 1.4	14.8 ± 1.1	61.0 ± 7.0	64.0 ± 6.0	263.0 ± 38.0	27.4 ± 6.1	97.2 ± 1.0
Altı yıldız	99.0 ± 4.0	122.0 ± 3.0	43.2 ± 0.4	74.7 ± 0.5	39.5 ± 3.7	14.4 ± 0.7	54.5 ± 4.5	65.0 ± 2.0	213.0 ± 65.0	27.9 ± 3.0	96.0 ± 1.4

Çizelge 4'ün devamı: Çeşit/çeşit adaylarının diğer tarımsal ve kalite özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri

Onbıryıldız	95.0 ± 5.0	128.5 ± 1.5	31.0 ± 0.3	78.7 ± 0.4	59.5 ± 0.5	14.7 ± 1.1	52.0 ± 4.0	52.5 ± 4.5	248.5 ± 9.5	32.1 ± 4.2	72.8 ± 12.1
Ez11 (Kemaller)	85.0 ± 0.0	126.0 ± 3.0	32.9 ± 1.6	76.7 ± 0.2	53.9 ± 3.7	14.1 ± 1.4	47.5 ± 3.5	58.5 ± 2.5	209.5 ± 30.5	28.7 ± 5.3	85.8 ± 9.9
Vassa	96.5 ± 6.5	126.5 ± 1.5	43.1 ± 3.0	77.4 ± 0.2	52.8 ± 2.9	12.8 ± 1.4	41.0 ± 5.0	45.0 ± 9.0	176.0 ± 38.0	26.3 ± 4.7	77.2 ± 7.9
LG Arnova	84.0 ± 8.0	127.5 ± 1.5	31.8 ± 3.0	71.0 ± 0.2	58.5 ± 2.9	13.5 ± 1.4	46.0 ± 5.0	44.0 ± 9.0	206.0 ± 38.0	26.8 ± 4.7	79.9 ± 7.9

Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinin Dane Verimi ve Bazı Önemli Kalite Özellikleri için Trakya Bölgesinde Bulunan Farklı Çevrelerde Testlenmesi

	4.0	1.5	2.1	0.8	8.2	1.7	7.0	8.0	46.0	6.4	13.0
Gelibolu	91.5 ± 3.5	119.5 ± 4.5	41.5 ± 0.1	78.9 ± 0.4	48.5 ± 1.8	13.4 ± 0.6	51.5 ± 6.5	62.5 ± 8.5	296.5 ± 36.5	25.0 ± 2.1	96.2 ± 1.3
Esperia	80.0 ± 0.0	128.0 ± 4.0	35.1 ± 0.7	75.2 ± 0.0	52.8 ± 2.2	14.5 ± 1.4	59.0 ± 12.0	68.5 ± 6.5	300.0 ± 7.5	24.9 ± 5.2	99.0 ± 0.5
Rumeli	101.5 ± 6.5	126.0 ± 2.0	37.5 ± 0.3	78.3 ± 1.3	57.2 ± 3.2	14.9 ± 1.5	64.0 ± 8.0	75.0 ± 1.0	301.0 ± 10.1	27.2 ± 4.7	99.5 ± 0.3
Krasunia	94.0 ± 6.0	128.0 ± 4.0	36.5 ± 2.3	75.7 ± 0.4	48.6 ± 1.3	14.2 ± 1.0	64.5 ± 4.5	71.5 ± 0.5	257.5 ± 23.5	28.0 ± 2.9	97.8 ± 0.8
Odes'ka	99.0 ± 4.0	127.0 ± 3.0	36.7 ± 1.2	75.8 ± 0.4	48.8 ± 3.2	13.6 ± 1.7	59.0 ± 10.0	68.5 ± 4.5	276.0 ± 10.1	26.6 ± 5.1	98.1 ± 0.3
Glosa	92.5 ± 1.2	127.3 ± 0.7	37.5 ± 0.5	76.3 ± 0.2	50.5 ± 1.4	13.9 ± 0.2	54.7 ± 1.6	61.1 ± 1.7	252.4 ± 11.6	26.7 ± 0.8	90.8 ± 1.8
Ortalama	9.8	3.8	10.4	2.6	20.5	11.6	20.8	20.4	33.7	22.0	14.5
Varyasyon katsayısı (%)											

BB: Bitki boyu, BGS: Başaklanma gün sayısı, BDA: Bin dane ağırlığı, HA: Hektolitre ağırlığı, DS: Dane sertliği, PO: Protein oranı, ZS: Zeleny sedimantasyon, BZS: Beklemeli Zeleny sedimantasyon, W: Alveograf enerji değeri, YG: Yaş gluten oranı, GI: Gluten indeksi.

Genotip x Çevre İnteraksiyonu ve Özellikler Arasındaki İlişkiler

Çalışma dane verimi için dört çevrenin sonuçları GGE ve AMMI analizleri kullanılarak yorumlanmaya çalışılmıştır. Dane verimi özelliği için yapılan GGE biplot analizi sonucunda 7 farklı sektör ortaya çıkmıştır (Şekil 1a). Bilindiği üzere biplot grafiğinde vektörler arasındaki yakın açılar (0° ile 90°) pozitif ilişkiyi vurgularken 90° 'lik açı iki vektör arasında ilişki bulunmadığını daha geniş açılar ise negatif ilişkiyi ortaya koymaktadır. Buna göre Keşan ve Lüleburgaz çevreleri bir mega çevrede Tekirdağ ve Edirne çevreleri ise bir diğer mega çevrede gruplanmıştır. Birinci temel bileşen %75.58 ve ikinci temel bileşen %14.39 ve toplamda %89.97 genotip x çevre interaksiyonu arasındaki ilişki açıklanmıştır. Keşan ve Lüleburgaz çevrelerinin oldukça yakın ilişkide olduğu birinci mega çevrede Vassa ve Artek çeşitleri öne çıkarken Tekirdağ ve Edirne çevrelerinin yer aldığı mega çevrede sırasıyla LG Arnova, Alpan ve Primus çeşitleri öne çıkmıştır (Şekil 1a). Birçok çeşit orijine yakın bulunduğundan dolayı her bir çevrede ortalama değerlere sahip olduğu söylenebilir. Benzer yıllarda Trakya bölgesinde farklı çeşit ve hatlarla yürütülen bir çalışmada ölçülen kalite özellikleri değerleri bu çalışmada ölçülen değerler ile uyum içerisindedir (Gülhan ve ark., 2023). Ayrıca araştırmacılar GGE biplot analizi sonucunda bu çalışmada da standart olarak kullanılan Gelibolu çeşidinin hektolitre ağırlığı ve gluten indeksi bakımından çevrelere iyi uyum gösterdiğini rapor etmişlerdir. 2015-2016 ve 2016-2017 yıllarında Trakya bölgesinde 7 farklı çevrede yürütülen bir başka araştırmada GGE biplot analizi sonucunda Rumeli çeşidinin hem yüksek verimli hem de stabil çeşitlerden biri olduğu rapor etmişlerdir (Güngör ve ark., 2022). Bu çalışmada ise Rumeli çeşidinin yüksek verimli olmasa da kararlı çeşitlerden biri olduğu söylenebilir.

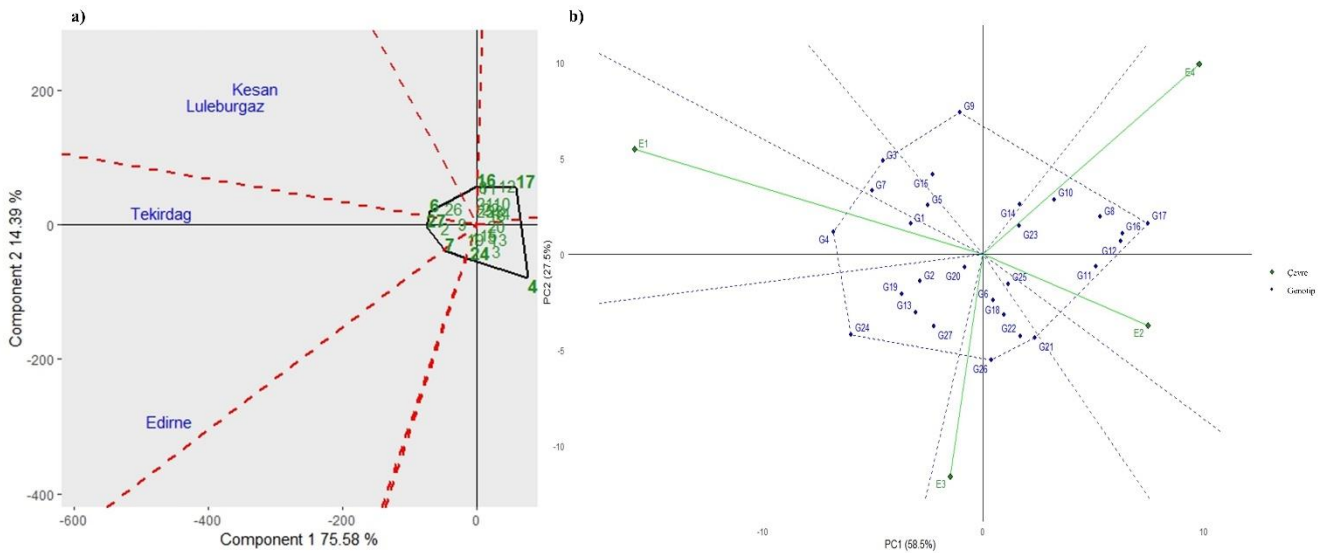
AMMI temelli varyans analizi sonucunda genotip, çevre, tekerrür ve genotip x çevre interaksiyonu bakımından istatistiki olarak önemli etkiler tespit edilmiştir (Çizelge 5). Genotip x çevre etkileşiminin varlığı farklı çevrelerde genotiplerin yaklaşık sıralamalarındaki farklılıklardan etkilenmiştir. Ayrıca ilk iki temel bileşen (TBEI ve TBEII) istatistiki olarak önemli olup etkileşime ilişkin varyansın %58.5'u TBEI ve %27.5'u ise TBEII'den karşılanmıştır (Şekil 1b). AMMI temelli varyans analiz tablosuna baktığımızda ise oluşan bu varyasyona yüksek oranda genotip (%35.1) ve çevrenin (%34.5) etki ettiği tespit edilmiştir (Çizelge 5). AMMI biplot grafiğinde TBEI ve TBEII bakımından 0 değerinden geçen doğruların kesiştiği orijine yakın değerlerdeki genotiplerin ilgili özellik bakımından stabil olarak yorumlandığı bilinmektedir. Buna göre Şekil 1b incelendiğinde Ez11 (G20) ve Rumeli (G25) genotiplerinin diğer genotiplere göre daha kararlı oldukları söylenebilir. Diğer bir taraftan orijinden uzak olan çevre ve genotiplerin de genotip x çevre etkileşimine yüksek katkı sağladığı bilinmektedir. Buna göre değerlendirilecek olursa Kurşun (G3), Artek (G4), Dt 22 (G9), Beşyıldız (G17), Vassa (G21), Esperia (G24) ve Krasunia Odes'ka (G26) genotipleri ile Edirne (E1),

Keşan (E4) ve Tekirdağ (E3) çevrelerinin genotip çevre interaksiyonunda daha büyük etkiye sahip olduğu söylenebilir. 2015-2016 yetiştirme sezonunda Trakya bölgesini temsilen 5 farklı çevrede yürütülen bir çalışmada Gelibolu çeşidinin tüm çevrelere iyi uyum sağladığını belirtmiştir (Öztürk, 2022). Bu çalışmada da Gelibolu çeşidi iyi uyum sağlayan çeşitlerden biri olmuştur. Güngör ve ark. (2022) da Trakya bölgesinin benzer ekolojik koşullarında ve ortak standart çeşitler ile yürüttükleri çalışmalarında bu çalışmada olduğu gibi genotip, çevre ve genotip x çevre interaksiyonu bakımından istatistiki olarak önemli ($p<0.01$) farklılıklar tespit etmişlerdir.

Çizelge 5. Araştırmanın yürütüldüğü dört çevrede dane veriminin AMMI analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	SD	KT	KO	F	Varyasyona etkisi (%)
Genotipler	26	3261289	125434	24.87**	35.1
Çevreler	3	3207070	1069023	96.06**	34.5
Tekerrür(Çevre)	12	133545	11129	2.21*	1.4
Etkileşimler	78	1116723	14317	2.84**	12.0
Temel bileşen eksenleri interaksiyonu I (TBEI)	28	653216	23329	4.62**	-
Temel bileşen eksenleri interaksiyonu II (TBEII)	26	306561	11791	2.34**	-
Temel bileşen eksenleri interaksiyonu III (TBEIII)	24	156947	6539	1.30 ^{öd}	-
Hata	312	1573892	5045	-	-

* $p<0.05$, ** $p<0.01$. öd: önemli değil



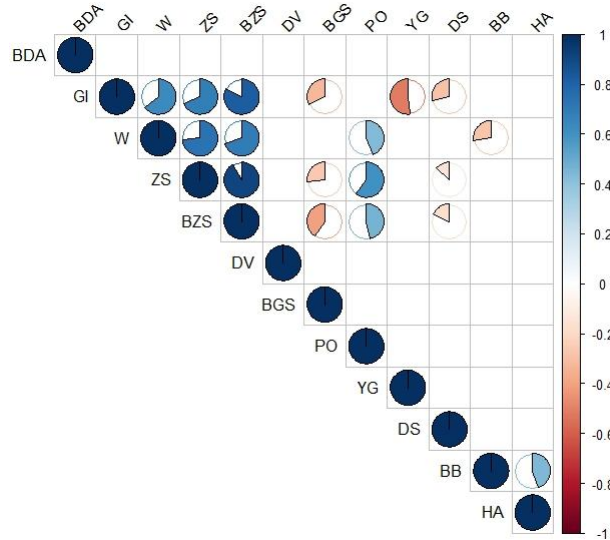
Şekil 1. GGE biplot ve AMMI analizi sonuçlarına ait görseller (a) Hangi genotipin hangi çevrede kazandığını (Which Where Won) gösteren GGE biplot görseli, (b) Dane verimi bakımından test edilen çevreler ile genotipler arasındaki ilişkiyi gösteren AMMI biplot modeli. (E1: Edirne, E2: Lüleburgaz, E3: Tekirdağ, E4: Keşan)

AMMI analizi sonucunda her bir çevrede öne çıkan ilk dört çeşide bakılacak olursa Keşan çevresinde sırasıyla Artek, Primus, LG Arnova ve Axum, Lüleburgaz çevresinde sırasıyla LG Arnova, Artek, Alpan ve Vassa, Tekirdağ çevresinde sırasıyla LG Arnova, Artek, Vassa ve Alpan, Edirne çevresinde ise sırasıyla Axum, LG Arnova, Alpan ve Artek çeşitlerinin öne çıktığı belirlenmiştir (Çizelge 6). Buna göre LG Arnova ve Artek dört çevrede de öne çıkan ilk dört çeşitten biri olmayı başarmıştır. GGE biplot analizi ve AMMI analizi sonuçları birlikte değerlendirildiğinde oldukça benzer sonuçlar ortaya çıktığı ve her iki analizde de LG Arnova ve Artek çeşitlerinin öne çıkan çeşitlerden olduğu söylenebilir. Bursa şartlarında 2019-2020 yıllarında yürütülen bir çalışmada da bu çalışmada olduğu gibi LG Arnova çeşidi en yüksek dane verimine sahip genotiplerden biri olarak belirlenmiştir (Koç ve Aydoğan Çifci, 2022).

Çizelge 6. AMMI'ye göre her bir çevrede öne çıkan ilk dört çeşit

Çevre	Ortalama (kg/da)	Çevre skoru	1. çeşit	2. çeşit	3. çeşit	4. çeşit
Keşan	781.1	9.81	Artek	Primus	LG Arnova	Axum
Lüleburgaz	836.7	7.48	LG Arnova	Artek	Alpan	Vassa
Tekirdağ	762.8	-1.48	LG Arnova	Artek	Vassa	Alpan
Edirne	982.3	-15.81	Axum	LG Arnova	Alpan	Artek

Dane verimi dışındaki tüm tarımsal ve kalite özelliklerinin analizinde ise Edirne ve Lüleburgaz çevrelerinin verileri kullanılmıştır. Dolayısıyla bu özellikler için GGE ve AMMI analizleri yapılmamış olup temel istatistikler dışında sadece korelasyon ve temel bileşenler analizleri gerçekleştirilmiştir. Her iki çevreden elde edilen verilerin ortalamaları ile yapılan korelasyon analizinde gluten indeksi, beklemeli Zeleny sedimantasyon, Zeleny sedimantasyon, gluten indeksi, Alveograf enerji değeri ve protein oranı arasında istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) pozitif ilişkiler tespit edilmiştir (Şekil 2). Ayrıca yaş gluten oranı ile gluten indeksi arasında istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) ortalama düzeyde negatif ilişki tespit edilmiştir. Dane verimi ile diğer tarımsal ve kalite özellikleri arasında anlamlı bir ilişki belirlenmemiştir.

**Şekil 2.** Çalışılan özelliklerin arasındaki ilişkileri gösteren korelogram

Her bir genotipe ait dane verimi ve diğer tarımsal ve kalite özelliklerinin Edirne ve Lüleburgaz çevrelerinde elde ettikleri ortalama değerler kullanılarak gerçekleştirilen temel bileşenler analizinde ilk dört temel bileşen 1'in üzerinde eigen değerine sahip olarak bulunmuş ve toplam varyasyonun %74'ünden fazlasını açıklamıştır (Çizelge 7). İlk iki bileşen ise Şekil 3 ve Çizelge 7'de de belirtildiği gibi %49.3 varyans açıklamışlardır. Her bir özelliğin temel bileşenlere katkısı değerlendirildiğinde beklemeli Zeleny sedimantasyon, Zeleny sedimantasyon, gluten indeksi ve Alveograf enerji değeri özellikleri temel bileşen 1'e yüksek derecede katkıda bulunmuşlardır. İkinci temel bileşende yüksek katkı sağlayan özellikler ise yaş gluten oranı, protein oranı, dane verimi ve bitki boyu olarak belirlenmiştir (Çizelge 7).

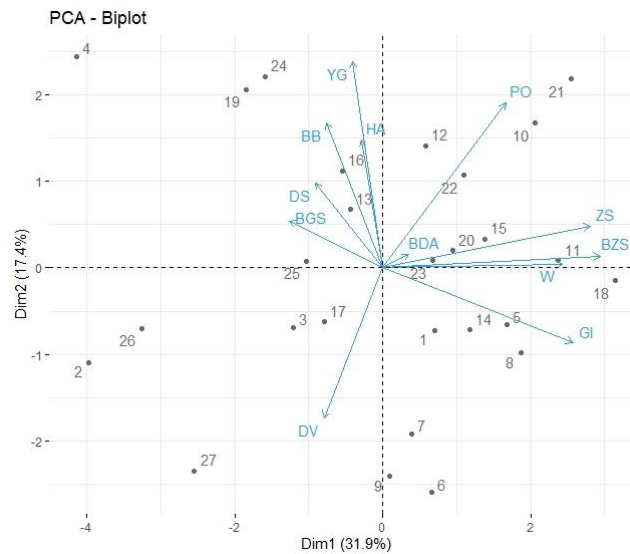
Çizelge 7. İncelenen tüm özellikler için her bir temel bileşenin eigenvektörleri

Özellik	PC1	PC2	PC3	PC4
BZS	0.960	0.045	-0.108	0.087
ZS	0.916	0.157	0.126	0.139
GI	0.841	-0.281	-0.254	0.215
W	0.792	0.013	0.256	0.264
BGS	-0.411	0.176	0.263	0.133
YG	-0.134	0.779	0.482	-0.258

Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinin Dane Verimi ve Bazı Önemli Kalite Özellikleri için Trakya Bölgesinde Bulunan Farklı Çevrelerde Testlenmesi

PO	0.544	0.622	0.419	-0.257
DV	-0.259	-0.565	0.484	0.288
BB	-0.250	0.546	-0.487	0.316
HA	-0.092	0.483	-0.499	0.382
DS	-0.297	0.320	0.113	0.632
BDA	0.115	0.05	-0.552	-0.561
Eigen değeri	3.82	2.09	1.67	1.33
Açıklanan varyans (%)	31.85	17.42	13.96	11.16
Kümülatif varyans (%)	31.85	49.27	63.24	74.41

BB: Bitki boyu, BGS: Başaklanma gün sayısı, BDA: Bin dane ağırlığı, BZS: Beklemeli Zeleni sedimantasyon, DS: Dane sertliği, DV: Dane verimi, HA: Hektolitre ağırlığı, PO: Protein oranı, ZS: Zeleni sedimantasyon, W: Alveograf enerji değeri, YG: Yaş gluten oranı, GI: Gluten indeksi.



Şekil 3. Genotipler ve özellikler arasındaki ilişkileri ortaya koyan temel bileşenler analizi

SONUÇ

Dane verimi için yapılan genotip x çevre etkileşimi analizleri sonucunda Keşan ve Lüleburgaz çevrelerinin oldukça yakın ilişkide olduğu birinci mega çevrede Vassa ve Artek çeşitleri öne çıkarken Tekirdağ ve Edirne çevrelerinin yer aldığı mega çevrede sırasıyla LG Arnova, Alpan ve Primus çeşitleri öne çıktığı belirlenmiştir. En stabil genotipler ise Ez11 ve Rumeli olmuştur. GGE biplot analizi ve AMMI analizi sonuçları birlikte değerlendirildiğinde oldukça benzer sonuçlar ortaya çıktığı ve her iki analizde de LG Arnova ve Artek çeşitlerinin öne çıkan çeşitlerden olduğu söylenebilir. Ancak dane verimi için yapılan genotip x çevre etkileşimi analizleri ile kalite özellikleri için uygulanan basit istatistikler, korelasyon ve temel bileşenler analizleri incelendiğinde bu çeşitlerden Artek çeşidinin hem verim hem de kalite açısından öne çıktığı söylenebilir. Bu yeni çeşitler ve çeşit adayları hakkında daha net bir bilgiye ulaşmak için daha uzun süreli çalışmalar yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

TEŞEKKÜR

Makaledeki ilk iki yazar T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü (TTSM)'nde çalışmaktadır. Çalışmada kullanılan ham veriler, TTSM tarafından kurulan tescil denemelerinden elde edilmiştir. Bu imkânı sağladığı için TTSM'ye teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler

Yazar Katkısı

H.İ.G. ve A.B.Y. denemelerin yürütülmesine katkı sağlamışlardır. M.T., V.Ç. ve M.Z.Y verilerin düzenlenmesi, istatistiki analizler ve makale yazımına katkı sağlamışlardır.

KAYNAKLAR

- Akcura, M., Taner, S., & Kaya, Y. (2011). Evaluation of bread wheat genotypes under irrigated multi-environment conditions using GGE biplot analyses. *Žemdirbystė=Agriculture*, 98(1), 35-40.
- Anonim. (2022). Trakya'da bu yıl buğday rekoltesi 2 milyon 280 bin ton oldu. Erişim adresi: <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/trakyada-bu-yil-bugday-rekoltesi-2-milyon-280-bin-ton-oldu/2695870> (Erişim tarihi: Ağustos 30.2023).
- Aydoğan, S. (2021). *İleri Kışlık Yemlik Arpa Hatlarının Seleksiyonunda Farklı Seleksiyon İndeksi ve Stabilitate Yöntemlerinin Kullanılması*. (Doktora Tezi). Akdeniz Üniversitesi, Antalya.
- Crepon, K. ve Duyme, F. (2020). Efficiency of grain cleaner to increase test weight in wheat (*Triticum aestivum*). *Cereal Chemistry*, 97(6), 1263-1269.
- Delibaş, L., Albut, S., & Bağdatlı, M. C. (2016). Trakya bölgesinde uzun yıllar yağış ve sıcaklık değişimlerinin coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kullanılarak kuraklık açısından değerlendirilmesi. Erişim adresi: <https://acikerisim.nku.edu.tr/xmlui/handle/20.500.11776/1086> (Erişim tarihi: 23.08.2023).
- Erdemci, I. (2018). Investigation of genotype x environment interaction in chickpea genotypes using AMMI and GGE Biplot analysis. *Turkish Journal of Field Crops*, 23(1), 20-26.
- FAOSTAT. (2023). Crops and livestock products. Erişim adresi: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim tarihi: Ağustos 01, 2023).
- Frutos, E., Galindo, M. P., & Leiva, V. (2014). An interactive biplot implementation in R for modeling genotype-by-environment interaction. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 28,1629-1641.
- Güngör, H., Cakir, M. F., & Dumlupınar, Z. (2022). Evaluation of wheat genotypes: genotype x environment interaction and GGE Biplot analysis. *Turkish Journal of Field Crops*, 27(1), 149-157.
- Gülhan, L., Akçura, M., & Öztürk, İ. (2023). Bazı ekmeklik buğday genotiplerinin bazı kalite özellikleri yönünden Trakya bölgesine adaptasyonunun incelenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 10(3), 622-630.
- Husson, F., Josse, J., Le, S., & Mazet, J. (2017). Multivariate exploratory data analysis and data mining. Access adress: <https://cran.r-project.org/web/packages/FactoMineR/FactoMineR.pdf> (Accessed date: August 30, 2023).
- İlker, E., Aykut Tonk, F., Caylak, O., Tosun, M., & Ozmen, I. (2009). Assessment of genotype x environment interactions for grain yield in maize hybrids using AMMI and GGE Biplot analyses. *Turkish Journal of Field Crops*, 14(2), 123-135.
- Kahraman, T., Güngör, H., Öztürk, İ., Yüce, İ., & Dumlupınar, Z. (2021). Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinde genotip ve çevrenin tane verimi ve bazı kalite özellikleri üzerine etkisinin temel bileşen ve GGE Biplot analizleri ile değerlendirilmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 24(5), 992-1002.
- Karaman, M., Bayram, S., & Satana, E. (2023). Assessment of bread wheat genotypes (*Triticum aestivum* L.) with GGE biplot and AMMI model in multiple environments. *Romanian Agricultural Research*, 40, 189-198.
- Kassambara, A. ve Mundt, F. (2017). Extract and visualize the results of multivariate data analyses. Access adress: <https://cran.r-project.org/web/packages/factoextra/factoextra.pdf> (Accessed date: August 03, 2023).
- Kendal, E., Sayar, M. S., Tekdal, S., Aktas, H., & Karaman, M. (2016). Assessment of the impact of ecological factors on yield and quality parameters in triticale using GGE Biplot and AMMI analysis. *Pakistan Journal of Botany*, 48(5), 1903-1913.

- Koç, S. ve Aydoğan Çifci, E. (2022). Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) hat ve çeşitlerinin farklı çevrelerde bazı tarımsal özellikler yönünden incelenmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 36(1), 103-118.
- Konyalı, S. ve Gaytancıoğlu, O. (2007). Türkiye’de buğdayda uygulanan tarım politikaları ve Trakya bölgesi buğday üreticilerinin sorunları. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(3), 249-259.
- Köksel, H., Özer, S., & Yazıcı, N. (2020). Kalite ölçütleri. T. Akar (Ed.), *Buğday Tarımı* (s. 32-49). İzmir: Nobel Yayıncılık.
- Lafiandra, D., Sestili, F., Sissons, M., Kiszonas, A., & Morris, C. F. (2022). Increasing the versatility of durum wheat through modifications of protein and starch composition and grain hardness. *Foods*, 11(11), 1532.
- Malalgoda, M., Ohm, J. B., Meinhardt, S., & Simsek, S. (2018). Association between gluten protein composition and breadmaking quality characteristics in historical and modern spring wheat. *Cereal Chemistry*, 95(2), 226-238.
- Nadeem, M. A., Yeken, M. Z., Tekin, M., Mustafa, Z., Hatipoğlu, R., Aktaş, H., ... & Baloch, F. S. (2021). Contribution of Landraces in Wheat Breeding. *Wheat Landraces*, 215-258.
- Olivoto, T. ve Lúcio, A. D. (2020). metan: An R package for multi-environment trial analysis. *Methods in Ecology and Evolution*, 11(6), 783-789.
- Öztürk, İ. (2022). Environment by genotype interaction and stability of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under rainfed conditions in Trakia region. *Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics*, 8(2), 118-127.
- Öztürk, İ., Kahraman, T., Avcı, R., Girgin, V. Ç., Çiftçigil, T. H., Seidi, M., Tülek, A., Akın, K., & Tuna, B. (2018). Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinde çevre koşullarının agronomik karakterler ve biyotik stres faktörlerine etkisi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 7(1), 14-22.
- Tekin, M. (2021). *Eski ve modern ekmeklik buğday çeşitlerinin tarımsal ve kalite özellikleri bakımından genotipik ve fenotipik tanımlanması* (Doktora Tezi). Akdeniz Üniversitesi, Antalya.
- TÜİK. (2023). Bitkisel Üretim İstatistikleri. Erişim adresi: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim tarihi: Ağustos 01, 2023).
- Wei, T. and Simko, V. (2021). R package 'corrplot': Visualization of a Correlation Matrix. (Version 0.92). Access adress: <https://github.com/taiyun/corrplot> (Accessed data: August 20, 2023).