

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DOKTORA TEZİ

**EKMEKLİK BUĞDAYIN (*T. aestivum* L.) DANE VERİMİ ve BAZI
KALİTE ÖZELLİKLERİNDE GENOTİP x ÇEVRE
ETKİLEŞİMLERİNİN BELİRLENMESİ**

Yüksel KAYA

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: 25/01/2016

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Mevlüt AKÇURA

ÇANAKKALE

Yüksel KAYA tarafından Prof. Dr. Mevlüt AKÇURA yönetiminde hazırlanan ve 25/01/2016 tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Ekmeklik Buğdayın (*T. aestivum* L.) Dane Verimi ve Bazı Kalite Özelliklerinde Genotip x Çevre Etkileşimlerinin Belirlenmesi**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Tarla Bitkileri Anabilim Dalı**’nda **DOKTORA TEZİ** olarak oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

JÜRİ

Prof. Dr. Ramazan DOĞAN

Başkan

Prof. Dr. Mevlüt AKÇURA

Üye

Prof. Dr. Alper DARDENİZ

Üye

Doç. Dr. Altıngül ÖZASLAN PARLAK

Üye

Yrd. Doç. Dr. Alpay BALKAN

Üye

Prof. Levent GENÇ

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Sıra No:.....

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Yüksel KAYA

TEŞEKKÜR

Tez konusunun seçilmesi, tarla denemelerinin yürütülmesi, stabilite analizlerinin yapılması ve yorumlanması esnasında benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen saygı değer danışman hocam Prof. Dr. Mevlüt AKÇURA'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmasının her aşamasında sürekli bana destek olan, yapıcı eleştirileri ve önerileriyle ufuk açan 'Tez İzleme Komitesi'nin değerli üyeleri Prof. Dr. Alper DARDENİZ ve Doç. Dr. Altıngül ÖZASLAN PARLAK hocalarıma çok teşekkür ederim.

Tez metnini okuyan, inceleyen, hatalarını düzelten ve farklı yorumlarla içeriğini zenginleştiren 'Tez Savunma Sınavı'nın değerli üyeleri Prof. Dr. Ramazan DOĞAN ve Yrd. Doç. Dr. Alpay BALKAN hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Tarla denemelerinin kurulması ve yürütülmesinde yardımlarını esirgemeyen Konya Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü ve Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü'ne şükranlarımı arz ederim.

Kalite analizlerinin yapılmasına destek veren Konya Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü'ne ve aynı enstitünün kalite laboratuvarında analizleri yapan Gıda Yük. Müh. Mehmet ŞAHİN, Dr. Aysun GÖÇMEN AKÇAÇIK ve Zir. Yük. Müh. Seydi AYDOĞAN'a çok teşekkür ederim.

Tez çalışmamın tüm aşamalarında her zaman beni destekleyen, cesaretlendiren, motivasyonumu artıran ve hatta onlarla geçirmem gereken zamandan çaldığım için bana fazlasıyla tolerans gösteren değerli eşim Gıda Yük. Müh. Fatma KAYA ve çocuklarımız A. Muksit KAYA ve Mürevva KAYA'ya sonsuz teşekkür ederim.

Yüksel KAYA

Çanakkale, Ocak 2016

SİMGELER VE KISALTMALAR

kg/da	Kilogram/Dekar
%	Yüzde Oranı
ml	Mililitre
l	Litre
G	Genotip
Ç	Çevre
GÇE	Genotip x Çevre Etkileşimi
Y	Yıl
L	Lokasyon
YLE	Yıl x Lokasyon Etkileşimi
GLE	Genotip x Lokasyon Etkileşimi
GYE	Genotip x Yıl Etkileşimi
GYLE	Genotip x Yıl x Lokasyon Etkileşimi
H	Hat
Ç	Çeşit
CV	Varyasyon Katsayısı
R ²	Belirtme Katsayısı
PA	Pattern Analizi
CA	Kümeleme Analizi
AK	Alt Küme
PA-Biplot	Pattern Analizi'nin Biplot Modülü
AMMI-Biplot	Eklemeli Ana Etkiler ve Çarpımsal Etkileşimler Analizi'nde Biplot Tekniği
GGE-Biplot	Genotip Ana Etkisi + Genotip x Çevre Etkileşimi'nde Biplot Tekniği
PCA	Ana Bileşenler Analizi
PC1	Ana Bileşen Eksen 1
PC2	Ana Bileşen Eksen 2
TV	Tane Verimi (kg/da)
PO	Protein Oranı (%)
GO	Glüten Oranı (%)
TS	Tane Sertliği (PSI)

PSI	Partikül İrilik İndeksi
HA	Hektolitre Ağırlığı (kg/hl)
hl	Hektolitre = 100 Litre
BTA	Bin Tane Ağırlığı (g)
g	Gram
FGS	Farinograf Gelişim Süresi (dk)
dk	Dakika
FYD	Farinograf Yumuşama Derecesi (FU)
FU	Farinograf Birimi
OAB	Orta Anadolu Bölgesi
K	Konya
A	Ankara
E	Eskişehir

ÖZET

EKMEKLİK BUĞDAYIN (*T. aestivum* L.) DANE VERİMİ ve BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİNDE GENOTİP x ÇEVRE ETKİLEŞİMLERİNİN BELİRLENMESİ

Yüksel KAYA

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Doktora Tezi

Danışman : Prof. Dr. Mevlüt AKÇURA

25/01/2016, 356

Bu çalışma, 2 yıl süreyle (2012-2013 ve 2013-2014 yetiştirme sezonları) Orta Anadolu Bölgesi'nin 3 ilinde (Konya, Ankara ve Eskişehir) kurak şartlarda 20 ekmeklik buğday genotipi (5 standart çeşit + 15 ileri hat) kullanılarak yürütülmüştür. Denemede tane verimi (TV) ve 9 kalite özelliği (protein oranı (PO), gluten oranı (GO), hektolitreye ağırlığı (HA), bin tane ağırlığı (BTA), Zeleny sedimantasyon değeri (ZSD), tane sertliği (TS), farinograf gelişim süresi (FGS), farinograf stabilite süresi (FSS) ve farinograf yumuşama derecesi (FYD)) incelenmiş olup genotip (G) ve çevre (Ç) ana etkileri ile genotip x çevre etkileşimlerinin (GÇE) önemlilik düzeyleri belirlenmiştir. Aynı zamanda genotiplerin stabilite düzeylerini ölçmek için 20 stabilite yöntemi (özellik ortalaması + 8 parametrik + 8 parametrik olmayan + 3 çok değişkenli) kullanılmıştır. İlave olarak, denemede incelenen tüm özellikler arasındaki ilişkiler, korelasyon analizi ile tespit edilmiştir.

Denemede kullanılan 20 stabilite yönteminden sadece 10 tanesinin (özellik ortalaması + 4 parametrik yöntem (regresyon katsayısı (b_i), regresyondan sapmalar kareler ortalaması (S_{di}^2), varyasyon katsayısı (CV_i) ve üstünlük ölçütü (P_i)) + 4 parametrik olmayan yöntem (en üst sıra (TOP), sıra ortalaması (RM), sıranın standart sapması (SDR) ve sıratoplam (RS)) + 2 çok değişkenli yöntem (Pattern Analizi ve GGE-Biplot)) dinamik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olduğu tespit edilmiştir.

Denemede yer alan H2, H3, H4, H7 ve H9 kodlu hatlar, hem unda (fiziko-kimyasal) kalite özellikleri (PO, GO ve ZSD) ve hem de hamurun reolojik özellikleri (FGS, FSS ve FYD) yönüyle ön plana çıkmışlardır.

Denemede yer alan 1 (Gerek-79), 4 (Müfitbey) ve 5 (Bayraktar-2000) kodlu standart çeşitler ise TV ve verim unsurları (BTA ve HA) yönüyle ön plana çıkmışlardır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, verim özellikleri (TV, BTA ve HA) ile fiziko-kimyasal kalitesi özellikleri (PO, GO ve ZSD) arasında negatif önemli korelasyonlar tespit edilmiştir.

Anahtar sözcükler: Ekmeklik Buğday (*T. aestivum* L.), Genotip x Çevre Etkileşimi, Kalite Özellikleri, Tane Verimi, Stabilite Parametresi.

ABSTRACT

DETERMINATION of GENOTYPE x ENVIRONMENT INTERACTIONS ON GRAIN YIELD and SOME QUALITY TRAITS in BREAD WHEAT (*T. aestivum* L.)

Yüksel KAYA

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Doctoral Dissertation in Field Crops

Advisor : Prof. Dr. Mevlüt AKÇURA

25/01/2016, 356

In this study, 20 bread wheat genotypes (5 checks + 15 advanced lines) were tested under the rain-fed conditions of three provinces (Konya, Ankara and Eskişehir) from the Central Anatolian Region, during the two cropping seasons (2012- 2013 and 2013-2014). In the experiment, genotype and environment main effects and genotype x environment interactions were statistically significant for grain yield (GY) and 9 quality traits observed (protein content (PC), gluten content (GC), test weight (TW), thousand kernel weight (TKW), Zeleny sedimentation value (ZSV), grain hardness (GH), farinograph development time (FDT), stability time (FST) and degree of softening (FDS)). Meanwhile, 20 stability statistics (mean of trait of interest + 4 parametric + 4 non-parametric + 3 multi-variate methods) were used for determining stability levels of genotypes studied. In addition, correlation analysis was conducted to estimate relationships between traits observed.

Out of 20 stability statistics evaluated, merely 10 (mean of trait of interest + 4 parametric (regression coefficient (b_i), its deviation mean square (S_{di}^2), coefficient of variation (CV_i) and superiority measure (P_i)) + 4 non-parametric (TOP, rank mean (RM), its standard deviation (SDR) and rank-sum (RS)) + 2 multi-variate (Pattern Analysis and GGE-Biplot)) were determined to be suitable for detecting dynamic stable genotypes.

The advanced lines coded H2, H3, H4, H7 and H9 were the most promising ones due to the fact that they had both superior physicochemical quality traits (PC, GC and ZSV) and dough rheological properties (FDT, FST and FDS).

The checks coded Ç1 (Gerek-79), Ç4 (Müfitbey) and Ç5 (Bayraktar-2000) were the highest yielders due to the fact that they had both superior GYs and yield components (TW and TKW).

Finally, GY and yield components (TW and TKW) were negatively significantly correlated with physicochemical quality traits (PC, GC and ZSV).

Keywords: Bread Wheat (*T. aestivum* L.), Genotype x Environment Interaction Grain Yield, Quality Traits, Stability Parameter.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ SAVUNMA SINAV FORMU	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	v
ÖZET	vii
ABSTRACT.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvii
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2	5
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
2.1. Genotip, Çevre ve Genotip x Çevre Etkileşiminin Tanımı ve Kapsamı	5
2.1.1. Genotip	5
2.1.2. Çevre.....	6
2.1.3. Genotip x Çevre Etkileşimi	7
2.2. Tane Verimi ve Bazı Kalite Özelliklerinin Tanımı ve Kapsamı	8
2.2.1. Tane Verimi.....	8
2.2.2. Protein Oranı	9
2.2.3. Glüten Oranı	9
2.2.4. Tane Sertliği	10
2.2.5. Zeleny Sedimantasyon Değeri.....	11
2.2.6. Hektolitre Ağırlığı	11
2.2.7. Bin Tane Ağırlığı.....	11
2.2.8. Farinograf	12
2.3. Tane Verimi ve Bazı Kalite Özelliklerinin Genotip x Çevre Etkileşimi Üzerine Yapılan Araştırmalar	12
2.4. Stabilite Analiz Yöntemleri	25
2.4.1. Parametrik Stabilite Yöntemleri	26
2.4.2. Parametrik Olmayan Stabilite Yöntemleri	31
2.4.3. Çok Değişkenli (Multivariate) Yöntemler.....	33
BÖLÜM 3	39
MATERYAL VE YÖNTEM.....	39
3.1. Tarla Denemelerinin Kurulması ve Yürütülmesi	39

3.2. Tarla Denemelerinin Yürütüldüğü Lokasyonların İklim Özellikleri	41
3.4. Tarla Denemelerinde Kullanılan Bitki Materyali	46
3.5. Tarla Denemelerinde İncelenen Bitkisel Özellikler	48
3.5.1. Tane Verimi	48
3.5.2. Protein Oranı	48
3.5.3. Glüten Oranı	49
3.5.4. Tane Sertliği	49
3.5.5. Zeleny Sedimantasyon Değeri	50
3.5.6. Hektolitre Ağırlığı	50
3.5.7. Bin tane Ağırlığı	51
3.5.8. Farinograf Gelişim Süresi	52
3.5.9. Farinograf Stabilite Süresi	52
3.5.10. Farinograf Yumuşama Derecesi (12.d)	52
3.6. İstatistiksel Analizler	53
3.6.1. Parametrik Stabilite Yöntemleri	55
3.6.2. Parametrik Olmayan Stabilite Yöntemleri	57
3.6.3. Çok Değişkenli (Multivariate) Yöntemler	60
3.7. İstatistiksel Analizlerde Kullanılan Bilgisayar Programları (Yazılımları)	61
BÖLÜM 4	63
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	63
4.1. Tane Verimi	63
4.1.1. Varyans Analizi	63
4.1.2. Ortalamaların Karşılaştırılması	65
4.1.3. Parametrik Stabilite Yöntemleri	67
4.1.4. Parametrik Olmayan Stabilite Yöntemleri	70
4.1.5. Çok Değişkenli (Multivariate) Yöntemler	72
4.1.6. Tane Verimiyle İlgili Sonuçların Değerlendirilmesi	81
4.2. Protein Oranı	85
4.2.1. Varyans Analizi	85
4.2.2. Ortalamaların Karşılaştırılması	87
4.2.3. Parametrik Stabilite Yöntemleri	89
4.2.4. Parametrik Olmayan Stabilite Yöntemleri	91
4.2.5. Çok Değişkenli (Multivariate) Yöntemler	93
4.2.6. Protein Oranıyla İlgili Sonuçların Değerlendirilmesi	102
4.3. Glüten Oranı	106
4.3.1. Varyans Analizi	106
4.3.2. Ortalamaların Karşılaştırılması	108

4.3.3. Parametrik Stabilite Yöntemleri	110
4.3.4. Parametrik Olmayan Stabilite Yöntemleri	113
4.3.5. Çok Değişkenli (Multivariate) Yöntemler.....	115
4.3.6. Glüten Oranıyla İlgili Sonuçların Değerlendirilmesi	125
4.4. Tane Sertliği	128
4.4.1. Varyans Analizi	128
4.4.2. Ortalamaların Karşılaştırılması	130
4.4.3. Parametrik Stabilite Yöntemleri	133
4.4.4. Parametrik Olmayan Stabilite Yöntemleri	136
4.4.5. Çok Değişkenli (Multivariate) Yöntemler.....	139
4.4.6. Tane Sertliğiyle İlgili Sonuçların Değerlendirilmesi	149
4.5. Zeleny Sedimentasyon Değeri	152
4.5.1. Varyans Analizi	152
4.5.2. Ortalamaların Karşılaştırılması	154
4.5.3. Parametrik Stabilite Yöntemleri	157
4.5.4. Parametrik Olmayan Stabilite Yöntemleri	159
4.5.5. Çok Değişkenli (Multivariate) Yöntemler.....	162
4.5.6. Zeleny Sedimentasyon Değeriyle İlgili Sonuçların Değerlendirilmesi.....	171
4.6. Hektolitre Ağırlığı	175
4.6.1. Varyans Analizi	175
4.6.2. Ortalamaların Karşılaştırılması	177
4.6.3. Parametrik Stabilite Yöntemleri	180
4.6.4. Parametrik Olmayan Stabilite Yöntemleri	182
4.6.5. Çok Değişkenli (Multivariate) Yöntemler.....	185
4.6.6. Hektolitre Ağırlığıyla İlgili Sonuçların Değerlendirilmesi	196
4.7. Bin Tane Ağırlığı	200
4.7.1. Varyans Analizi	200
4.7.2. Ortalamaların Karşılaştırılması	201
4.7.3. Parametrik stabilite yöntemleri.....	204
4.7.4. Parametrik Olmayan Stabilite Yöntemleri	207
4.7.5. Çok Değişkenli (Multivariate) Yöntemler.....	209
4.7.6. Bin Tane Ağırlığıyla İlgili Sonuçların Değerlendirilmesi.....	220
4.8. Farinograf Gelişim Süresi.....	224
4.8.1. Varyans Analizi	224
4.8.2. Ortalamaların Karşılaştırılması	226
4.8.3. Parametrik Stabilite Yöntemleri	229
4.8.4. Parametrik Olmayan Stabilite Yöntemleri	232

4.8.5. Çok Değişkenli (Multivariate) Yöntemler.....	234
4.8.6. Farinograf Gelişim Süresiyle İlgili Sonuçların Değerlendirilmesi.....	245
4.9. Farinograf Stabilite Süresi	248
4.9.1. Varyans Analizi	248
4.9.2. Ortalamaların Karşılaştırılması	250
4.9.3. Parametrik Stabilite Yöntemleri	253
4.9.4. Parametrik Olmayan Stabilite Yöntemleri	256
4.9.5. Çok Değişkenli (Multivariate) Yöntemler.....	258
4.9.6. Farinograf Stabilite Süresiyle İlgili Sonuçların Değerlendirilmesi.....	269
4.10. Farinograf Yumuşama Derecesi	272
4.10.1. Varyans Analizi	272
4.10.2. Ortalamaların Karşılaştırılması	274
4.10.3. Parametrik Stabilite Yöntemleri	277
4.10.4. Parametrik Olmayan Stabilite Yöntemleri	280
4.10.5. Çok Değişkenli (Multivariate) Yöntemler.....	283
4.10.6. Farinograf Yumuşama Derecesiyle İlgili Sonuçların Değerlendirilmesi	295
4.11. Tane Verimi ile Bazı Kalite Özellikleri Arasındaki İlişkiler	298
BÖLÜM 5	303
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	303
5.1. Sonuçlar	303
5.2. Öneriler	310
KAYNAKLAR	315
ÖZGEÇMİŞ	I

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.3. Tarla denemelerinin hasadı.....	40
Şekil 3.4. Tane veriminin belirlenmesi.....	48
Şekil 3.5. Protein oranının belirlenmesi.....	49
Şekil 3.6. Glüten oranının belirlenmesi.....	49
Şekil 3.7. Tane sertliğinin belirlenmesi.....	50
Şekil 3.8. Zeleny sedimantasyon değerinin belirlenmesi.....	50
Şekil 3.9. Hektolitreye ağırlığının belirlenmesi.....	51
Şekil 3.10. Bin tane ağırlığının belirlenmesi.....	51
Şekil 3.11. Hamurun reolojik özelliklerinin Farinograf cihazıyla belirlenmesi.....	52
Şekil 4.1. Tane verimi için lokasyonların yıllara göre dendrogramı (AK, Alt Küme; Uzaklık % 20).....	74
Şekil 4.2. Tane verimi için genotiplerin dendrogramı (AK, Alt Küme; H, Hat; Ç, Çeşit; Uzaklık % 20).....	75
Şekil 4.3. Tane veriminin PA-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit).....	76
Şekil 4.4. Tane veriminin AMMI-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit).....	77
Şekil 4.5. Tane veriminin GGE-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit).....	79
Şekil 4.6. Protein oranı için lokasyonların yıllara göre dendrogramı (AK, Alt Küme; Uzaklık % 20).....	94
Şekil 4.7. Protein oranı için genotiplerin dendrogramı (AK, Alt Küme; H, Hat; Ç, Çeşit; Uzaklık % 20).....	95
Şekil 4.8. Protein oranının PA-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit).....	96
Şekil 4.9. Protein oranının AMMI-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit).....	98
Şekil 4.10. Protein oranının GGE-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit).....	100
Şekil 4.11. Glüten oranı için lokasyonların yıllara göre dendrogramı (AK, Alt Küme; Uzaklık % 20).....	116
Şekil 4.12. Glüten oranı için genotiplerin dendrogramı (AK, Alt Küme; H, Hat; Ç, Çeşit; Uzaklık % 20).....	117
Şekil 4.13. Glüten oranının PA-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit).....	118
Şekil 4.14. Glüten oranının AMMI-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit).....	120
Şekil 4.15. Glüten oranının GGE-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit).....	122
Şekil 4.16. Tane sertliği için lokasyonların yıllara göre dendrogramı (AK, Alt Küme; Uzaklık % 20).....	140
Şekil 4.17. Tane sertliği için genotiplerin dendrogramı (AK, Alt Küme; H, Hat; Ç, Çeşit; Uzaklık % 20).....	141
Şekil 4.18. Tane sertliğinin PA-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit).....	142
Şekil 4.19. Tane sertliğinin AMMI-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit).....	144
Şekil 4.20. Tane sertliğinin GGE-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit).....	146
Şekil 4.23. Zeleny sedimantasyon değerinin PA-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit).....	165
Şekil 4.24. Zeleny sedimantasyon değerinin AMMI-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit).....	166
Şekil 4.25. Zeleny sedimantasyon değerinin GGE-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit).....	169
Şekil 4.26. Hektolitreye ağırlığı için lokasyonların yıllara göre dendrogramı (AK, Alt Küme; Uzaklık % 20).....	186
Şekil 4.27. Hektolitreye ağırlığı için genotiplerin dendrogramı (AK, Alt Küme; H, Hat; Ç, Çeşit; Uzaklık % 20).....	187
Şekil 4.28. Hektolitreye ağırlığının PA-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit).....	188
Şekil 4.29. Hektolitreye ağırlığının AMMI-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit).....	190
Şekil 4.30. Hektolitreye ağırlığının GGE-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit).....	192

Şekil 4.31. Bin tane ağırlığı için lokasyonların yıllara göre dendrogramı (AK, Alt Küme; Uzaklık % 20)	210
Şekil 4.32. Bin tane ağırlığı için genotiplerin dendrogramı (AK, Alt Küme; H, Hat; Ç, Çeşit; Uzaklık % 20)	211
Şekil 4.33. Bin tane ağırlığının PA-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit)	213
Şekil 4.34. Bin tane ağırlığının AMMI-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit)	214
Şekil 4.35. Bin tane ağırlığının GGE-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit)	217
Şekil 4.36. Farinograf gelişim süresi için lokasyonların yıllara göre dendrogramı (AK, Alt Küme; Uzaklık % 20)	235
Şekil 4.37. Farinograf gelişim süresi için genotiplerin dendrogramı (AK, Alt Küme; H, Hat; Ç, Çeşit; Uzaklık % 20)	236
Şekil 4.38. Farinograf gelişim süresinin PA-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit)	237
Şekil 4.39. Farinograf gelişim süresinin AMMI-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit)	239
Şekil 4.40. Farinograf gelişim süresinin GGE-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit)	242
Şekil 4.41. Farinograf stabilite süresi için lokasyonların yıllara göre dendrogramı (AK, Alt Küme; Uzaklık % 20)	259
Şekil 4.42. Farinograf stabilite süresi için genotiplerin dendrogramı (AK, Alt Küme; H, Hat; Ç, Çeşit; Uzaklık % 20)	260
Şekil 4.43. Farinograf stabilite süresinin PA-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit)	262
Şekil 4.44. Farinograf stabilite süresinin AMMI-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit)	263
Şekil 4.45. Farinograf stabilite süresinin GGE-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit)	265
Şekil 4.48. Farinograf yumuşama derecesinin PA-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit)	286
Şekil 4.49. Farinograf yumuşama derecesinin AMMI-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit)	289
Şekil 4.50. Farinograf yumuşama derecesinin GGE-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit)	291

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Tarla denemelerinin yürütüldüğü lokasyonlara ait uzun yıllar ile 2012-2013 ve 2013-2014 yetiştirme sezonlarının aylık yağış toplamları ve sıcaklık ortalamaları	44
Çizelge 3.2. Tarla denemelerinin yürütüldüğü lokasyonların toprak özellikleri	46
Çizelge 3.3. Tarla denemelerinde kullanılan ekmeçlik buğday genotipleri	47
Çizelge 3.4. Genotip x çevre etkileşiminin matrisi	54
Çizelge 4.1. Tane veriminin genotip, yıl ve lokasyon üzerinden birleştirilmiş varyans analizi	64
Çizelge 4.2. Tane veriminin genotip, yıl ve lokasyon ile bunların etkileşimlerine ait ortalamaları	66
Çizelge 4.3. Tane verimi için parametrik stabilite yöntemleri	69
Çizelge 4.4. Tane verimi için parametrik olmayan stabilite yöntemleri	71
Çizelge 4.5. Tane verimi için tüm stabilite yöntemlerinin ve seçilmiş genotiplerin değerlendirilmesi	80
Çizelge 4.6. Protein oranının genotip, yıl ve lokasyon üzerinden birleştirilmiş varyans analizi	86
Çizelge 4.7. Protein oranının genotip, yıl ve lokasyon ile bunların etkileşimlerine ait ortalamaları	88
Çizelge 4.8. Protein oranı için parametrik stabilite yöntemleri	90
Çizelge 4.9. Protein oranı için parametrik olmayan stabilite yöntemleri	93
Çizelge 4.10. Protein oranı için tüm stabilite yöntemlerinin ve seçilmiş genotiplerin değerlendirilmesi	105
Çizelge 4.11. Glüten oranının genotip, yıl ve lokasyon üzerinden birleştirilmiş varyans analizi	107
Çizelge 4.12. Glüten oranının genotip, yıl ve lokasyon ile etkileşimlerine ait ortalamaları	109
Çizelge 4.13. Glüten oranı için parametrik stabilite yöntemleri	112
Çizelge 4.14. Glüten oranı için parametrik olmayan stabilite yöntemleri	114
Çizelge 4.15. Glüten oranı için tüm stabilite yöntemlerinin ve seçilmiş genotiplerin değerlendirilmesi	124
Çizelge 4.16. Tane sertliğinin genotip, yıl ve lokasyon üzerinden birleştirilmiş varyans analizi	129
Çizelge 4.17. Tane sertliğinin genotip, yıl ve lokasyon ile etkileşimlerine ait ortalamaları	131
Çizelge 4.18. Tane sertliği için parametrik stabilite yöntemleri	135
Çizelge 4.19. Tane sertliği için parametrik olmayan stabilite yöntemleri	137
Çizelge 4.20. Tane sertliği için tüm stabilite yöntemlerinin ve seçilmiş genotiplerin değerlendirilmesi	147
Çizelge 4.21. Zeleny sedimantasyon değerinin genotip, yıl ve lokasyon üzerinden birleştirilmiş varyans analizi	153
Çizelge 4.22. Zeleny sedimantasyon değerinin genotip, yıl ve lokasyon ile etkileşimlerine ait ortalamaları	155
Çizelge 4.23. Zeleny sedimantasyon değeri için parametrik stabilite yöntemleri	158
Çizelge 4.24. Zeleny sedimantasyon değeri için parametrik olmayan stabilite yöntemleri	160
Çizelge 4.25. ZSD değeri için tüm stabilite yöntemlerinin ve seçilmiş genotiplerin değerlendirilmesi	172

Çizelge 4.26. Hektolitre ağırlığının genotip, yıl ve lokasyon üzerinden birleştirilmiş varyans analizi	176
Çizelge 4.27. Hektolitre ağırlığının genotip, yıl ve lokasyon ile etkileşimlerine ait ortalamaları	178
Çizelge 4.28. Hektolitre ağırlığı için parametrik stabilite yöntemleri	181
Çizelge 4.29. Hektolitre ağırlığı için parametrik olmayan stabilite yöntemleri	183
Çizelge 4.30. Hektolitre ağırlığı için tüm stabilite yöntemlerinin ve seçilmiş genotiplerin değerlendirilmesi	195
Çizelge 4.31. Bin tane ağırlığının genotip, yıl ve lokasyon üzerinden birleştirilmiş varyans analizi	200
Çizelge 4.32. Bin tane ağırlığının genotip, yıl ve lokasyon ile etkileşimlerine ait ortalamaları	202
Çizelge 4.33. Bin tane ağırlığı için parametrik stabilite yöntemleri	205
Çizelge 4.34. Bin tane ağırlığı için parametrik olmayan stabilite yöntemleri	208
Çizelge 4.35. Bin tane ağırlığı için tüm stabilite yöntemlerinin ve seçilmiş genotiplerin değerlendirilmesi	218
Çizelge 4.36. Farinograf gelişim süresinin genotip, yıl ve lokasyon üzerinden birleştirilmiş varyans analizi	225
Çizelge 4.37. Farinograf gelişim süresinin genotip, yıl ve lokasyon ile etkileşimlerine ait ortalamaları	228
Çizelge 4.38. Farinograf gelişim süresi için parametrik stabilite yöntemleri	231
Çizelge 4.39. Farinograf gelişim süresi için parametrik olmayan stabilite yöntemleri	233
Çizelge 4.40. FGS için tüm stabilite yöntemlerinin ve seçilmiş genotiplerin değerlendirilmesi	244
Çizelge 4.41. Farinograf stabilite süresinin genotip, yıl ve lokasyon üzerinden birleştirilmiş varyans analizi	249
Çizelge 4.42. Farinograf stabilite süresinin genotip, yıl ve lokasyon ile etkileşimlerine ait ortalamaları	251
Çizelge 4.43. Farinograf stabilite süresi için parametrik stabilite yöntemleri	254
Çizelge 4.44. Farinograf stabilite süresi için parametrik olmayan stabilite yöntemleri	257
Çizelge 4.45. FSS için tüm stabilite yöntemlerinin ve seçilmiş genotiplerin değerlendirilmesi	267
Çizelge 4.46. Farinograf yumuşama derecesinin genotip, yıl ve lokasyon üzerinden birleştirilmiş varyans analizi	273
Çizelge 4.47. Farinograf yumuşama derecesinin genotip, yıl ve lokasyon ile etkileşimlerine ait ortalamaları	275
Çizelge 4.48. Farinograf yumuşama derecesi için parametrik stabilite yöntemleri	279
Çizelge 4.49. Farinograf yumuşama derecesi için parametrik olmayan stabilite yöntemleri	282
Çizelge 4.50. FYD için tüm stabilite yöntemlerinin ve seçilmiş genotiplerin değerlendirilmesi	293
Çizelge 4.51. Tane verimi ile kalite özellikleri arasında hesaplanan korelasyon değerleri ve önem seviyeleri	299
Çizelge 5.1. Tane verimi ve kalite özelliklere ait Ç, G ve GÇE'nin toplam varyasyon içerisindeki payları	303
Çizelge 5.2. Tane verimi ve kalite özelliklerinin stabilitelere göre seçilmiş genotipler	308
Çizelge 5.3. PA-Biplot, AMMI-Biplot ve GGE-Biplot yöntemlerinin tane verimi ve bazı kalite özelliklerine ait GÇE'ni açıklama oranları	310

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Ülkemizde, tarım alanları içerisinde en fazla ekilişi yapılan bitki, buğdaydır. Son on yıllık istatistiki verilere göre Ülkemizin, buğday ekilen alanları 9 milyon ha'dan 7.5 milyon ha'a düşmüş, üretim 17 ile 22 milyon ton arasında değişmiş ve verim 212.83 kg/da'dan 283.69 kg/da'a yükselmiştir. Aynı zaman diliminde Dünya verim ortalaması 282.80 kg/da'dan 326.46 kg/da'a yükselmiştir. 2004 ile 2013 yılları arası Ülkemizin buğday verim ortalaması (244.35 kg/da), Dünya verim ortalamasından (301.20 kg/da) daha düşük (56.85 kg/da) gerçekleşmiştir (FAO, 2015). Bunun en önemli nedenlerinden birisi, Ülkemizde buğday yetiştirilen alanların yaklaşık % 75'inde, sulamadan yoksun (yağmura bağımlı) şartlarda buğday yetiştiriciliğinin yapılmasıdır. Bu nedenle, şiddetli kuraklığın yaşandığı yıllarda (örneğin 2007 ve 2008) Ülkemizin buğday üretimi, 4 milyon ton civarında azalabilmektedir. Dolayısıyla, verimde stabilite ve hatta artış trendinin yakalanması çoğunlukla çevresel faktörler tarafından kontrol edilmektedir. Ülkemizde buğday üretiminin artırılması: 1-sulama imkânlarının artırılması, 2- hem sulanan ve hem de kurak alanlarda kaliteli, hastalıklara dayanıklı ve verim potansiyeli yüksek yeni çeşitlerin geliştirilmesi ve 3-yetiştirme tekniklerinde yapılacak iyileştirmeler ile sağlanabilir (Serpi ve ark., 2011).

Son on yılda yaklaşık 1 milyon ha'lık buğday ekiliş alanı, diğer tarla bitkilerinin ekiliş alanlarına kaymasına rağmen, buğday üretiminde herhangi bir sorun yaşanmamış ve verim artış ile ihtiyaç duyulan buğday arzı gerçekleşmiştir.

TMO verilerine göre; Ülkemizde üretilen buğdayın yaklaşık 15 milyon tonu, her yıl insan gıdası, 2 milyon tonu tohumluk ve 1-2 milyon tonu hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Geriye kalan 1-2 milyon tonu ise stok olarak muhafaza edilmektedir (<http://www.tmo.gov.tr>).

Dünya'da yıllık kişi başına buğday tüketimi 66 kg iken, Ülkemizde 200 kg civarındadır (FAO, 2009). İnsan gıdası olarak Dünya ortalamasının 3 katı buğday tüketildiği Ülkemizde buğdayın kaliteli olması bir zorunluluktur.

Ülkemizde üretilen buğdayın kalite özellikleri, buğday sanayicisinin arzu ettiği düzeyde değildir. Buğday kalitesinin düşük olmasının bazı sebepleri mevcuttur:

1) İklim şartları: Akdeniz İklim Kuşağı'nda yer alan Ülkemizin iklimi sıcak ve kuraktır. Yüksek sıcaklık ve düşük yağış hem tane verimi ve hem de kalitesini düşürmektedir (Serpi ve ark., 2011).

2) Toprak özellikleri: Ülkemizin buğday yetiştirilen alanlarındaki toprakların pH, kireç, potasyum ve kil oranlarının yüksek, organik maddesinin düşük, bazı mikro elementlerin toksik veya eksik seviyede olmasından dolayı, buğdayın verimi ve kalitesi olumsuz yönde etkilenmektedir (Çakmak ve ark., 1998).

3) Çeşit: Ülkemizde 2015 yılı itibariyle 253 (tescilli + üretim izinli) ekmeklik buğday çeşidi bulunmaktadır (<http://www.tarim.gov.tr/BUGEM/TTSM>). Geniş alanlarda üretimi yapılan çeşit sayısı 50'den azdır. 253 çeşitten sadece % 20'sinin ekiliyor olması düşündürücüdür. Son yıllarda TMO ve buğday sanayicisinin yüksek kaliteli buğdaya yüksek ücret ödemesi, tescilli çeşitler arasında kalite değerleri yüksek çeşitlerin ekilme oranlarını artırmıştır. 2014 yılı itibariyle Ülkemizin sertifikalı ekmeklik buğday tohumluk ihtiyacını, sertifikalı tohumluk üretiminin karşılama oranı % 81 olarak gerçekleşmiştir (<http://www.tigem.gov.tr>). Fakat sertifikalı tohumluk üretimi yapılan çeşitlerin çoğunun sulanan alanlarda ekildiği ve kurak alanlar için sertifikalı tohumluk üretiminin hala düşük olduğu gerçeği unutulmamalıdır.

4) Çiftçi: Son yıllarda, sulunan alanlarda olduğu gibi, kurak alanlarda da buğday yetiştiren çiftçilerin verimle birlikte kalitesi yüksek çeşitleri tercih etmeye başladığı görülmektedir. Fakat, kurak yıllarda, kurak alanlardan kaliteli buğday üretmek pek mümkün görülmemektedir. Dahası, kurak alanlarda sertifikalı tohumluk kullanım oranı da düşüktür. Diğer taraftan, sulanan alanlarda buğday yetiştiren çiftçilerin imkânları nispeten biraz daha iyi olduğundan, günümüzde kaliteli buğday üretmek için sulanan alanlarda daha bilinçli buğday yetiştiriciliğinin yapılmaya başlandığı anlaşılmaktadır. Sulanan alanlarda sertifikalı tohumluk kullanım oranı yüksek olmasına rağmen, çiftçilerin sulanan çeşitlerin seçiminde hala hatalar yaptığı görülmektedir (Serpi ve ark., 2011).

5) Buğday alımındaki yasal değişiklikler: TMO, 2009 yılından itibaren ekmeklik buğday alım politikasını değiştirmiştir. Daha önce 6 kalite sınıfı üzerinden çeşide göre alım yapılır iken, günümüzde fiziksel (hektolitreye ağırlığı gibi) ve fiziko-kimyasal (protein oranı gibi) kalite kriterlerine göre alım yapılmaktadır. Ekmeklik buğdayda kalite sınıfı 6'dan 4'e düşürülmüştür. Yeni sistem, hem ürünün depolamasını ve hem de ürünün fiyatını olumlu yönde etkilemektedir.

6) Kaliteli çeşit geliştirme: Ülkemizde buğday ıslah çalışmalarının % 95'i Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na bağlı araştırma enstitüleri tarafından yürütülmektedir. Özel sektörün ve üniversitelerimizin buğday ıslahına ilgisi düşüktür. Hal böyle olunca, kaliteli çeşit geliştirme çalışmaları yeterli düzeyde değildir.

Kaliteli buğday çeşidi geliştirmek için;

- a) Islah programlarının, temel ıslah amacının yüksek kaliteli çeşit geliştirme önceliği olması
- b) Laboratuvar alet, cihaz ve ekipmanlarının yeterli olması,
- c) Hem kalite ıslahı ve hem de kalite laboratuvarı için eğitilmiş ve yeterli sayıda personel olması
- d) Kaliteli buğday çeşidi gelişmede kullanılacak kalitesi yüksek bitki ıslah materyalinin mevcut olması gerekmektedir.

Ülkemizde kaliteli çeşit geliştirme sürecinde gerek ıslah materyali, gerek personel ve gerekse alt yapı itibariyle hala alınması gereken mesafe vardır.

Ülkemiz, yıllık ihtiyaç duyduğu buğdayı üretmesine rağmen, buğday sanayicisinin talep ettiği kalite özelliklerine sahip buğdayı iç piyadan karşılayamamaktadır. Kaliteli buğday talebi ancak ithalat ile karşılanabilmektedir. Ülkemiz, 2013 yılında 4 milyon ton buğday ithalatı ve 275 bin ton ise buğday ihracatı yapmıştır. 2013 yılında buğday ithalatımızda başlıca arz kaynakları Rusya Federasyonu, Kazakistan ve Ukrayna olmuştur (TMO, 2014).

Ülkemizde buğday üretiminin miktar olarak yeterli fakat kalite seviyesi açısından yetersiz olmasının buğday ıslahı açısından iki temel sebebi mevcuttur. Bunlardan birincisi genotip (genetik faktörler), ikincisi ise çeşidin yetiştirildiği çevredir. Kalite, genetik faktörler ile çevresel faktörlerin ortak bir kombinasyonu olarak ortaya çıkmaktadır.

Genetik faktörlerin (genotip) üzerine çevresel faktörlerin etkisini azaltmaya çalışılırken aynı zamanda, çevresel faktörlere en iyi uyumu sağlayan genetik faktörlerin (genotip) belirlenmesi için birden fazla çevrede genotiplerin performansının ölçülmesi gerekmektedir. Çünkü kalite değerleri, çevreden çevreye farklılık gösterebilmektedir. Farklı çevreler üzerinden stabil kalite ve tane verimi veren genotipler, yetiştiricilik açısından ekonomik bir öneme sahip olacaklardır.

Ülkemizde, ekmeçlik buğdayda genotip (G) ve çevre (Ç) ana etkileri ile genotip x çevre etkileşimlerinin (GÇE) tane verimi üzerine etkilerinin belirlenmesini konu alan pek çok çalışma mevcuttur. Fakat kalite özellikleri üzerine G, Ç ve GÇE etkilerinin belirlenmesi için yapılan çalışma sayısı çok azdır. Dolayısıyla, Ülkemizde düşük kaliteli buğday üretilmesinin temel sebeplerini anlayabilmek için ıslah programlarında geliştirilen genotiplerin verim ve kalite özellikleri üzerine G, Ç ve GÇE etkilerinin belirlenmesini amaçlayan araştırmaların yürütülmesi gerekmektedir.

Orta Anadolu Bölgesi (OAB), Ülkemizin buğday ekiliş ve üretim alanlarının yaklaşık % 40'ı oluşturmaktadır (TMO, 2014). OAB'nin buğday ekiliş alanlarının % 75'ini

kurak alanlar, % 25'ini ise sulanan alanlar oluşturmaktadır (Serpi ve ark., 2011). Kurak alanların fazla olması buğday üretimi, verimi ve kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. OAB'nin buğday verim ortalaması (2012 yılı için 266 kg/da) Ülkemiz ortalamasına eşittir (<http://www.tuik.gov.tr>). Dolayısıyla, Ülkemizin buğday verimi ve kalitesindeki artışlar, ancak OAB'nin buğday verimi, üretimi ve kalitesinin artırılmasıyla gerçekleşebilecektir.

Çalışmamız, OAB'nde buğdayın en fazla yetiştirildiği 3 ilde (Konya, Ankara ve Eskişehir) 20 ekmeklik buğday genotipinin (5 standart çeşit + 15 ileri hat) 2 yıl süreyle (2012-2013 ve 2013-2014 yetiştirme sezonları) yağmura bağımlı şartlarda denemeye alınmasını kapsamaktadır. Çalışmamız, tane verimi ve 9 kalite özelliğinde (protein ve gluten oranı, hektolite ve bin tane ağırlığı, Zeleny sedimentasyon değeri, tane sertliği, hamur reolojik özellikleri (farinograf gelişim ve stabilite süresi ve yumuşama değeri)) G, Ç ve GÇE etkilerinin belirlenmesini ve 20 stabilite yöntemiyle (özellik ortalaması + 8 parametrik + 8 parametrik olmayan + çok değişkenli) genotiplerin stabilite düzeylerinin ölçülmesini amaçlamaktadır.

BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Genotip, Çevre ve Genotip x Çevre Etkileşiminin Tanımı ve Kapsamı

2.1.1. Genotip

Mevcut çalışmada 20 ekmeklik buğday genotipini kullanılmıştır. Genotipler, 15 hat ve 5 çeşitten oluşmaktadır. Genotip kavramı içerisinde hat (safhat veya ileri hat) ve çeşit tanımları, ekmeklik buğday perspektifinden verilmiştir.

Çeşit: Bir veya birden fazla genotipin birleşmesinden ortaya çıkan ve kendine has özelliklerle tanımlanan, sözü edilen özelliklerden en az biriyle diğer herhangi bir bitki grubundan ayrılan, değişimsiz çoğaltılmaya uygunluğu bakımından bir bütün olan, botanik taksonomi içinde yer alan genetik yapıyı tanımlar (5553 Sayılı Tohumculuk Kanunu-Madde 3). Bir çeşidin, tescil aşamasında resmi olarak yapılan farklılık, yeknesaklık ve durulmuşluk testlerini geçmesi gerekmektedir.

Hat (safhat veya ileri hat): Tüm bireyleri 6-7 generasyon kendileme/kendilenme yoluyla tek bir bitkinin soyundan gelen, genetik bakımından durulmuş ve hemen hemen tüm genleri homozigot kabul edilen, genetik yapıları özdeş, fenotipik yapıları ise farksız sayılan bireylerin oluşturduğu bir bitki grubunu tanımlar (İslah Materyalinin Satışı Hakkında Yönetmelik-Madde 4).

Genotip: Bir veya birden fazla gen yönüyle birbirinden farklı olan çeşit, hat vb. bitki gruplarıdır. Tez çalışmasında yer alan 5 çeşit ve 15 hat, ortak bir kavram olarak genotip şeklinde isimlendirilmiştir (Annicchiarico, 2002; Bernardo, 2002).

Genel bir uygulama olarak ıslah programlarında geliştirilen ve erken kademedede test edilen genotiplerin ana etkileri, istatistiksel değerlendirmelerde tesadüfi (random effect) olarak kabul edilir. Çünkü gözlem bahçeleri ve/veya ön verim denemelerinde denenen genotiplerin bitkisel özellikleri henüz tam olarak belirlenememiş ve karakterize edilememiştir. Ama verim ve/veya bölge verim kademesine aktarılmış genotiplerde beklenen genetik ilerleme sağlanmış olup bitkisel özellikleri çoğunlukla tahmin edilebilir düzeydedir. Dolayısıyla, ileri kademedede test edilen genotiplerin etkileri, sabit (fixed effect) olarak kabul edilmektedir (Annicchiarico, 2002). Mevcut çalışmamızda genotiplerin ana etkileri sabit kabul edilmiştir. Fakat Smith ve ark. (2005)'na göre, gerek erken ve gerekse ileri kademedede test edilen genotiplerin ana etkileri tesadüfi kabul edilmelidir. Zira, genotipler, hangi kademedede olursa olsun birden fazla çevrede denemeye alınsalar dahi, hangi genotip(ler)in hangi çevre(ler)de yüksek performans ve stabilite göstereceğinin,

ancak deneme sonuçlarının değerlendirilmesinden sonra tespit edilebileceği anlaşılmaktadır.

2.1.2. Çevre

Çevre, bir genotipin fenotipik değerini etkileyen kalıtsal olmayan faktörlerin tümüdür. Çevresel etmenler, toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri, iklim faktörleri (yağış, sıcaklık, güneş ışığının miktarı, dağılışı ve kalitesi vb.) ve biyolojik etmenlerden (böcekler, hastalıklar, nematodlar ve yabancı otlar vb.) oluşmaktadır.

Çevresel değişkenler, tahmin edilebilen ve tahmin edilemeyen faktörler şeklinde iki gruba ayrılmaktadır. Tahmin edilebilir faktörler: toprak özellikleri ve yetiştirme tekniği uygulamalarını (ekim normu ve zamanı, gübreleme, yabancı ot, hastalık ve zararlıların kontrolü) içermektedir. Söz konusu faktörlerden bazıları önceden analizlerle (toprak vb) tahmin edilebilmektedir. Diğer taraftan hedef bölgeye uygun yetiştirme tekniği çalışmalarıyla optimum bitki yetiştirme tekniği ortaya konabilmektedir. Böylece bitki yetiştirme tekniklerinden kaynaklanabilecek çevresel olumsuzluklar bertaraf edilebilmektedir. Tahmin edilemeyen çevresel değişkenleri ise iklim faktörleri oluşturmaktadır. Zira iklim faktörlerinin önceden kısa, orta ve uzun zaman periyotları için tahmin edilebiliyor olması, mutlak doğruluk içerdiği anlamına gelmemektedir. Örneğin, buğdayın bir yetiştirme sezonunda alacağı yağış miktarı ve dağılışı ya da maruz kalacağı yüksek veya düşük sıcaklıkların derecesi ve süresi hakkında mutlak doğru meteorolojik veriye önceden ulaşmamız mümkün değildir. Genel olarak ifade etmek gerekirse, genotip x çevre etkileşiminin (GÇE) konu edildiği araştırmalarda, toprak faktörlerinin genotipler üzerine olası etkileri (agronomiyle birlikte), önceden tahmin edilebilir olduğundan dolayı, sabit etki (fixed effect) olarak mütalaa edilmektedir. Fakat genotipler üzerine etkilerinin önceden tahmin edilmesinin mümkün olmadığı iklim faktörlerinin etkileri ise stabilite analizlerinde tesadüfi etki (random effect) olarak kabul edilmektedir (Allard ve Bradshaw, 1964; Fehr, 1987).

Mevcut çalışmamızda kullanılan çevre kavramı, denemelerin yürütüldüğü lokasyon ve yılın birlikte değerlendirilmesini içine alacak şekilde kullanılmıştır. Yıl x lokasyon etkileşimi çevre olarak kabul edilmiştir (Annicchiarico, 2002; Bernardo, 2002). CIMMYT (Uluslararası Buğday ve Mısır Geliştirme Merkezi) dünyada buğday yetiştirilen alanları; iklim ve toprak özellikleri, biyotik ve abiyotik stress faktörleri, tüketici alışkanlıkları ve yetiştirme tekniklerine göre 12 büyük çevreye (Mega-environment-ME) ayırmıştır. CIMMYT'e göre denemenin yürütüldüğü Orta Anadolu Bölgesi (OAB), iki büyük

çevreden (ME 9 ve 12) oluşmaktadır. Eskişehir ve çevresi, OAB'nin geçit kuşağında yer almasından dolayı CIMMYT'in ME 9'da, Ankara ve Konya ise yarı kurak ve sert kışların yaşanmasından dolayı ME 12'de yer almıştır (Rajaram ve ark., 2002). Genel olarak, Konya (OAB'nin güneyi-Orta Güney Anadolu) ile Ankara'nın (OAB'nin kuzeyi-Orta Kuzey Anadolu) iklim ve toprak özellikleri karşılaştırıldığında, yıllık toplam yağış farkının 100 mm civarında ve toprakların güneye göre kuzeyde daha kaliteli olduğu anlaşılmaktadır. Mevcut deneme bulguları da bunu doğrulamaktadır. Eldeki veriler, CIMMYT tarafından OAB için önerilen ME 12'nin, iki alt bölgeye ayrılmasının daha uygun olacağını göstermektedir.

2.1.3. Genotip x Çevre Etkileşimi

Dünyada bitki ıslahı programlarıyla geliştirilen genotipler, birden fazla lokasyonda ve/veya yılda denemeye alınmaktadır. Bir genotip, denemeye alındığı çevre ile etkileşim halindedir. Bilindiği üzere, genotipler arası farklılıkların oluşmasına hem genotip ve hem de çevre birlikte etki etmektedir (Poehlman ve Sleper, 1995). Çevresel etmenler, bir genotipin kantitatif (verimi, kalitesi vb.) özelliklerini olumlu veya olumsuz yönde etkilemektedir. Yeni geliştirilen genotiplerin, birden fazla çevrede denemeye alınmasının en önemli nedeni, yıl (temporal) ve/veya yer (spatial) üzerinden en verimli ve stabil (istikrarlı-kararlı) olanlarını seçmektir.

Genotip x çevre etkileşimi (GÇE), genetik olarak iki sebepten dolayı ortaya çıkmaktadır. Birinci sebep, farklı çevrelere aynı gen grubunun göstermiş olduğu tepkilerin farklı olmasıdır. Bu tip tepkilerdeki farklılıklar, genetik ve/veya hata varyansındaki heterojeniteden kaynaklanmaktadır. İkinci sebep, farklı çevrelere farklı gen gruplarının göstermiş olduğu tepkilerin farklı olmasıdır. GÇE'nin mevcut olduğu durumlarda, çevreler arasındaki genetik varyans farklılıklarını açıklamak kolay değildir. Ya da GÇE'ni kolay anlaşılır hale getirmek için iki öğeye ayırmak mümkündür: 1) bir genotipin genetik varyansının heterojen olması (bir genotipin çevreler üzerinden genetik varyansının değişmesi) ve 2) bir genotipin çevreler arasındaki genetik korelasyonunun düşük olması (bir genotipin farklı çevrelerde göstermiş olduğu performansının her çevrede farklı olmasından dolayı o genotipin çevreler arası performansının benzerlik göstermemesi veya benzerliğinin düşük olması). Anılan iki öğeden, ikincisi yani çevreler arası genetik korelasyonun düşük olması, GÇE'ni karmaşık hale getirmektedir. Çünkü böyle durumlarda çevreler üzerinden genotiplerin seleksiyonu zorlaşmaktadır (Emebiri ve Moody, 2001).

GÇE'nin araştırıldığı çalışmalarda, GÇE'nin istatistiksel olarak önemli çıkması durumunda nasıl bir yol izleneceğine dair farklı görüşler ortaya atılmıştır. GÇE, fenotipik olarak 3 şekilde tezahür etmektedir: a) GÇE, istatistiksel olarak önemsiz çıkabilir. Bu durumda genotiplerin performansı üzerine çevresel etmenlerin etkisi yoktur. Genotiplerin karşılaştırılması, çevreler üzerinden elde edilen ortalamalara göre yapılabilir. Çevre ana etkilerinin, genotip değerlendirilmesinde dikkate alınmasına da gerek yoktur. b) GÇE, istatistiksel olarak önemli çıkabilir (genotiplerin performans sıralamalarının değişmemesi-çapraz olmayan etkileşim (noncrossover interaction)). Bu durumda genotiplerin performansları çevrelere göre farklılık göstermektedir. Fakat genotipler arasında oluşan farklılıklar, genotiplerin çevrelere göre sıralamalarını değiştirmemektedir (quantitative difference). Bir genotip, bir çevrede yüksek performans sergilerken diğer çevrelerde de yüksek performans göstermeye devam edebilir. c) GÇE, istatistiksel olarak önemli çıkabilir (genotiplerin performans sıralamalarının değişmesi-çapraz etkileşim (crossover interaction)). Bu durumda, genotiplerin performans sıralamaları çevrelere göre değişebilmektedir (qualitative difference). Her bir çevrede farklı bir genotip yüksek performans gösterebilmektedir. Bitki ıslahçıları açısından en sık karşılaşılan ve anlaşılması en zor olan GÇE tipi, çapraz etkileşimdir. Çünkü genotiplerin seçiminde çevreler üzerinden genel bir yargıya varmak zor olduğundan dolayı, genel adaptasyon yeteneği yüksek genotipleri seçmek neredeyse imkânsızdır. Çapraz GÇE'nin önemli olduğu durumlarda, benzer çevrelerin birleştirilerek büyük çevre (Mega-environment) gruplarının oluşturulması ve her bir ME için özel adaptasyon yeteneğine sahip genotiplerin belirlenmesi daha uygun olacaktır (Bernardo, 2002).

2.2. Tane Verimi ve Bazı Kalite Özelliklerinin Tanımı ve Kapsamı

2.2.1. Tane Verimi

Tane verimi (TV), buğdayın tüm büyüme ve gelişim safhalarında meydana gelen her türlü biyolojik oluşumun ve çevre şartlarının etkilediği oldukça kompleks ve poligenik bir karakterdir. TV'ni daha anlaşılır hale getirmek için 3 unsura ayırmak yaygın bir uygulamadır: a) metrekarede başak sayısı, b) başakta tane sayısı ve c) bin tane ağırlığı (BTA). Anılan verim unsurları, genelde birbirini dengeleyecek şekilde tezahür ederler (Simmonds ve ark., 2014).

TV, genetik faktörlerden ziyade çevre faktörlerinden daha fazla etkilenmektedir. Bundan dolayı, TV'nin kalıtım derecesi çoğunlukla düşük çıkmaktadır. TV'ni meydana

getiren genlerin tespiti üzerine yapılan çalışmalar, QTL (Quantitative Trait Loci) x çevre etkileşiminin önemli olduğu göstermektedir (Blum, 2011; Charmet ve ark., 2014).

Dünyada yaklaşık 100 yıldır devam eden buğday ıslah çalışmalarında, verim kademesindeki denemeler, mütemadiyen birden fazla yıl ve/veya lokasyonda yürütülmektedir. Aslında ıslah programlarında harcanan tüm emek ve masrafların temel sebebi, TV'nin GÇE tarafından etkilendiği gerçeğinden başka bir şey değildir (Gauch ve Zobel, 1996). Daha öz bir ifadeyle yeni geliştirilen genotipler, her yıl ve/veya lokasyonda kurulan verim denemelerinde sürekli farklı performans gösterdikçe, o genotipler arasından en iyi performansı ve stabiliteyi gösteren genotip(ler) seçilinceye kadar, GÇE, bitki ıslahının en önemli konuları arasında yeri almaya devam edecektir.

2.2.2. Protein Oranı

Buğday tanesinde protein oranı (PO), % 6 ile 20 arasında değişmektedir. Dünya buğday ticaretinde, genelde % 9'un altında ve % 15'in üstünde PO'na sahip buğdaylar pazarlamaya konu olmamaktadır. Ülkemiz gibi düşük PO'na sahip buğdayların fazla miktarda üretildiği ülkelerde, buğdayın kalite düzeyini sanayicinin istediği düzeye ulaştırmak için yerli ürünün kalitesini yükseltmek (paçal yapımı) amacıyla yüksek PO'na sahip buğdayların ithalatı yapılabilmektedir. Fakat buğday üretiminin iç talebi karşılamaşının mümkün olmadığı ülkelerde (Mısır, Libya vb.) ithal edilen buğdayın yüksek kaliteye sahip olması elzem değildir (Carson ve Edwards, 2009).

PO'na genetik (çeşit) ve çevresel faktörler (toprak verimliliği, yetiştirme teknikleri ve iklim şartları) birlikte etki etmesine rağmen, ıslahla yüksek protein içerikli çeşitleri geliştirmek mümkündür. Diğer taraftan toprak verimliliği ve azotlu gübre, tane protein içeriğini etkileyen en önemli çevresel faktörler arasında yer almaktadır (Topal, 2011).

Yüksek proteinli buğdayların su absorpsiyonu ve ekmek hacmi genelde yüksek olmaktadır. Ekmek yapımı için tane PO'nın % 12'den yüksek olması istenmektedir (Carson ve Edwards, 2009).

2.2.3. Glüten Oranı

Glüten oranı (GO), protein kalitesinin göstergesidir. Sert buğdayların glüten kalitesi, yumuşak buğdaylara göre genelde yüksektir. Bu nedenle sert buğdaylar ekmek yapımına, yumuşak buğdaylar ise pasta, kek vs. yapımına uygundur (Elgün ve ark., 2001).

Glüten, temelde 2 unsurdan (glütenin ve gliadin) oluşmaktadır. Glüten proteinleri tanedeki proteinlerin yaklaşık % 80'ini oluşturmaktadır. Glüten'in % 30'unu gliadinler, %

32'sini düşük molekül ağırlıklı glütenin alt birimleri ve % 17'sini ise yüksek molekül ağırlıklı glütenin alt birimleri oluşturmaktadır (Shewry ve ark., 2009). Glüten proteinini oluşturan gliadin fraksiyonu ekmek hacmini, glütenin fraksiyonu ise hamur yoğurma ve gelişim süresini belirlemektedir (Pylar, 1988). Glütenin hamura elastikiyet, gliadin ise uzayabilirlik (akışkanlık veya yayılma) vermektedir. Ekmek yapım kalitesi yüksek olan çeşitlerde glütenin ve gliadin oranları belli bir denge içerisinde. Uzayabilirlik, hamurun dengeli bir şekilde şeklini koruyarak yayılmasını (açılmasını) sağlamaktadır. Uzayabilirliği düşük olan hamur yeterince yayılmadığından kalın ve şekilsiz olmakta ya da uzayabilirliği fazla olan hamur ise istenenden daha fazla yayıldığı için ekmek ince ve şekilsiz olmaktadır. Elastikiyeti fazla olan hamuru hem yoğurmak ve hem de şekil vermek zor olmakta (hızlı toparlandığından dolayı) ya da elastikiyeti düşük olan hamur ise kabarmamakta ve hacmi düşük olmaktadır (Carson ve Edwards, 2009).

2.2.4. Tane Sertliği

Tane sertliği (TS) ya da tekstürü, öğütmeye karşı tanenin göstermiş olduğu fiziksel direnç olarak tanımlanmaktadır. TS, öğütme esnasında kullanılan gücü ve enerjiyi etkilemektedir. Genellikle sert tanelerin öğütülme sürecinde daha fazla enerji ve güç sarfiyatı olmaktadır. Tanedeki nişasta granülleri, öğütme sürecinde farklı kırılma derecelerine ve iriliklere ayrılmaktadır. Zedelenmiş nişasta tanecikleri daha fazla su absorbe etmekte ve amilolitik enzimler tarafından parçalanmaya daha uygun olmaktadır. Öğütme esnasında sert taneli çeşitler daha fazla zedelenmiş nişasta tanecikleri vermekte, bu da hamurun fermantasyon ve su absorpsiyon oranını artırmaktadır. Anılan özelliklerin yüksek olması fırıncılar tarafından arzu edilmektedir. Fakat zedelenmiş nişasta oranı belli sınırlar içerisinde olmalıdır. Zedelenmiş nişasta oranının istenen düzeyden yüksek olması, su absorpsiyon ve fermantasyon oranını hızlandırmakta, hamurun yapışkan ve ekmeğin hacimsiz olmasına neden olmaktadır (Carson ve Edwards, 2009).

Endosperm tekstürü hakkında bilgi veren TS, en önemli kalite özelliklerinden birisidir. Tanedeki nişasta granülleri ile birlikte bulunan Friabilin proteini, tanenin yumuşaklığıyla ilişkili olup Puroindolin'den (Pin a ve Pin b) oluşmaktadır. TS'nin, ekmeğin buğdayın D genomunun 5. kromozomu üzerinde bulunan Ha lokusu tarafından kontrol edildiği tespit edilmiştir. Puroindolin ile Ha lokusları arasında sıkı ilişkiler belirlenmiştir (Pasha ve ark., 2010). Bu durum TS ile tane yumuşaklığını sağlayan genlerin birbirine çok yakın veya aynı lokusun allelleri olabileceğini göstermektedir.

2.2.5. Zeleny Sedimentasyon Değeri

Glüten proteinlerinin su alma yeteneği (hidrasyonu), pratikte proteinlerin şişmesiyle eşanlı olarak kullanılmaktadır (Rubenthaler ve Pomeranz, 1987). Laktik asit, izopropil alkol ve bromfenol mavisinin bulunduğu çözeltide un proteinlerinin şişme kapasitesi ve çökelme (sedimentasyon) derecesi, önemli bir kalite kriteri olarak uzun süreden beri kullanılmaktadır (Zeleny, 1947). Proteinlerin şişme ve çökelme değeri (ZSD) ile ekmek hacmi arasında belirlenen ilişkinin yüksek olması bunun en önemli nedenidir. Yüksek glüten içeriği ve kalitesi, sedimentasyonun daha yavaş oluşmasına ve neticede ZSD'nin daha yüksek olmasına sebep olmaktadır. ZSD ile PO, TS ve ekmek hacmi arasında pozitif önemli korelasyonlar tespit edilmiştir (Shewry ve Tatham, 2000).

2.2.6. Hektolitre Ağırlığı

Hektolitre ağırlığı (HA), 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 HA'ları genelde yüksektir. HA, un veriminin bir göstergesi olarak kabul edilmekte ve düşük HA'na sahip buğdayların un verimlerinin de düşük olacağı kabul edilmektedir (Carson ve Edwards, 2009).

2.2.7. Bin Tane Ağırlığı

Tanenin şekli, iriliği, yoğunluğu ve yeknesaklığı başta olmak üzere dolgunluğu (buruşuk olmama) ve bütünlüğü (kırık olmama) bin tane ağırlığını (BTA) etkileyen en önemli fiziksel tane özellikleri olup, un verimini doğrudan etkilemektedirler. Ovalimsi ve iri taneli buğdayların genelde un verimleri de yüksek olmaktadır (Evers ve ark., 1990; Tyagi ve ark., 2015). BTA ile HA'nı etkileyen fiziksel tane özellikleri birbiriyle örtüşmekle birlikte HA'ları eşit veya yakın olan genotipler seçilirken, BTA yüksek olan genotiplerin tercih edilmesi uygun olacaktır. Zira bu tip buğdayların un verimlerinin de yüksek olması beklenmektedir (McFall ve Fowler, 2009). Diğer taraftan BTA, gerek dünyada ve gerekse Ülkemizde buğday kalite sınıflandırmasında kullanılan fiziksel kalite kriterleri içerisinde yer almamaktadır (<http://www.tmo.gov.tr>).

2.2.8. Farinograf

Buğdayların ekmek yapım kalitesinin belirlenmesinde, fiziksel (HA gibi) ve fizikokimyasal özellikler (PO gibi) tam ve kesin bilgi vermediği için hamurun reolojik özelliklerini belirlemek gerekmektedir. Hamurun reolojik özellikleri, hamurun visko-elastik yapıyla ilgili bilgi vermektedir. Hamurun visko-elastik yapısı, ekmeklik kalitesini göstermektedir. Visko-elastik yapı, hamurun şeklini korumasını sağlar. Zira hamura uygulanan bir güç sayesinde hamurda oluşan deformans sonrası hamur, önceki haline dönmeye çalışır. Visko-elastik olarak isimlendirilen bu özellik, hamurun en önemli özelliğidir (Cauvain ve Young, 2007; Patel ve Chakrabarti-Bell, 2013). Hamurun visko-elastik özelliği, geliştirilen bazı cihazlarla ölçülebilmektedir. Bu amaçla geliştirilen cihazlardan birisi de farinograftır. Farinograf, unun normal bir hamur halini alması için gerekli su miktarı, hamurun gelişimi, stabilitesi ve yumuşama derecesi hakkında bilgi vermektedir (Elgün ve ark., 2001).

2.3. Tane Verimi ve Bazı Kalite Özelliklerinin Genotip x Çevre Etkileşimi Üzerine Yapılan Araştırmalar

GÇE, buğday ıslahçısının karşılaştığı en önemli zorluklardan birisidir. Islah programlarında genotipler çevreler üzerinden test edilirken çevre (lokasyon x yıl etkileşimi) ve tekerrür sayısının optimize edilmesi önemlidir (Knott, 1987).

Baker (1969), Batı Kanada'da 5 yıl ve 9 lokasyonda 6 kırmızı sert yazlık ekmeklik buğday çeşidinin performansını incelemiş ve genotip x lokasyon ve genotip x lokasyon x yıl etkileşimlerini istatistiksel olarak önemli, fakat genotip x yıl etkileşimini ise önemsiz bulmuştur. Birden fazla yıl, kokasyon ve tekerrür üzerinden yürütülen performans denemelerinde, denemedeki faktörlerin sayısı ve seviyesinin artmasıyla birlikte oluşacak maliyetlerin dikkate alınması gerektiğini bildirmiştir. Denemeye alınan genotiplerin çevresel streslere duyarlılık derecelerinin, genotiplerin çevre ile olan etkileşiminin belirlenmesinde önemli rol oynadığını tespit etmiştir.

Baker (1971), denemede kullandığı bazı ekmeklik buğday genotiplerinin kara (*Puccinia graminis* pers. f. sp. tritici) ve/veya kahverengi (*Puccinia recondita* Rob. ex. Desm) pasa daha hassas olduğunu ve bundan dolayı hassas genotiplerin denemedeki GÇE varyansını artırdığını belirlemiştir.

Yamazaki ve Lamb (1962), ABD'de 13 yıl, 8 lokasyonda, 9 ekmeklik buğday çeşidi ile yürüttükleri çalışmada, bisküvi kalitesi üzerine G, Ç ve GÇE'nin etkisi belirlemeyi

amaçlamışlardır. Çeşitlerin bisküvilik kaliteleri üzerine yıl etkisinin, lokasyondan etkisinden daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

Johnson ve ark. (1968), ABD'nin Kuzey ve Güney Bölgesel Performans Denemelerinde, 1937-1960 yılları arasında denemeye alınan kırmızı sert kışlık ekmeklik buğday genotiplerinden seçilen 12 çeşidin, Finlay ve Wilkinson (1963) yönetime göre (regresyon) stabilitelelerini belirlemişlerdir. Aynı araştırmacılar, 283 tarla denemesini değerlendirmeye almışlar ve denemelerden kara pas, kış, dolu, böcek ve kuş zararı olan parselleri değerlendirme dışı bırakmışlardır. Denemede kullanılan çeşitlerden Caddo, Gage, Lancer ve Scout'ın hem tane verimi ve hem de stabilitesinin yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Lancer ve Scout'ın melezlerinde yer alan Türkiye (ABD'ye Kırım üzerinden götürülmüştür) isimli yerel buğdayın kışa dayanıklılık, kırmızı tane rengi ve yüksek verim yönüyle iyi bir ebeveyn olduğunu belirlemişlerdir.

Yamazaki ve ark. (1968), yumuşak ekmeklik buğday hatlarında kalite özelliklerini (Pearling indeksi, un verimi ve alkali su tutma kapasitesi) belirlemek için mikro-testler geliştirmişlerdir. Söz konusu testlerin, standart değerlendirme testleriyle uyumlu olduğunu ve buğday ıslah çalışmalarında kullanılabileceğini ortaya koymuşlardır.

Busch ve ark. (1969), 3 yıl, 57 çevrede, 8 kırmızı sert yazlık ekmeklik buğday genotipinde 6 kalite özelliğinin (protein oranı, un verimi, unda kül oranı, hamur su kaldırma oranı, miksograf skoru ve ekmek hacmi) stabilitesini araştırmışlardır. Eberhart ve Russell (1966) tarafından önerilen doğrusal regresyon tekniğini kullanarak yaptıkları stabilite analizine göre deneme kullanılan genotiplerden Thatcher'in protein oranı için çevre şartlarına en yüksek, Polk'un ise en düşük tepkiyi verdiğini, Selkirk ve Thatcher'in un kül oranı için çevre şartlarına en yüksek tepkiyi verdiğini (fakat kül oranının düşük olması istenmektedir), Waldron ve Minn.II-54-30 hariç diğer tüm genotiplerin miksograf skorlarının iyi çevre şartlarında dahi düşük olduğunu, Chris'in ekmek hacim değerlerinin çevre şartlarının iyileşmesiyle artış gösterdiğini ve Selkirk'in ise ekmek hacim değerlerinin tüm çevrelerde (şartlar iyileşse dahi) düşük olduğunu belirlemişlerdir.

Uluöz (1970), Ülkemizde 1945 ile 1970 yılları arasında en fazla üretimi yapılan 15 buğday çeşidinde 12 kalite özelliğini (hektolitreye ve bin tane ağırlığı, protein, nişasta ve glüten oranı, sedimantasyon değeri, hamur ve ekmek parametreleri) incelemiştir. Denemede ele alınan çeşitlerin genelde kalite özelliklerinin orta düzeyde olduğunu, fakat melezleme yoluyla kaliteli çeşit geliştirmenin mümkün olabileceğini ifade etmiştir.

Briggs ve Shebeski (1972), Manitou kırmızı sert yazlık ekmeklik buğday çeşidini, aynı lokasyonda 2 yıl denemeye almışlar ve denemede 13 kalite özelliğini incelemişlerdir.

Kalite özellikleri arasındaki ilişkileri daha iyi yorumlayabilmek için çok değişkenli yöntemlerden olan faktör analiz yöntemini kullanmışlardır. Protein oranı, ekmek hacmi ve su kaldırma oranı birinci faktörde, sedimantasyon, un verimi, bin tane ve hektolitre ağırlığı ise diğer faktörlerin içerisinde yer almıştır.

McGuire ve McNeal (1974), ABD'nin Montana Eyaleti'nde 4 yıl, 25 çevrede, 10 kırmızı sert yazlık buğday genotipini kullanarak bir çalışma yürütmüşlerdir. Denemenin yürütüldüğü her yıldaki lokasyonları (lokasyon x yıl etkileşimi) ayrı birer çevre olarak kabul etmişlerdir. Denemede kalite özellikleri olarak protein oranı, un verimi, hektolitre ağırlığı, farinograf maksimum (peak) ve stabilite değerleri, hamur yoğurma süresi ve ekmek hacmini incelemişler ve parametrik stabilite ölçüsü olarak regresyon katsayısı (b_i) değerlerini hesaplamışlardır. Denemede kullanılan genotiplerden Centana ve Sheridan yüksek verimli çevrelere protein oranını artırarak tepki verirken, Crim ise en düşük tepkiyi göstermiştir. Crim, yüksek verimli çevrelerde un verimi artırırken, diğer genotipler ortalamaya yakın un verimi vermişlerdir. Centana'nın hektolitre ağırlığı çevre koşullarının iyileşmesiyle artmıştır. Sheridan çevrelerin iyileşmesiyle farinograf peak süresini artırmış, fakat Manitou ve Chris'da peak süreleri ortalamanın altında kalmıştır. Şartların uygunluğuna bağlı olarak farinograf stabilite süresi, Sheridan ve Centana'da hızla artarken Chris, Sawtana ve Thatcher'da ise yavaş artmıştır. Ekmek hacmi ise Centana ve Ceres'de en fazla artış göstermiştir. Sonuç olarak, araştırmacılar genotiplerin kalite özelliklerinin çevrelere göre farklılık gösterdiğini, çevre şartları iyileştikçe genotipler arasındaki farklılıkların arttığını, fakat çevreler üzerinden ortalamalar alınarak genotiplerin karşılaştırılmasının genotipik farklılıkları ortadan kaldırdığını (özel adaptasyon gözardı edildiğinden dolayı) bildirmişlerdir.

Miezan ve ark. (1977), ABD'nin Kansas Eyaleti'nde 2 yıl, 12 lokasyonda, 12 ekmeklik buğday ileri hattını (Kaw/Atlas 50 melezinden 5 hat ve Kaw/Atlas 66 melezinden 7 hat) kullanarak yürüttükleri çalışmada protein oranı üzerine G, Ç ve GÇE'nin etkilerini incelemiştir. Protein oranını hem genotipin ve hem de çevrenin etkilediğini, bazı hatların ebeveynlerine göre daha fazla tanede protein biriktirdiğini ve tane veriminde düşüşler olmadan, tane protein oranı yüksek genotiplerin geliştirilebileceğini bildirmişlerdir. Kaw/Atlas 66 melezinden gelen hatların daha yüksek tane protein oranına sahip olduğu ve Atlas 66'nın yüksek protein yönüyle iyi bir ebeveyn olduğunu, fakat Kaw/Atlas 50 melezinden gelen hatların ise ekmek yapım kalitelerinin daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Karathanasis ve ark. (1980), 17 ülkede 2 yıl, 31 lokasyonda, 30 ekmeklik buğday çeşidi kullanarak yürüttükleri çalışmada lokasyonların iklim ve toprak özelliklerinin tane verimi ve kalitesi üzerine etkisini incelemişlerdir. Lokasyona göre değişmekle birlikte toprak tipi, iklim ve yetiştirme tekniklerinin tane verimindeki varyasyonun % 17-74'ünü, toprak özelliklerinin ise protein oranının % 20-94'ünü açıkladığını ortaya koymuşlardır. En düşük tane veriminin pH < 6 ya da > 8.5 olduğu topraklardan alındığını bildirmişlerdir. Topraktaki mineral N miktarının yeterli olduğu durumlarda, tane verimi ve proteini kısıtlayıcı faktörün P olduğunu belirlemişlerdir. Topraktaki K konsantrasyonunun 100 ppm'den düşük olduğu durumlarda tane veriminin yükseldiğini, buna karşı protein oranının azaldığını bildirmişlerdir. S ise proteini olumlu etkilemiştir. Yağışın gerek miktar olarak azalması ve gerekse düzensiz dağılışı tane verimini olumsuz, protein oranını ise olumlu etkilemiştir.

Paulsen ve ark. (1983), aynı ebeveynlerin melezlerinden elde edilen biri kırmızı sert kışlık (Newton), diğeri beyaz sert kışlık (KS75216) iki ekmeklik buğday genotipini 10 lokasyonda 2 yıl süreyle kalite ve verim özelliklerini karşılaştırmak için denemeye almışlardır. Her iki genotipin kışa dayanıklılığı, olgunlaşma süresi, bitki boyu ve yatmaya dayanıklılığı benzerlik göstermiştir. Tane verimi, hektolitre ağırlığı, bin tane ağırlığı ve protein oranı beyaz taneli genotip için sırasıyla 338.3 kg da⁻¹, 76.2 kg HL⁻¹, 28.8 g ve % 13.6 iken, kırmızı taneli genotip için ise 344.2 kg da⁻¹, 77.5 kg HL⁻¹, 28.2 g ve % 13.3 olmuştur. Lokasyonların çoğunda kırmızı taneli genotipe kıyasla beyaz taneli genotipte düşme sayısı daha düşük ve α -amilaz aktivitesi daha yüksek olmasına rağmen, hasat öncesi başakta çimlenme oranı düşük olmuştur. Benzer şekilde kırmızı taneli genotipe kıyasla beyaz taneli genotipin sedimantasyon değeri daha düşük ve protein oranı daha yüksek olmuştur. Fakat her iki genotipin hamur yoğurma süresi, ekmek hacmi ve kalitesi benzerlik göstermiştir. Araştırmada, hasat öncesi başakta çimlenme sorununun yaşanmadığı yerlerde, kalite ve verimde herhangi bir düşüş yaşanmayacağı farz edilerek, hem kırmızı ve hem de beyaz taneli çeşitlerin yetiştirilmesinin mümkün olabileceği sonucuna varılmıştır.

Baenziger ve ark. (1985), ABD'nin güneydoğu eyaletlerinde, 12 lokasyonda, 24 kırmızı kışlık (22 yumuşak ve 2 sert) ekmeklik buğday çeşidini kullanarak yürüttükleri çalışmada un verimi, protein oranı, tane sertliği (PSI) ve alkali su tutma kapasitesini incelemişlerdir. Tüm kalite özelliklerinin G, Ç ve GÇE tarafından etkilendiğini belirlemişlerdir. Un verimi ve protein oranı üzerine Ç'nin etkisi yüksek bulunurken, tane sertliği ve alkali su tutma kapasitesi üzerine ise genotip etkisi yüksek bulunmuştur. Eberhart ve Russell (1966)'ın stabilite yöntemleri (regresyon katıysı, b_i ve regresyondan

sapmalar kareler ortalaması, S_{di}^2) kullanılarak genotiplerin kalite özelliklerine göre stabiliteyi belirlenmiştir. Denemede kullanılan genotiplerden Coker 68-15, Hart ve Wheeler tane sertliği hariç diğer özellikler için stabil, Massey protein oranı hariç diğer özellikler için stabil olarak belirlenmiştir. Denemenin yürütüldüğü 12 lokasyon arasında kalite özellikleri yönüyle yapılan korelasyon analizine göre lokasyonlar arası ilişki, protein oranında $r = 0.60$, un veriminde $r = 0.82$, tane sertliğinde $r = 0.95$ ve alkali su tutma kapasitesinde $r = 0.94$ olarak belirlenmiştir. Protein oranı için korelasyon katsayısının düşük olması, bu özelliğin çevreden fazla etkilendiğini ve yapılacak değerlendirmelerde denemelerin birden fazla çevrede yürütülmesi gerektiğini ortaya koymuştur.

Atlı (1987), Ülkesel Serin İklim Tahılları Araştırma Projesi kapsamında kurulan çeşit adaptasyon denemelerinin kalite analiz sonuçlarını değerlendirmiştir. 14 lokasyonda 16 ekmeklik buğday çeşidi ile yürütülen çalışma da kalite özellikleri arasındaki ilişkileri belirlemek için korelasyon analizi yapılmıştır. Denemelerde incelenen protein oranı, gluten oranı, sedimantasyon, hamurun gelişim süresi, stabilite süresi, enerji değeri ve ekmek hacmi arasındaki tüm korelasyon katsayıları pozitif önemli bulunmuştur.

Bassett ve ark. (1989) ABD'nin kuzey doğusunda 3 yıl, 20 lokasyonda, 4 beyaz yumuşak kışık ekmeklik buğday çeşidi kullanarak yürüttükleri çalışmada, tane verimi ve 7 kalite özelliğini (protein oranı, tane sertliği, un verimi, bisküvi çapı, alkali su tutma kapasitesi, sedimantasyon, hektolitre ağırlığı) incelemiştir. Tüm özelliklerde G, Ç ve GÇE'ni önemli bulmuşlardır. Varyans komponentleri arasında yıl, en fazla protein oranı, sedimantasyon ve alkali su tutma kapasitesini etkilemiştir. Yıl x lokasyon etkileşimi en fazla un verimi, bisküvi çapı ve tane sertliğine etki etmiştir. GÇE varyansı ise en fazla bisküvi çapı, tane sertliği ve alkali su tutma kapasitesinde belirlenmiştir. Denemede kullanılan çeşitlerden Lewjain bisküvi çapı, Stephens ise un verimi yönüyle üstünlük göstermiştir. Kalite özellikleri arasındaki korelasyonlar bisküvi çapı hariç önemli bulunmuştur. Regresyon katsayısı (b_i) kullanılarak çeşitlerin kalite özelliklerinin stabiliteyi belirlenmiştir. Daws ve Lwejain çeşitlerinin diğerlerine göre daha stabil oldukları tespit edilmiştir.

Peterson ve ark. (1992), ABD'nin Nebraska ve Arizona eyaletlerinde 2 yıl, 7 lokasyonda, 18 kırmızı sert kışık ekmeklik buğday çeşidini kullanarak yürüttükleri çalışmada tane verimi, protein oranı, hamur yoğurma süresi ve toleransı, SDS sedimantasyon, tane sertliği ve bin tane ağırlığını incelemiştir. Tüm özelliklerde G, Ç ve GÇE değerleri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Kalite özellikleri üzerine Ç etkisi, G etkisinden daha fazla olmuştur. Tane verimi ve sertliği üzerine Ç etkisinin, protein oranı

ve bin tane ağırlığı üzerine ise hem Ç ve hem de G etkisinin daha yüksek oranda etki ettiği belirlenmiştir. Diğer taraftan, GÇE en fazla tane verimi ve tane sertliği üzerine etki etmiştir. Tane verimi ile bin tane ağırlığı arasında pozitif önemli; bin tane ağırlığı ile protein arasında pozitif önemli; bin tane ağırlığı ile hamur yoğurma süresi arasında negatif önemli; tane sertliği ile hamur yoğurma süresi ve toleransı arasında negatif önemli; SDS sedimantasyon ile protein oranı ve hamur yoğurma toleransı arasında pozitif önemli; protein oranı ile hamur yoğurma süresi arasında negatif ve hamur yoğurma toleransı arasında ise pozitif önemli ilişkiler bulunmuştur. Denemeye konu olan 18 ekmeklik buğday çeşidinin kalite özellikleri yönüyle stabilite parametreleri (regresyon katıysı, b_i ve regresyondan sapmalar kareler ortalaması, S_{di}^2) belirlenmiştir. Çeşitler genelde tane verimi ve SDS sedimantasyon değeri yönüyle stabil iken, protein oranı ve hamur yoğurma özellikleri (süre ve tolerans) yönüyle stabiliteleri düşük olmuştur. 3 çeşit (Arapahoe, Scout-66 ve Siouxland) tüm özellikler açısından stabil olarak belirlenmiştir.

Slaughter ve ark. (1992), ABD'nin en fazla buğday yetiştirilen 10 eyaletinden (güneyde Teksas'dan başlayarak kuzeyde Montana'ya kadar devam eden Büyük Ovalar (Great Plains) ismi verilen kısım) 3 yıl süreyle 2000 buğday örneği toplayarak kalite özelliklerini (protein oranı, tane nemi ve sertliği, hektolitre ve bin tane ağırlığı, sedimantasyon, farinograf su absorpsiyonu ve hamur stabilitesi, ekmek hacmi, gözenekliliği ve tekstürü) belirlemişlerdir. Kırmızı sert yazlık ve kırmızı sert kışlık buğday çeşitlerinden alınan örneklerde incelenen 12 kalite özelliği ile ABD kalite sınıflandırma kriterleri arasındaki uyumu ortaya koymaya çalışmışlardır. İncelenen kalite özellikleri arasında protein oranı ile tane sertliğinin diğer özelliklerle ve ABD kalite sınıflandırma kriterleriyle ilişkisinin önemli düzeyde olduğunu bulmuşlardır. Bu iki özelliğe göre yapılan sınıflandırmada kırmızı sert kışlık buğday örneklerinin % 93'ünün, kırmızı sert yazlık buğday örneklerinin ise % 92'sinin ABD kalite sınıflandırma kriterlerine uygun şekilde gruplandırılmış olduğunu tespit etmişlerdir. Dolayısıyla protein oranı ile tane sertliğinin ABD'nin Büyük Ovalar diye tabir edilen kısmında yetiştirilen kırmızı sert kışlık ve kırmızı sert yazlık buğdayların sınıflandırılmasında kullanılabileceğini ortaya koymuşlardır.

Rao ve ark. (1993), ABD'nin kuzey batı eyaletlerinde 9 yıl ve 10 lokasyonda yumuşak beyaz kışlık ekmeklik buğdayda protein oranını etkileyen iklim şartlarını incelemişlerdir. Tane dolumu esnasında oluşan yüksek sıcaklığın protein oranını artıran en önemli iklim özelliği olduğunu belirlemişlerdir.

Souza ve ark. (1993), ABD'nin Kuzeybatı Pasifik Bölgesi'nde 2 yıl 5 lokasyonda 45 kırmızı sert yazlık buğday çeşidini kullanarak yaptıkları çalışmada, kalite özelliklerindeki

genetik ilerlemeyi belirlemişlerdir. Hamur yoğurma süresi, toleransı ve ekmek hacminde genetik ilerleme fakat protein oranında ise genetik gerileme tespit edilirken, un veriminde herhangi bir genetik değişim gözlenmemiştir. Sulu alanlar için geliştirilen çeşitlerin ekmek yapım özellikleri, kurak alanlar için geliştirilen çeşitlerden daha üstün olmuştur. Denemede incelenen çeşitler, 8 kalite özelliğine (protein oranı, un verimi, miksograf parametreleri (yükseklik ve tolerans), hamur tipi ve absorpsiyonu, ekmek hacmi ve tekstürü) göre (yüksekten düşüğe) sıralanmış ve ilk 10'a giren çeşitlerin 9'u 1970'den sonra tescil edilen çeşitlerden oluştuğu belirlenmiştir. Araştırmacılar bu durumu, yeni çeşitlerin ancak modern yetiştirme teknikleri altında yüksek kaliteli ürün verebilecekleri gerçeğine bağlamışlardır.

Hazen ve ark. (1997), ABD'nin Michigan Eyaleti'nde 2 yıl ve 9 lokasyonda 5 yumuşak kışlık ekmeklik buğday çeşidini kullanarak yürüttükleri çalışmada, kalite özelliklerine (protein verimi, protein oranı, miksograf maksimum yüksekliği ve süresi, bisküvi çapı ve yüksekliği) G, Ç ve GÇE'nin etkilerini araştırmışlardır. Protein verimi, protein oranı, miksograf maksimum yüksekliği ve bisküvi çapı için G, Ç ve GÇE önemli, miksograf maksimum yüksekliği için G ve Ç etkileri önemli ve GÇE önemsiz ve bisküvi yüksekliği için G etkisi önemli, Ç ve GÇE ise önemsiz bulunmuştur. İncelenen kalite özellikleri için çeşitlerin stabiliteyi Huehn (1979; 1996)'un ilk parametrik olmayan stabilite yöntemi ($S_i^{(1)}$) kullanılarak belirlenmiş ve sadece çeşitlerden birisinin (Freedom) un verimi için stabil olmadığı belirlenmiştir. Sebebinin ise anılan çeşidin buğday/çavdar translokasyonu (1BL/1RS) taşımasıyla ilgili olabileceği ifade edilmiştir. Kumlay ve ark. (2003) çavdarın birinci kromozomdan (1R) ekmeklik buğdayın B genomunun birinci kromozomuna (1B) yapılan translokasyon, ditekzom ve yedeklemenin buğdayın veriminde artışa, kalitesinde ise düşüğe neden olduğunu doğrulamışlardır.

Peterson ve ark. (1998), ABD'nin Nebraska Eyaleti'nde 2 yıl, 17 lokasyonda, 30 kırmızı sert kışlık ekmeklik buğday çeşidi kullanarak yürüttükleri çalışmada, kalite özellikleri (protein oranı, miksograf hamur yoğurma süresi, yoğurma tolerans, su absorpsiyonu, ekmek hacmi ve SDS sedimantasyon hacmi) için G, Ç ve ÇGE'nin etkilerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Tüm özellikler için G, Ç ve GÇE değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Hamur yoğurma toleransı hariç diğer tüm özelliklere Ç'nin etkisi hem G ve hem de GÇE'nin etkilerinden daha fazla olmuştur. Aynı denemede tane doldurma esnasında oluşan yüksek sıcaklığın ($> 32 \text{ }^\circ\text{C}$) ve düşük nispi nemin ($< \% 40$) kalite özellikleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Yüksek sıcaklık artışının ilk önce sedimantasyon ve ekmek hacmi üzerine olumlu etkide bulunduğu, fakat yüksek sıcaklık seyrinin 90 saatten sonra sedimantasyon ve ekmek hacmi üzerine aniden olumsuz

etkide bulunmaya başladığını tespit edilmiştir. Nispi nemdeki düşüş devam ettiği sürece protein oranını etkilememiş fakat protein kalitesini olumsuz etkilemiştir. Nispi nem düşüklüğü aynı zamanda sedimantasyon ve ekmek hacmini de olumsuz etkilemiştir.

Koç ve ark. (2000), Adana ve Şanlıurfa'da 2 yıl ve 3 lokasyonda 11 makarnalık buğday genotipini (3 ileri hat + 1 tescilli çeşit + 7 yerel çeşit) kullanarak yürüttükleri çalışmada tane verimi, protein oranı ve protein verimini araştırmışlardır. İncelenen özelliklerde G, Ç ve ÇGE'ni istatistiksel olarak önemli bulmuşlardır. Varyans unsurları içerisinde Ç ana etkisi, tüm özellikleri en fazla etkileyen unsur olmuştur. Olumlu çevre şartlarına yerel çeşitlerin tepkisinin sınırlı olduğunu, buna karşı modern çeşitlerin daha duyarlı olduğu ve tane verimlerini artırdıklarını tespit etmişlerdir. Diğer taraftan yüksek verimli modern çeşitlerin protein oranlarının, yerel çeşitlerin protein oranlarına eş değer olduğunu ortaya koymuşlardır.

Panozzo ve Eagles (2000), Avustralya'nın Victoria Eyaleti'nde, 15 çevrede, 7 ekmeklik buğday çeşidini kullanarak yürüttükleri çalışmada, protein oranı, proteinde glutenin ve gliadin oranları, ekmek hacmi ve hamur reolojik özelliklerini (farinografya hamur gelişim süresi, stabilitesi, uzayabilirliği ve direnci) incelemişlerdir. Araştırmacılar, Proteindeki glutenin oranı üzerine genotip etkisinin, gliadin oranı üzerine ise çevre etkisinin daha baskın olduğunu, çevreye göre değişmekle birlikte protein oranının artmasına paralel olarak gliadin oranının artış gösterdiğini, fakat glutenin oranının ise azaldığını tespit etmişlerdir. Çiçeklenmeden sonraki ilk 15 günlük periyotta oluış 30 °C'nin üzerindeki sıcaklıkların, proteindeki gliadin oranını artırdığını fakat glutenin oranı üzerine önemli etkide bulunmadığını belirlemişlerdir. Aynı zamanda yüksek sıcaklık, hamur gelişim süresini hızlandırmış ve hamurun direncini azaltmıştır.

Altınbaş ve ark. (2000), yüksek verim yönüyle geliştirilmiş 20 ekmeklik buğday genotipini (15 ileri hat + 5 tescilli çeşit), 1998-1999 yetiştirme döneminde, 2 lokasyonda (Bornova-İzmir ve Menemen-İzmir) denemeye almışlar ve tane verimi, bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı, yaş gluten oranı, sedimantasyon ve düşme sayısı özelliklerini incelemişlerdir. Araştırma bulgularına göre Bornova lokasyonunda sedimantasyon değeri ile bin tane ağırlığı arasında negatif önemli ($r = -0.556^*$); sedimantasyon değeri ile hektolitre ağırlığı arasında pozitif önemli ($r = 0.586^{**}$) ilişkiler bulunurken, diğer özellikler arasındaki ilişkiler ise önemsiz bulunmuştur. Diğer taraftan Menemen lokasyonunda tane verimi ile bin tane ağırlığı arasında negatif önemli ($r = -0.462^*$); düşme sayısı ile sedimantasyon değeri arasında pozitif önemli ($r = 0.528^*$) ilişkiler bulunurken, diğer özellikler arasındaki ilişkiler ise önemsiz bulunmuştur. Genotipler arasında tane

iriliği yönüyle yapılacak bir seleksiyonun tane verimini olumsuz etkileyeceği, buna karşılık tatmin edici düzeyde tane verimine sahip genotipler arasında, yüksek hektolitre ağırlığı yönüyle yapılacak bir seleksiyonla, ekmeklik kalitesinin iyileştirilebileceği sonucuna varmışlardır.

Collaku ve ark. (2002), ABD'nin güney eyaletlerinde 3 yıl, 16 lokasyonda, 10 ekmeklik buğday çeşidini kullanarak yürüttükleri çalışmada, ekmek yapım ve öğütme kalitesi özellikleri üzerine GÇE'nin etkisini ve deneme lokasyonları arasındaki ilişkileri araştırmışlardır. Toplam varyasyon içerisinde yıl etkisinin protein oranı için % 54 ve alkali su tutma kapasitesi için % 42, genotip etkisinin ise tane sertliği için % 63 ve un verimi için % 37 değerinde belirlemişlerdir. GÇE'nin (tane sertliği hariç) protein oranı, alkali su tutma kapasitesi ve un verimi için istatistiksel olarak önemli bulmuşlardır. Fakat toplam varyasyon içerisinde GÇE payının düşük yani genotiplerin çevrelerle yaptığı etkileşimlerin kalite özelliklerini fazla değiştirmedeğini ve genotip etkisinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. GÇE oranlarını dikkate alarak lokasyonları, iki alt bölgeye ayırmışlar ve GÇE paylarını un verimi için % 90 ve protein oranı için % 60 azaltmışlardır. Ayrıca lokasyonların alt-bölgeler şeklinde gruplandırılmasının, özel adaptasyon yeteneği yüksek çeşitlerin geliştirilmesi sürecinde yararlı olabileceğini ifade etmişlerdir.

Altınbaş ve ark. (2004), İzmir (Bornova ve Menemen) ve Aydın lokasyonlarında 11 yazlık ekmeklik buğday genotipini (5 ileri hat ve 6 tescilli çeşit) kullanarak yürüttükleri çalışmada, tane verimi, bin tane ağırlığı, SDS sedimantasyon değeri ve glüten oranını incelenmişlerdir. Ele alınan özelliklerden tane verimi ve SDS sedimantasyon değeri için genotip ve lokasyon ana etkileri ile genotip x lokasyon etkileşimleri önemli bulunmuştur. Bin tane ağırlığı üzerine lokasyon ve genotip x lokasyon etkileşimi önemli bulunurken glüten oranı üzerine sadece genotip etkisi önemli bulunmuştur. Yapılan çalışmada incelenen özellikler için toplam varyasyon içerisinde genotip, lokasyon ve genotip x lokasyon etkileşimi paylarının oranları da tahmin edilmiştir. Tane verimi, SDS sedimantasyon değeri ve glüten oranı üzerine lokasyonun etkili olduğu, bin tane ağırlığı üzerine ise genotipin etkili olduğu belirlenmiştir.

Bilgin ve Korkut (2005), Tekirdağ'da 2 yıl süreyle 20 ekmeklik buğday genotipini (10 tescilli çeşit + 10 ileri hat) kullanarak yürüttükleri çalışmada tane verimi, hektolitre ağırlığı, protein oranı, glüten oranı, glüten indeksi, sedimantasyon ve gecikmeli sedimantasyon değerleri, un verimi ve alveograf parametrelerini (enerji değeri ve P/L oranı) araştırmışlardır. Genel olarak denemede kullanılan ileri hatların kalite özelliklerinin, tescilli çeşitlerin kalite özelliklerinden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Egesel ve ark. (2009), Çanakkale’de 2 yıl süreyle 10 ekmeklik buğday çeşidini kullanarak yürüttükleri çalışmada, tane verimi ve bazı kalite özellikleri (tanede nem, protein, glüten ve kül oranları, glüten indeksi, sedimantasyon ve gecikmeli sedimantasyon değerleri) üzerine genotip x yıl etkileşiminin etkisini ve özellikler arası ilişkileri araştırmışlardır. Nem oranı ve sedimantasyon değeri hariç diğer tüm özelliklerde çeşit ve yıl ana etkileri ile çeşit x yıl etkileşimleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kül oranında sadece yıl etkisi, sedimantasyon değerinde ise sadece çeşit etkisi önemli bulunmuştur. Özellikler arası ilişkilerde nem oranı ile protein, glüten ve kül oranları arasında negatif önemli; kül oranı ile tane verimi arasında pozitif önemli; protein oranı ile glüten ve sedimantasyon değeri arasında pozitif önemli; protein oranı ile tane verimi arasında negatif önemli; glüten oranı ile glüten indeksi ve tane verimi arasında negatif önemli; glüten oranı ile kül oranı arasında pozitif önemli; glüten indeksi ile kül oranı arasında negatif önemli; glüten indeksi ile sedimantasyon, gecikmeli sedimantasyon değeri ve tane verimi arasında pozitif önemli; kül oranı ile gecikmeli sedimantasyon değeri ve tane verimi arasında negatif önemli; sedimantasyon ile gecikmeli sedimantasyon değeri arasında pozitif önemli; tane verimi ile gecikmeli sedimantasyon değeri arasında pozitif önemli ilişkiler tespit edilmiştir.

Hristov ve ark. (2010), Güney Doğu Avrupa’da 20 ekmeklik buğday genotipini kullanarak 15 çevrede yürüttükleri çalışmada, protein oranı, sedimantasyon değeri ve ekmek hacmi üzerine GÇE’ni belirlemeyi amaçlamışlardır. Birleştirilmiş varyans analizinde G, Ç ve GÇE değerlerini her üç özellik için önemli bulmuşlardır. Protein oranı ve sedimantasyon değeri için Ç varyansı içerisinde lokasyon (L) etkisinin yıl (Y) etkisinden daha fazla olduğunu, ekmek hacminin ise çevre şartlarından daha az etkilendiğini tespit etmişlerdir. Diğer taraftan yüksek protein oranına sahip genotiplerin regresyon katsayısı değerlerinin (b_i) 1’e yakın olduğunu, dolayısıyla ekstrem çevre şartlarına tepkilerinin yüksek olmadığını ve bu durumun yüksek sedimantasyon değeri ve ekmek hacmine sahip genotipler içinde geçerli olduğunu ifade etmişlerdir.

Tang ve ark. (2010), Güney Doğu Çin’de 5 lokasyon ve 3 yılda 7 ekmeklik buğday çeşidini kullanarak yürüttükleri çalışmada protein oranı, hektolitre ağırlığı, glüten oranı, Zeleny sedimantasyon değeri, düşme sayısı, hamur gelişim ve stabilite sürelerine G, Ç ve GÇE’nin önemli oranda etki ettiğini belirlemişlerdir. Hektolitre ağırlığı, düşme sayısı ve Zeleny sedimantasyon değerine yıl etkisinin lokasyon etkisinden daha fazla olduğunu, protein oranı, glüten oranı, hamur gelişim ve stabilite sürelerine ise lokasyon etkisinin daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

Tayyar (2010), Çanakkale’de iki yıl süreyle 14 (13 yabancı + 1 yerli) ekmeklik buğday çeşidini kullanarak yürüttüğü çalışmada tane verimi, tane nem oranı, hektolitreye ağırlığı, protein oranı, glüten oranı, glüten indeksi, sedimantasyon ve modifiye sedimantasyon özelliklerini incelemiştir. Denemede incelenen tüm kalite özellikleri yönüyle çeşitler arası farklılıklar önemli bulunmuştur. Yıl etkisi tane nem oranı hariç diğer tüm özellikler için istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çeşit x yıl etkileşimi tane nem oranı, hektolitreye ağırlığı ve protein oranı hariç diğer tüm özelliklerde $P < 0.001$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Aynı araştırmacı kalite özellikleri ile tane verimi arasındaki ilişkileri de incelemiştir. Tane verimi ile glüten oranı, sedimantasyon ve modifiye sedimantasyon değeri arasında negatif önemli; tane verimi ile hektolitreye ağırlığı arasında pozitif önemli; protein oranı ile glüten oranı ve modifiye sedimantasyon oranı arasında pozitif önemli; glüten oranı ile glüten indeksi arasında negatif önemli; glüten oranı ile sedimantasyon ve modifiye sedimantasyon değeri arasında pozitif önemli; glüten indeksi ile sedimantasyon ve modifiye sedimantasyon değeri arasında pozitif önemli; sedimantasyon ile modifiye sedimantasyon değeri arasında pozitif önemli ilişkiler tespit etmiştir.

Akçura (2011), Ülkemizin 7 coğrafik bölgesinden toplanmış 340 yerel ekmeklik buğday popülasyonundan saf hat yöntemiyle geliştirilen 42 saf hat ile 7 tescilli çeşidi, Konya ekolojik koşullarında 2 yıl denemeye almıştır. Denemede tane verimi ve verim unsurlarıyla birlikte 3 kalite özelliğini (protein oranı, sedimantasyon ve bin tane ağırlığı) incelemiştir. Araştırmada özellikler arası yapılan korelasyon analizinde tane verimi ile protein oranı arasında negatif önemli; protein oranı ile sedimantasyon değeri arasında ise pozitif önemli ilişkiler tespit edilmiştir.

Li ve ark. (2011), ABD’nin Idaho Eyaleti’nde 2 yıl ve 3 farklı sulama rejimi altında 30 yazlık ekmeklik buğdayda kuraklığın tane verimi ve kalite özellikleri (hektolitreye ve bin tane ağırlığı, tane iriliği ve protein oranı) üzerine etkisini araştırmışlardır. İncelenen tüm özelliklerde G, Ç (çevre olarak sulama x yıl etkileşimi alınmıştır) ve GÇE’ni önemli bulmuşlardır. Su verilen uygulama ile suyun verilmediği uygulama (kuraklık) kıyaslandığında, genotiplerin kurak şartlarda tane verimi, hektolitreye, bin tane ağırlığı ve tane iriliğini azalttığını, protein oranını ise artırdığını belirlemişlerdir. Tane verimi ile hektolitreye, bin tane ağırlığı ve tane iriliği arasında pozitif önemli; tane verimi ile protein oranı arasında negatif önemli; protein oranı ile hektolitreye, bin tane ağırlığı ve tane iriliği arasında negatif önemli ilişkiler tespit etmişlerdir. Denemede yer alan 30 genotip içerisinde Agawam, McNeal ve Alpowa’nın kurağa toleranslı olduğunu bildirmişlerdir.

Şahin ve ark. (2011), Konya’da 3 yıl ve 20 ekmeklik buğday genotipini (4 tescilli çeşit ve 16 ileri hat) kullanarak yürüttükleri çalışmada, tane verimi ile bazı kalite özelliklerini (bin tane ve hektolitre ağırlığı, protein ve glüten oranı, glüten indeksi, Zeleny sedimentasyon değeri, tane sertliği ve miksografta hamurun reolojik özellikleri) incelemişlerdir. Ele alınan tüm özellikler için genotip x yıl etkileşimi önemli bulunmuştur. Özellikler arası korelasyon değerlerine göre tane verimi ile protein, glüten oranları ve tane sertliği arasında negatif önemli; tane verimi ile hektolitre ağırlığı, glüten indeksi ve miksograf parametreleri arasında ise pozitif önemli; protein oranı ile glüten oranı arasında pozitif önemli; protein oranı ile tane sertliği, glüten indeksi ile bazı miksograf parametreleri (eğim yüksekliği ve eğimin sağ kısmı) arasında ise negatif önemli ilişkiler belirlenmiştir.

Mladenov ve ark. (2012), 4 farklı ülkeden (Rusya, Macaristan, Fransa ve Sırbistan) temin edilen 20 ekmeklik buğday çeşidi ile 3 yıl yürüttükleri çalışmada, protein oranı, sedimentasyon değeri, hektolitre ağırlığı ve bin tane ağırlığını incelemişlerdir. Kalite özelliklerinin çevre ile olan ilişkilerini belirlemek için AMMI ve GGE-Biplot yöntemlerini kullanmışlardır. Yıllar arası farklılıklara büyük oranda 2008-2009 yetiştirme sezonunun neden olduğunu belirlemişlerdir. GGE-Biplot yönteminde ilk ana bileşenin (PC1 ve PC2), toplam varyasyonun % 80’ini açıkladığını tespit etmişlerdir. Denemede kullandıkları genotiplerden MV-Csardas ve Pamyati-Kalinenko’nun kaliteyi artırmak için buğday ıslah çalışmalarında ebeveyn olarak kullanılabileceği ifade etmişlerdir.

Souza ve ark. (2012), ABD’nin doğu eyaletleri için 1801-2005 yılları arasında geliştirilen 187 yumuşak ekmeklik buğday çeşidini 2 yıl, 9 lokasyonda kalite özelliklerini belirlemek amacıyla denemeye almışlardır. Denemede, hektolitre ağırlığı, un verimi, unda protein oranı, unun solvent tutma kapasitesi ve sugar-snap bisküvi kalitesini incelemişlerdir. Denemede, hektolite ağırlığı, unda protein oranı ve laktik asit solvent tutma kapasitesi üzerine Ç etkisinin yüksek olduğunu, diğer özellikler üzerine ise G etkisinin yüksek olduğunu rapor etmişlerdir. Tüm özelliklerde GÇE varyansının G ve Ç varyanslarından daha düşük olduğu ve çeşitler arasındaki kalite özelliklerindeki varyasyonun kaynağının genelde G etkisinden kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Unda protein oranı ile bisküvi çapı arasında negatif önemli; solvent tutma kapasitesi ve hektolitre ağırlığı arasında ise pozitif önemli ilişkiler belirlemişlerdir.

Vazquez ve ark. (2012), Güney Amerika ülkelerinden Arjantin, Brezilya, Şili, Meksika, Paraguay ve Uruguay’da 20 çevrede, 23 ekmeklik buğday çeşidi kullanarak yürüttükleri çalışmada tane verimi, protein oranı, hektolitre ağırlığı, kül oranı, glüten oranı,

alveriograf ve farinograf parametreleri, düşme sayısı, SDS sedimantasyon değeri ve un rengine G, Ç ve GÇE'nin etkilerini belirlenmeyi amaçlamışlardır. İncelenen kalite özellikleri üzerine hem Ç ve hemde G'in etki ettiğini, fakat Ç etkisinin daha fazla olduğu bildirmişlerdir. Kalite özelliklerinin GÇE değerleri dikkate alınarak verim potansiyeli düşük çevrelerde dahi orta-yüksek kalite değerlerine sahip genotiplerin geliştirilebileceğini, bunun ise özel adaptasyon yeteneğine sahip genotiplerin belirlenmesiyle mümkün olabileceğini ifade etmişlerdir.

El-Feki ve ark. (2013), kurağa toleranslı ve kalite özellikleri düşük beyaz sert kışlık ekmeklik buğday hattı (CO940610) ile sulanan şartlara adaptasyonu ve kalite özellikleri yüksek beyaz sert kışlık ekmeklik buğday çeşidi (Platte) arasında yapılan melezlemeden elde edilen 185 doubled haploid hattında 14 kalite özelliğinin QTL haritalamasını yapmışlardır. Denemeyi kısıtlı ve tam sulama şartlarında yürütmüşler ve farklı su streslerinde kalite özellikleri x QTL etkileşimini incelemişlerdir. Su kısıtlanması protein oranı, hektolitre ağırlığı, tane sertliği, hamurda miksograf maksimum süresi, yüksekliği ve genişliğini artırmış, un parlaklığı, polifenol oksidaz, kül oranı ve tane çapını etkilememiş, fakat un sarılığını azaltmıştır.

Williams ve Sorrells (2013), buğday tanesinin şekli ve iriliğinin kültüre alınma sürecinde değiştiğini ve bu değişimin tane verimi ve kalitesini de etkilediğini bildirmişlerdir. Ekmeklik buğdayın iki doubled haploid popülasyonunda tane iriliği ve şeklini ortaya koyan genleri belirlemeyi hedefledikleri çalışmada, tane şeklini ortaya koyan QTL'in, Q (başak özelliklerine etki eden yani tanenin başaktan ayrılmasına yardımcı olan gen), Ser5B (tane endospermde proteinazı kodlayan genlerden birisi), S (tanenin yuvarlağımsı ve küçük olmasını kodlayan gen) ve Gpc-B1 (tane protein konsantrasyonunu kodlayan gen) genlerinden bağımsız olduğunu ortaya koymuşlardır. Tane şekli ve iriliği buğdayın kalitesini olumlu veya olumsuz (bin tane ağırlığı, hektolite ağırlığı, un verimi vb.) etkilemektedir.

Kaiser ve ark. (2014), ABD'nin kuzey eyaletlerinde 2 yıl, 17 lokasyonda, 14 yazlık buğday çeşidini kullanarak yürüttükleri çalışmada, bayrak yaprağı element içeriği (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cl, Cu, Fe Mn ve Zn) ile tane verimi ve protein oranı ilişkilerini araştırmışlardır. Bayrak yaprağında tespit edilen 10 besin elementi (Fe ve Cu hariç) ile tane verimi ve protein oranı için G, Ç ve GÇE'nin önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Kılıç ve ark. (2014), Diyarbakır ve Şanlıurfa lokasyonlarında 25 ekmeklik buğday çeşidini (8 tescilli çeşit + 17 ileri hat) kullanarak yürüttükleri çalışmada, tane verimi ve bazı kalite özelliklerini (protein oranı, bin tane ve hektolitre ağırlığı, tane sertliği, Zeleny

sedimentasyon değeri ve alveograf parametreleri (hamur enerji değeri (W) ve P/L oranı)) araştırmışlardır. İncelenen özelliklerin tümünde genotip x lokasyon etkileşimini önemli bulunmuşlardır. Aynı zamanda tane verimi ile protein oranı ve Zeleny sedimentasyon değeri arasındaki ilişkilerin negatif önemli olduğunu belirlemişlerdir.

Mohammadi ve ark. (2014), İran'da yağmura bağımlı şartlarda 3 yıl, 4 lokasyonda, dünyanın farklı ülkelerinden temin edilen 380 makarnalık buğday yerel çeşidinde stabilite ve adaptasyon özelliklerini belirlemeyi hedeflemişlerdir. Çeşitler arasında stabilite ve adaptasyon yönüyle önemli farklılıkların olduğunu, yapılan kümeleme analizinde çeşitlerin genelde orijinlerine göre kümелendiğini, lokasyonlar için yapılan kümeleme analizinde ise her lokasyonun kümelenme şeklinin her yıl benzerlik göstermediğini, dolayısıyla yıl etkisinin lokasyon etkisinden daha önemli olduğunu belirlemişlerdir. ABD ve Avrupa orijinli çeşitlerin özel adaptasyon yeteneklerinin, Asya orijinli çeşitlerin ise kurağa ve soğuğa toleranslarının yüksek olduğunu ortaya koymuşlardır.

Sherman ve ark. (2014), modern yazlık buğday çeşitlerinin yarı bodur bitki boyuna sahip olduğunu ve bundan dolayı uzun boylu çeşitlere göre tane verimlerinin daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bitki boyu kısalmasını sağlayan genlerin bulunmasından sonra bu genlerin bitkilere aktarılmasıyla birlikte bazı olumlu ve olumsuz etkiler belirlenmiştir. Ekmeklik buğdayın 4B ve 4D kromozomları üzerinde tespit edilen Rht-B1 ve Rht-D1 lokusları bitki boyunun kısalmasını sağlamaktadır. Rht-D1b allelini taşıyan McNeal buğday çeşidi ile kısalık allellerini taşımayan (normal boya sahip) Thatcher çeşidi melezlenmiş ve bu melezden elde edilen rekombinant kendilenmiş hatlar 5 çevrede denemeye alınmıştır. Rht-D1 lokusu, bitki boyundaki varyasyonun % 90'ını açıklamıştır. Rht-D1b alleli, tane verimi ve fertil kardeş sayısı üzerine sırasıyla % 73 ve % 33 (artış) pozitif pleiotropik etkide bulunurken protein oranı, bin tane ve hektolitreye ağırlığı üzerine ise sırasıyla % 42, % 24 ve % 7 (düşüş) negatif pleiotropik etkide bulunmuştur.

2.4. Stabilite Analiz Yöntemleri

1900'lü yıllardan beri GÇE'ni araştırmayı hedefleyen çalışmalar, mütemediyen birden fazla yıl ve/veya lokasyon üzerinden yürütülmektedir (Roemer, 1917; Yates ve Cochran, 1938). Bu konuda yapılmış en önemli araştırmalardan birisi Rasmusson ve Lambert (1961) tarafından Kanada'da yürütülmüştür. Anılan çalışmada 6 arpa çeşidi, 4 yıl süreyle, 8 lokasyonda, 3 farklı tekerrür sayısında (2, 3 ve 4) denemeye almıştır. Deneme sonucunda, deneme maliyeti ve süresi dikkate alınmak şartıyla, birden fazla çevre

üzerinden yürütülecek çalışmaların en az 3 tekerrür, 3 yıl ve 6 lokasyondan üzerinden yürütülmesinin uygun olacağını belirlemişlerdir.

1963 yılından beri GÇE'nin istatistiksel olarak önemli çıktığı çalışmalarda, genotiplerin yıllar ve/veya lokasyonlar üzerinden göstermiş olduğu performanslarının, stabil (istikrarlı) olup olmadığı belirlenmekte ve akabinde genotiplerin stabilite düzeyleri ıslah çalışmalarında seleksiyon kriteri olarak kullanılmaktadır (Finlay ve Wikinson, 1963).

Son 50 yılda geliştirilmiş pek çok stabilite yöntemi mevcuttur. Söz konusu yöntemleri, bir kısım bilim adamı, genetik temellere dayandırarak sınıflandırırken (Becker, 1981; Becker ve Leon, 1988), bir kısım bilim adamını da istatistiksel temellere dayandırarak sınıflandırmıştır (Lin ve Binn, 1986). Becker (1981), stabilite kavramını iki farklı düşünce (biyolojik ve agronomik) temeline oturtmuştur. Biyolojik veya statik stabilite yaklaşımına göre stabil bir genotipin farklı çevrelerde ölçülen varyansı, minimum (sıfır veya sıfıra yakın) olmalıdır. Statik stabil bir genotip, çevresel şartlardaki değişimine rağmen performansını değiştirmeden korumaktadır. Bu tip genotipler, farklı çevrelere veya şartlara duyarsızdırlar ve tepki vermezler. Örneğin suya veya gübreye tepkileri zayıftır. Dolayısıyla çiftçiler statik stabil genotipleri tercih etmezler (Kang, 2002). Roemer (1917)'inin çevre varyansı (S_{xi}^2) biyolojik stabiliteyi ölçen yöntemlerden birisidir.

Agronomik veya dinamik stabilite yaklaşımına göre stabil bir genotipin farklı çevrelerle olan etkileşiminin minimum seviyede olması arzu edilen bir özellik olmakla birlikte, genotipin beklenen performansını göstermesi daha önemlidir. Zira çevre şartlarının iyileşmesine uygun olarak performansını artırması, çiftçi açısından istenen bir özelliktir (Kang, 2002). Wricke (1962)'nin Ekovalansı (W_i^2) agronomik stabiliteyi ölçen yöntemlerden biridir. Eberhart ve Russell (1966)'ın regresyon katsayısı (b_i) hem biyolojik ve hem de agronomik stabilite yaklaşımına uymaktadır (Becker ve Leon, 1988).

Stabilite yöntemlerini istatistiksel temellere göre 3 grup altında toplamak mümkündür (Lin ve Binn, 1986):

2.4.1. Parametrik Stabilite Yöntemleri

Parametrik stabilite yöntemlerinin uygulanabilmesi için verilerin varyans analizi varsayımlarını yerine getirmesi gerekmektedir. Hatanın normal dağılış göstermesi zorunluluktur. Normal dağılış sınırlarının dışına çıkan değerler veya gözlemler (outlier) analiz yapılmasını imkânsız kılmaktadır. Genelde, ham değerler analizde kullanılmaktadır. Fakat bazı durumlarda transformasyon gerekmektedir. Transformasyon yapılsa dahi bazen

hatanın dağılımını kabul edilebilir (normal) düzeye indirmek mümkün olmamaktadır. Parametrik yöntemlerin hesaplanması ve yorumlanması parametrik olmayan yöntemlere göre daha zordur (Bowley, 1999; Huehn, 1996).

Allard (1961) birden fazla yıl ve lokasyonda yürütülen GÇE denemelerinde, genotiplerin çevreler üzerinden hesaplanan nisbi varyans değerlerinin (büyüklük olarak), stabilite parametresi olarak kullanılabileceğini ve varyans değeri küçük olan genotiplerin daha stabil olabileceğini ifade etmiştir.

Finlay ve Wilkinson (1963), Yates ve Cochran (1938) tarafından birden fazla çevrede yürütülen verim denemelerinin analizinde kullanılmak üzere önerilen regresyon yöntemini yeniden yorumlamışlardır. Finlay ve Wilkinson (1963) genotiplerin stabilitelerinin tanımlanmasında regresyon katsayısı (b_i) ve tane verimi değerlerini birlikte kullanmışlardır. Araştırmacılara göre bir genotipin b_i değeri, 1'e ($b_i = 1$) ve verimi, deneme ortalamasına eşit ise o genotipin stabilitesi orta düzeyde (average stability) demektir. Bir genotipin $b_i = 1$ ve verimi deneme ortalamasının üstündeyse, o genotipin tüm çevrelere adaptasyonu yüksektir (genel adaptasyon). Bir genotipin $b_i = 1$ ve verimi deneme ortalamasının altındaysa tüm çevrelere adaptasyonu zayıftır. Bir genotipin $b_i > 1$ ve verimi iyi çevrelerde deneme ortalamasının üstünde ve kötü çevrelerde deneme ortalamasının altındaysa, o genotipin iyi çevrelere adaptasyonu yüksektir (iyi çevrelere özel adaptasyon). Bir genotipin $b_i < 1$ (sıfıra yakın) ve verimi iyi çevrelerde deneme ortalamasının altında ve kötü çevrelerde deneme ortalamasının üstündeyse, o genotipin kötü çevrelere adaptasyonu yüksektir (kötü çevrelere özel adaptasyon).

Finlay ve Wilkinson (1963) tarafından yapılan stabilite tanımına, Eberhart ve Russell (1966) regresyondan sapmalar kareler ortalamasını (S_{di}^2) ilave etmişlerdir. Onlara göre stabil bir genotipin verimi, deneme ortalamasının üstünde, regresyon katsayısı (b_i) 1 ve regresyondan sapmalar kareler ortalaması (S_{di}^2) 0 (sıfır) olmalıdır. Çevre şartları iyileştikçe genotipin performansı artmalı ve çevre koşulları kötüleştikçe genotipin performansı ortalamanın altına düşmemelidir. Eberhart ve Russell (1966), bir çeşidin çiftçiler tarafından tercih edilmesinde, o çeşidin çevreye karşı göstereceği tepkinin önemli rol oynayacağını, şartların iyileşmesine olumlu tepki veren ve şartların kötüleşmesi durumunda ise tatminkâr verim veren çeşitlerin tercih edileceğini ifade etmişlerdir.

Eberhart ve Russell (1966) tarafından yapılan stabilite tanımı, genotipin çevreler üzerinden göstermiş olduğu tane verimi performansına dayandırılmıştır. Hâlbuki bir genotipin kalite özellikleri yönüyle stabilitesi daha farklı tanımlanmalıdır. Örneğin

ekmeklik buğdayda protein oranının yüksek olması istenirken, bisküvilik buğdayda protein oranının düşük olması istenmektedir. Ekmeklik buğdayda protein oranı için stabilite tanımı Eberhart ve Russell (1966) tarafından yapılan tanımla örtüşürken, bisküvilik buğdayda protein oranının düşük olması istendiğinden Eberhart ve Russell (1966) tarafından yapılan stabilite tanımı, yetersiz kalmaktadır. Bir başka deyişle, bisküvilik bir çeşit, değişen çevre şartlarında protein oranını artırmamalı ve hatta çevre şartları iyileşse bile % 10 protein oranını muhafaza etmelidir. Netice itibariyle kalite kriterlerine göre stabilite kavramının yeniden tanımlanması gerekmektedir (Busch ve ark., 1969; Peterson ve ark., 1992).

Becker (1981), Almanya'da 3 yılda 150'den fazla denemenin yürütüldüğü çeşit tescil denemelerinde (Buğday, Arpa, Mısır, Yulaf ve Çavdar) Eberhart ve Russell (1966)'ın regresyon katsayısı (b_i) ile Roemer (1917)'in çevre varyansı (S_{xi}^2) arasında pozitif önemli bir ilişki, Eberhart ve Russell (1966)'ın regresyondan sapmalar kareler ortalaması (S_{di}^2) ile Wricke (1962)'in Ekovalansı (W_i^2) arasında yine pozitif önemli bir ilişki olduğu tespit etmiştir. Araştırmacı, bu ilişkilerin 5 tahıl türünde 3 yıl ve 150'den fazla lokasyonda tekrar etmesinden dolayı, 4 stabilite parametresinin (b_i, S_{xi}^2, S_{di}^2 ve W_i^2), kalıtımının yüksek olabileceğini bildirmiştir.

Lin ve ark. (1986), 9 parametrik stabilite yöntemini incelemişler, yöntemlerin ortak ve farklı yönlerini ortaya koymuşlardır. Parametrik yöntemlerden Roemer (1917)'in çevre varyansı (S_{xi}^2) ve Francis ve Kannenberg (1978)'in varyasyon katsayısı (CV_i) yöntemlerini, (genotiplerin stabiliteelerini çevreler arası varyanslarının büyüklüğüne göre belirlediği için) aynı gruba (birinci grup) dâhil etmişlerdir. İkinci grupta Plaisted ve Peterson (1959) ve Plaisted (1960)'in parametreleri ($\bar{\theta}_i$ ve $\theta_{(i)}$) ile Wricke (1962)'in Ekovalansı (W_i^2) ve Shukla (1972)'nin stabilite varyansı (σ_i^2) yer almıştır. İkinci gruptaki parametreler genotiplerin stabiliteelerini, denemede yer alan tüm genotiplerin ortalamasına göre değerlendirmektedir. Üçüncü grupta doğrusal regresyon katsayısının kullanıldığı parametreler yer almıştır. Bu grupta Finlay ve Wilkinson (1963)'nin b_i değeri (Eberhart ve Russell (1966)'ın b_i değeri ile aynıdır) ve Perkins ve Jinks (1968)'in β_i değeri ($\beta_i = b_i - 1$) bulunmaktadır. Dolayısıyla bu grupta yer alan parametreler, genotiplerin stabiliteelerini benzer ölçmektedir. Dördüncü gruptaki parametrelerin tamamen aynıdır. Eberhart ve Russell (1966) regresyon katsayısına ilave olarak regresyondan sapmalar kareler ortalamasını da (S_{di}^2) bir stabilite ölçütü olması gerektiği ifade etmesinden sonra Perkins ve Jinks (1968)'de aynı parametreyi (δ_i^2) önermiştir.

Atlı (1987), Ülkesel Serin İklim Tahılları Araştırma Projesi kapsamında kurulan çeşit adaptasyon denemelerinin kalite analiz sonuçlarını değerlendirmiştir. Araştırmacı, 47 çevrede yürütülen denemelerden seçilen 6 ekmeklik buğday çeşidinde protein oranı, hektolitre ağırlığı ve ekmek hacminin stabilitelelerini belirlemek için Eberhart ve Russell (1966)'ın parametrelerini (regresyon katsayısı (b_i) ve regresyondan sapmalar kareler ortalaması (S_{di}^2)) kullanmıştır. Hektolite ağırlığı yönüyle en stabil çeşitler sırasıyla Bezostaya-1, Bolal-2973 ve Kıraç-66 olarak belirlenmiştir. Protein oranı açısından en stabil çeşitler Bezostaya-1 ve Lancer olurken, ekmek hacminde ise Bezostaya-1 ve Haymana-79 çeşitleri ön plana çıkmıştır. İncelenen 3 kalite özelliğine göre en stabil çeşit Bezostaya-1 olmuştur.

Becker ve Leon (1988), parametrik stabilite yöntemlerinden Roemer (1917)'in çevre varyansı (S_{xi}^2) statik stabilite yaklaşımına, Eberhart ve Russell (1966)'in regresyon katsayısı (b_i) hem statik ve hem de dinamik stabilite yaklaşımına, Eberhart ve Russell (1966)'in regresyondan sapmalar kareler ortalaması (S_{di}^2), Wrinkle (1962)'in Ekovalansı (W_i), Pinthus (1973)'un belirtme katsayısı (r_i^2) ile parametrik olmayan stabilite yöntemlerinden Huehn (1996)'nın sıra ortalaması ($S_i^{(1)}$) ve sıra varyansının ($S_i^{(2)}$) ise dinamik stabilite yaklaşımına uygun olduğunu bildirmişlerdir.

Kang ve Gorman (1989), ABD'nin Louisiana Eyaleti'nde 3 yıl, 4 lokasyonda, 17 mısır (*Zea mays* L.) çeşidi denemeye almışlar ve tane veriminin stabilitesini belirlemek için Shukla (1972)'nin stabilite varyansını (σ_i^2) kullanmışlardır. Tane verimi için G, Ç ve GÇE'ni önemli bulmuşlardır. GÇE'ne etki eden çevresel etmenlerden yağışın payını sadece % 1.4 olarak tespit etmişlerdir. Maksimum ve minimum sıcaklıklar ile nispi nemin etkisini, çok düşük (ihmal edilebilecek) seviyede belirlenmiştir. Denemede kullanılan çeşitlerden 7 tanesinin, Shukla (1972)'nin parametresine (σ_i^2) göre stabil olmadığı ortaya konmuştur.

Jalaluddin ve Harrison (1993), ABD'nin Louisiana Eyaleti'nde 7 yıl, 7 lokasyonda, kışlık ekmeklik buğday verim denemelerini yürütmüşler ve genotiplerin stabilitelelerini belirlemek için Eberhart ve Russell (1966)'in regresyon katsayısı (b_i) ve regresyondan sapmalar kareler ortalamasını (S_{di}^2), regresyon katsayısından sapmanın mutlak değerini ($|b_i - 1|$), Roemer (1917)'in çevre varyansını (S_{xi}^2), Francis ve Kannenberg (1978)'in varyasyon katsayısını (CV_i), Pinthus (1973)'un determinasyon (belirtme) katsayısını (r_i^2) ve Shukla (1972)'nin stabilite varyansını (σ_i^2) kullanmışlardır. Parametrelerden S_{di}^2 , $|b_i - 1|$ ve σ_i^2 'nin çevreler üzerinden tekrarlanabilirliğinin (kalıtımının) düşük, S_{xi}^2 ve r_i^2 'nin orta, b_i 'nin ise

yüksek düzeyde olduğunu, fakat CV_i 'nin tekrarlanabilirliği olmasına rağmen genotiplerin verim ortalamalarından etkilendiği için güvenilir bir parametre olmadığını bildirmişlerdir. Parametreler içerisinde genotip verim ortalamasının (X_i), en yüksek tekrarlanabilirlik derecesine sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Yüksek verimli ve stabil genotiplerin belirlenmesinde b_i ile X_i 'in birlikte kullanılmasının isabetli olacağını bildirmişlerdir.

Doğan ve Ayçiçek (2001), Bursa şartlarında 9 yıl süreyle 7 ekmeklik buğday çeşidini kullanarak yürüttükleri çalışmada, tane veriminin stabilitesini 3 regresyon parametresi (Eberhart ve Russell (1966)'ın regresyon katsayısı (b_i), regresyondan sapmalar kareler ortalaması (S_{di}^2) ve Pinthus (1973)'un determinasyon (belirtme) katsayısı (r_i^2)) ile araştırmışlardır. S_{di}^2 ve r_i^2 parametreleri birlikte ele alındığında tüm çeşitlerin stabil olduğunu, fakat S_{di}^2 ve b_i birlikte değerlendirildiğinde ise Momtchill, Kate A-1, Kırkpınar-79 ve Gemini çeşitlerinin stabil olduğunu belirlemişlerdir.

Akçura ve ark. (2005), 6 çevrede, 13 makarnalık buğday çeşidi (9 ileri hat + 4 tescilli çeşit) ile yürüttükleri çalışmada, tane veriminin stabilitesini belirlemek için regresyon parametrelerini kullanmışlardır. Denemeye alınan ileri hatlardan bazılarının hem tane veriminin ve hem de stabilitelerinin tescilli çeşitlerden daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

Akçura ve ark. (2009), 14 çevrede, 20 makarnalık buğday ileri hattı ile yürüttükleri çalışmada, tane veriminin stabilitesini belirlemek için 4 parametrik (regresyon parametreleri (Eberhart ve Russel, 1966), belirtme katsayısı (Pinthus, 1973) ve üstünlük ölçütü (Lin ve Binns, 1988)) ve 2 parametrik olmayan stabilite yöntemini (Huehn'nin (1996) ilk iki parametresi) kullanmışlardır. Aratırmacılar, Sperman sıra ilişki (rank correlation) analizine göre ele alınan tüm yöntemler arasında benzerlik oranını yüksek bulmuşlardır. Sonuç itibariyle, stabilite analizlerinde 6 parametreden herhangi birisinin tercih edilebileceğini fakat varyans analizi varsayımlarını yerine getirme zorunluluğu olmadığından dolayı parametrik olmayan yöntemlerinin daha uygun olabileceğini bildirmişlerdir.

Karadavut ve ark. (2010), 2 yıl süreyle Adana, Kahramanmaraş ve Hatay lokasyonlarında 6 bakla (*Vicia faba*) çeşidinin tane verimi yönüyle stabilitelerini araştırmışlardır. Çeşitlerin stabilitelerini belirlemek için kullandıkları regresyon parametrelerine (Eberhart ve Russel, 1966) göre hem en yüksek tane verimine ve hem de en yüksek stabiliteye Eresen-87 çeşidinin sahip olduğunu belirlemişlerdir.

2.4.2. Parametrik Olmayan Stabilite Yöntemleri

Parametrik olmayan stabilite yöntemlerinin kullanılması için verilerin varyans analizi varsayımlarını yerine getirme zorunluluğu yoktur. Bir başka ifadeyle, hatanın normal dağılış göstermesi zorunlu değildir. Normal dağılış sınırlarının dışına çıkan yani anormal değerler veya gözlemler (outlier) analizi olumsuz etkilememektedir. Yönteme göre değişmekle birlikte genelde, ham veriler analizlerde kullanmamaktadır. Transformasyon (merkezileştirme yada standartlaştırma) yapıldıktan sonra elde edilen yeni veriler ya da sıralama (rank) değerleri kullanılarak analizler yapılmaktadır. Parametrik olmayan yöntemlerin, parametrik yöntemlere göre genelde hesaplanması ve yorumlanması daha kolaydır.

Allard (1961), birden fazla yıl ve lokasyonda yürütülen GÇE denemelerinde, genotiplerin farklı çevrelerdeki performans sıralamalarının, stabilite parametresi olarak kullanılabilceğini ve sıralama değerleri fazla varyasyon göstermeyen genotiplerin, daha stabil olabileceğini ifade etmiştir.

Kang ve Pham (1991), mısır (*Zea mays* L.) verim denemelerinde tane verimi yönüyle hem stabil ve hem de yüksek verimli genotipleri belirlemek için Shukla (1972)'nin stabilite varyansı (σ_i^2), Kang (1988)'in Sıra-Toplam parametresi (RS), Huehn (1979)'in iki parametresi ($S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$) ve Lin ve Binns (1988)'in üstünlük ölçütünü (P_i) kullanmışlardır. Shukla (1972)'nin stabilite varyansı (σ_i^2) hariç diğer tüm parametreler tane verimiyle negatif önemli ilişkiler gösterirken, stabilite parametreleri ise kendi aralarında pozitif önemli ilişkiler göstermişlerdir. Parametrik olmayan stabilite yöntemlerinin ön koşullar (normal dağılışa uygunluk gibi) gerektirmediğinden ve parametrik testlere göre kısmen hesaplanmaları ve yorumlanmalarının kolay olmasından dolayı, stabilite analizlerinde yüksek verimli ve stabil genotiplerin belirlemek için Kang (1988)'in Sıra-Toplam parametresi (RS) ve Huehn (1979)'in iki parametresinin ($S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$) kullanılabilceğini bildirmişlerdir.

Kang (1993), genotip x çevre etkileşimlerinin (GÇE) kısa süreli (bir yerde 3-4 yıl) ya da uzun süreli (birden fazla yerde ve yılda) verim denemelerinde ortaya çıktığını ve genotip stabilitealarının belirlenmesi için yapılacak çalışmaların uzun süreli olması gerektiğini bildirmiştir. Bitki ıslahçılarının genotip performansını değerlendirirken çoğunlukla GÇE'ni ihmal ettiklerini ve genotipleri seçerken çevreler üzerinden ortalamalara göre değerlendirdiklerini, halbuki GÇE'nin istatistiksel olarak önemli çıktığı durumlarda, genotip ortalamalarına göre yapılacak seleksiyonun yanlış sonuçlar

doğuracağını, tane veriminin yanında mutlaka genotiplerin stabilitesinin de belirlenmesi gerektiğini ve genotiplerin seleksiyonunda hem yüksek verim ve hem de stabilite parametrelerinin dikkate alınması gerektiğini bildirmiştir. Kang (1993)'a göre yüksek verimli bir genotipin aynı zamanda stabilitesinin de düşük olabileceği göz önüne alınmalıdır. Dolayısıyla, GÇE'nin önemli olduğu verim denemelerinde mutlaka stabilite analizleri yapılmalıdır.

Sabaghnia ve ark. (2006), İran'da yağmura bağımlı şartlarda 3 yıl, 20 lokasyonda, 10 parametrik olmayan (Huehn (1979; 1996)'nın 4 yöntemi ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$), Kang (1988)'in Sıra-Toplam (RS) yöntemi, Fox ve ark. (1990)'nin En Üst, Orta ve Alt Sıra (TOP, MIDDLE ve BOTTOM) yöntemi, Thennarasu (1995)'nin 4 farklı sıra yöntemi) stabilite yöntemi kullanarak 11 mercimek genotipinin tane veriminde GÇE'ni araştırmışlardır. Denemede kullanılan 10 stabilite yönetiminden sadece En Üst Sıra (TOP) ve Sıra-Toplam (RS) yöntemleri tane verimi ile pozitif önemli, diğer 8 yöntem ile önemsiz ilişki göstermiştir. TOP ve RS yöntemleri ile verim arasındaki ilişki, hem stabil ve hem de tane verimi yüksek genotiplerin seçiminde bu iki yöntemin kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Akçura ve Kaya (2008), 19 çevrede, 10 ekmeklik genotipini (5 tescilli + 5 ileri hat) denemeye aldıkları çalışmada, tane veriminin stabilitesini 8 parametrik olmayan (Huehn (1996)'nin 4 parametresi, Fox ve ark. (1990)'nin TOP ölçütü, Kang (1988)'in RS ve Ketata (1988)'nin RM ve SDR yöntemleri) stabilite yöntemini kullanarak araştırmışlardır. Deneme sonucunda, anılan 8 yöntemden Huehn (1996)'nin son iki parametresi, Fox ve ark. (1990)'nin TOP ve Ketata (1988)'nin RM yöntemlerinin ön plana çıktığını, dolayısıyla stabilite analizlerinde 4 yöntemden birisinin tercih edilebileceğini rapor etmişlerdir.

Cravero ve ark. (2010), Arjantin'de 10 enginar çeşidiyle 6 yıl yürüttükleri çalışmada, çeşitlerin verim ve erkencilik yönüyle stabilitesini belirlemek için Ketata (1988)'nin Sıra Ortalaması (RM) ve Sıranın standart sapması (SDR) yöntemlerini kullanmışlardır. Ketata (1988)'ya göre stabil bir genotipin RM değeri 1'e yakın ve SDR değeri ise sifıra yakın olmalıdır (Cravero ve ark., 2010). Denemede kullanılan enginar çeşitlerinden Nato, Oro Verde ve Gauchito verim yönüyle, Caribou ise erkencilik yönüyle en stabil çeşitler olmuşlardır.

Lillemo ve ark. (2010), 13 lokasyonda, 24 ekmeklik buğday hattını denemeye aldıkları çalışmada, külleme (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici* (DC.) E.O. Speer f. sp. Em. Marchal) hastalığına dayanıklılığın stabilitesini belirlemek için Huehn (1996)'nin ilk iki

parametresini ($S_i^{(1)}$ ve $S_i^{(2)}$) kullanmışlardır. Deneme sonucunda, buğdayda külemeye karşı dayanıklılık stabilitesinin belirlenmesinde söz konusu parametrelerin kullanılabilceği ortaya konmuştur. Diğer taraftan, dayanıklılık yönüyle stabilite değerlendirmesinde, hem hastalık skorlarının ve hem de $S_i^{(1)}$ ve $S_i^{(2)}$ değerlerinin düşük olması (sıfıra yakın) gerektiği ifade edilmiştir.

Mut ve ark. (2010a), 7 çevrede 25 ekmeklik buğday genotipini (5 tescilli çeşit + 20 ileri hat) denemeye alarak bazı kalite özelliklerinin (protein oranı, Zeleny sedimantasyon değeri, bin tane ve hektolitreye ağırlığı) genotip, çevre ve genotip x çevre etkileşimlerini incelemişlerdir. Aynı çalışmada genotiplerin stabiliteyi belirlemek için 4 parametrik (Eberhart ve Russel (1966)'ın 2 regresyon parametresi, Shukla (1972)'nin stabilite varyansı ve Wrinkle (1962)'nin ekovalansı), 2 parametrik olmayan (Huehn (1996)'nin ilk iki parametresi) ve 1 çok değişkenli (Zobel ve ark. (1988)'nin AMMI analizi) yöntem kullanmışlardır. 4 kalite özelliğine göre en stabil genotipler içerisinde ilk sırada Bezostaya-1 yer almıştır. Fakat denemede 7 stabilite yöntemi kullanılmasına rağmen yöntemler arasında etkinlik yönüyle herhangi bir kıyaslama yapılmamıştır.

2.4.3. Çok Değişkenli (Multivariate) Yöntemler

Parametrik ve/veya parametrik olmayan stabilite yöntemleri, genotiplerin stabiliteyi hakkında yorum yapılmasına imkan verirken, GÇE'nin içeriği hakkında ise tatmin edici bir bilgi vermemektedir. Söz gelimi hangi genotipin hangi çevreye daha iyi uyum sağladığının belirlenmesi klasik yöntemlerle neredeyse imkânsızdır. Oysa çok değişkenli yöntemler, görsel olarak GÇE hakkında yorum yapma, imkânı sunmaktadır. Çok değişkenli yöntemlerle, genotiplerin özel ve genel uyum yetenekleri ile çevreler hakkında isabetli yorumlar yapılabilmektedir. Eski bir Çin atasözünde 'Bir Resim Bin Söze Bedeldir' şeklinde ifade edildiği gibi çok değişkenli yöntemlerden üretilen görsel grafiklerle GÇE, kolay, hızlı ve etkili bir şekilde yorumlanabilmektedir.

Gabriel (1971), çok değişkenli yöntemlerden AMMI ve GGE-Biplot yöntemlerinde kullanılan biplot tekniğini ilk kez kullanmış ve onun sayesinde bilim dünyası biplot ile tanışmıştır. Gerçi O, biplot tekniğini sosyolojik bir durumu analiz etmek için kullanmış olmasına rağmen, bugün neredeyse tüm bilimsel alanlarda kullanılabilir. Biplot, tez konumuza bağlı kalarak izah edilirse, genotiplerin ve çevrelerin x ve y (hatta z) ekseninde her bir genotip ve çevrenin vektörler vasıtasıyla gösterilmesidir. Biplot 2 veya 3 boyutlu

olabilmektedir. Biplot, GÇE'nin istatistiksel olarak önemli çıktığı durumlarda G, Ç ve GÇE'nin görsel olarak anlaşılması ve yorumlanmasını kolaylaştırmaktadır.

Zobel ve ark. (1988), AMMI analiz yönteminin, varyans analizi (ANOVA), ana bileşenler analizi (PCA) ve doğrusal regresyon yöntemlerine (Finlay ve Wilkinson, 1963) göre avantajlarını ortaya koymuşlardır. Varyans analizi (ANOVA) G ve Ç ana etkilerinin ve GÇE'nin önemliliğini ortaya koymakta, fakat GÇE'ne neden olan G ve/veya Ç'ler hakkında ayrıntılı bilgi verememektedir. ANOVA'nın, sadece G ve Ç ana etkilerinin önemli, GÇE'lerinin önemsiz olduğu durumlarda kullanılması önerilmektedir. Ana bileşenler analizi (PCA), G ve Ç ana etkilerinin önemsiz, fakat GÇE'lerinin önemli olduğu durumlarda kullanılması tavsiye edilmektedir. G, Ç ve GÇE'nin önemli olduğu durumlarda doğrusal regresyon yöntemi, genotip stabilitelerini belirlemek için kullanılabilir. Fakat genotiplerin çevrelerle olan ilişkileri her koşulda doğrusal olmamakta, bazı durumlarda doğrusal olmayan GÇE tespit edilmektedir. Bu da doğrusal regresyonun güvenilirliğini azaltmaktadır.

Zobel ve ark. (1988), ANOVA ve PCA'yı, tek bir yöntemde birleştiren AMMI yöntemini ortaya koymuşlardır. AMMI yöntemi, Gabriel (1971) tarafından geliştirilen biplot grafiğini oluşturmak için PCA yönetimi kullanmaktadır. GÇE'ni etkin bir şekilde ortaya koyan biplot 1, 2 ya da 3 eksenli olarak oluşturulmaktadır. AMMI-Biplot grafiğinde G ana etkisi grafiğe dâhil edilmemektedir. GGE-Biplot yöntemi ile AMMI-Biplot yöntemi arasındaki en önemli farklardan birisi budur.

Van Oosterom ve ark. (1993), Suriye, Cezayir ve Fas'ta 2 yıl 7 lokasyonda (14 çevre) 36 arpa (iki sıralı) çeşidiyle yürüttükleri çalışmada, çeşitlerin ve çevrelerin birbirleriyle etkileşimini, Pattern ve AMMI analizleriyle incelemiştir. Pattern analizi sonuçlarına göre 36 arpa çeşidi 4 grupta, çevreler ise iki grupta toplanmıştır. Çeşitlerden Kuzey Afrika ile ICARDA ve Avustralya kökenli olanlar birinci grupta, Suriye orijinli olanlar ikinci grupta, Avrupa kökenli olanlar ise üçüncü ve dördüncü grupta toplanmıştır. Çevrelerden Fas ve Cezayir lokasyonları birinci grupta, Suriye lokasyonları ise ikinci grupta yer almıştır. GÇE'nin yaklaşık % 50'si ana bileşen eksen 1 (PC1) ile açıklandığından AMMI modeli için oluşturulan biplot G, Ç ve GÇE etkileşimini açıklamaya yeterli olmuştur. AMMI ile Pattern analizi sonuçları birbirini desteklemiştir. Araştırma sonucuna göre orta-erkenci kışlık arpa çeşitlerinin verim potansiyeli düşük çevrelerde performanslarının yüksek olabileceğini, verim potansiyeli yüksek çevrelerde ise bu tür çeşitlerin verim potansiyellerinin düşük olacağını, yarı kurak ve yağmura bağımlı şartlarda

arpa üretiminin yapıldığı çevrelerde, çiftçilerin çeşitlerin verim potansiyellerinden ziyade çeşitlerin stabiliteleriyle ilgileneceklerini ifade etmişlerdir.

Grausgruber ve ark. (2000), Avusturya'da 15 çevrede 8 ekmeklik buğday çeşidini denemeye almışlar ve kalite özellikleri üzerine çeşit x çevre etkileşiminin etkisi araştırmışlardır. İncelenen özelliklerden protein ve gluten oranı, Zeleny sedimantasyon değeri ve farinograf parametreleri üzerine çevre etkisinin, ekstensograf parametreleri üzerine ise çeşit etkisinin daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Çeşitlerin kalite özellikleri yönüyle stabilitelerini belirledikleri çalışmada, Shukla (1972)'nin stabilite varyansı, Eberhart ve Russel (1966)'in regresyondan sapmalar kareler ortalaması, Huehn (1996)'nin ikinci parametresi, Muir ve ark. (1992)'nin ikinci parametresi (çevreler arası kusurlu (imperfect) genetik korelasyon) ve Zobel ve ark. (1988)'nin AMMI yöntemini kullanmışlardır. Denemeye konu olan 8 ekmeklik buğday çeşidi, tüm kalite ve stabilite parametrelerine göre kıyaslandığında, Perlo ve Alidos'un en stabil çeşitler olduğu belirlenmiştir. Bu iki çeşidin melezinde Bezostaya-1'in yer alması, kaliteyi sağlayan genlerin kaynağını göstermesi bakımından önemlidir.

Nel ve ark. (2000), Güney Afrika'da 34 çevrede 7 ekmeklik buğday çeşidini kullanarak yürüttükleri çalışmada un verimi, düşme sayısı, gluten oranı ve miksoagrafla hamurum reolojik özelliklerini incelemişlerdir. Un verimi hariç diğer tüm özellikler için çeşit, çevre ve çeşit x çevre etkileşimlerini önemli bulmuşlardır. Un verimi için çeşit ve çevre ana etkilerini önemli, çeşit x çevre etkileşimlerini ise önemsiz bulmuşlardır. İncelenen tüm özelliklerin (düşme sayısı hariç) çevre tarafından yüksek oranda (en az % 67) etkilendiği tespit etmişlerdir. Kalite özelliklerinin çeşit x çevre etkileşimlerini ve çeşit stabilitelerini belirlemek için AMMI analizi yöntemi kullanmışlardır. Zobel ve ark. (1988) tarafından temel presibleri ortaya konan AMMI yönteminin ilk uygulanma şekline uygun olarak yaptıkları analizlerden tatmin edici sonuç alamamışlardır. Zira AMMI yönteminin kalite özellikleri için hesaplanan çeşit x çevre etkileşimlerini açıklama oranı, düşme sayısı (% 94) ve un verimi (% 68) hariç diğer tüm özellikler için % 50 civarında belirlenmiştir.

Sivapalan ve ark. (2000), Avustralya'da 3 yıl 8 lokasyonda 49 yazlık ekmeklik buğday genotipinin adaptasyonunu belirlemek için pattern, AMMI, 3 parametrik (Wrinkle (1962)'in ekovalansı (W_i^2), Shukla (1962)'nin stabilite varyansı (σ_i^2) ve Eberhart ve Russell (1966)'in regresyon katsayısı (b_i) ve 2 parametrik olmayan (Huehn (1979)'un $S_i^{(1)}$ ve $S_i^{(2)}$) stabilite yöntemlerini kullanmışlardır. AMMI ve pattern analizine göre genotipler 5 gruba, çevreler ise 2 gruba ayrılmıştır. Genotiplerin gruplara ayrılmasında orijinleri ve

pedigrileri, çevrelerin gruplara ayrılmasında ise iklim kuşağı (Akdeniz ve subtropikal) önemli rol oynamıştır. CIMMYT (Uluslararası Mısır ve Buğday Geliştirme Merkezi-Meksika) ve ICARDA (Uluslararası Kurak Alanlar Tarımsal Araştırma Merkezi-Suriye) kaynaklı buğday genotipleri genelde aynı grupta, Avustralya tarafından geliştirilen genotipler ise farklı grupta toplanmıştır. CIMMYT/ICARDA orijinli genotiplerden Attila, Nesser, Pfau/Seri//Bow, Genaro-81 ve Maya/Nac subtropikal çevrelere adaptasyonu yüksek iken, Avustralya kuruluşları tarafından geliştirilen Trident, Spear, Excalibur, RAC 655, Tammin ve 82Y:1186 ise tüm çevrelere yüksek uyum sağlamışlardır.

GGE-Biplot tekniği, Yan ve ark. (2000) tarafından ortaya konmuştur. Bu tekniğe göre birden fazla yıl ve/veya lokasyonda yürütülen verim denemelerinde varyasyonun çoğu, lokasyon ve/veya yıllar arasındaki farklılıktan kaynaklandığından dolayı, Ç etkisi değerlendirme dışı bırakılmaktadır. Varyasyonun ikinci kaynağı olan G, GÇE'ni anlamak ve yorumlamak için analiz yönetimine dâhil edilmektedir. Tane verimi gibi kantitatif özelliklerde Ç, G ve GÇE'nin toplam varyasyondaki payları, genelde sırasıyla % 80, % 10 ve % 10 şeklinde oluşmaktadır. Birden fazla çevre üzerinden yürütülen denemelerde, Ç ana etkisi yaklaşık % 80 olmasına rağmen, Ç etkisinin nedenleri tam olarak belirlemediği ve kontrol edilemediği (kalıtsal olmadığı) için sonuçların değerlendirmesinde, hariç tutulmaktadır. Dolayısıyla, bu yöntemde genotiplerin çevre ile etkileşimlerini anlamak ve yorumlamak için G ile GÇE birlikte ($G+GÇE = GGE$) ele alınmaktadır.

Yan ve ark. (2000), Kanada'nın Ontario Eyaleti'nde kışlık buğday verim denemelerine GGE-Biplot tekniğini uygulamışlardır. Tüm denemelerde G, Ç ve GÇE'nin önemli olduğunu ve toplam varyasyon içerisinde Ç'nin % 53-90, G'nin %3-32 ve GÇE'nin ise % 7-15 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Biplotu oluşturmak için yapılan PCA'da birinci eksenin (PC1) % 35-70, ikinci eksenin (PC2) ise % 15-24 arasında pay aldığını belirlemişlerdir. Yıl ve lokasyon üzerinden yapılan GGE-Biplot değerlendirmesine göre Ontario Eyaleti'nin, 2 büyük çevreye (ME) ayrıldığını (Doğu ve Batı Ontario) göstermişlerdir.

Tiancai ve ark. (2004), Çin'nin farklı lokasyonlarında ekmeklik buğday çeşitlerini denemeye aldıkları çalışmada, protein oranı, sedimantasyon değeri, tane sertliği, farinograf ve ekstensograf parametreleri üzerine çeşit, çevre ve çeşit x çevre etkileşimlerinin etkisi belirlemişlerdir. Protein oranı ve hamur gelişim süresine çevrenin, geriye kalan diğer kalite özelliklerine ise çeşidin önemli etkide bulunduğu ortaya koymuşlardır. Çeşit x çevre etkileşimini daha detaylı incelemek için kalite özelliklerine AMMI yöntemini

uygulamışlardır. Sonuç itibariyle, bazı çeşitlerin çevrelerle etkileşimlerinin yüksek, bazılarının ise kısmi olarak düşük olduğu belirlenmiştir.

Samonte ve ark. (2005), ABD'nin Texas Eyaleti'nde 3 yıl, 4 lokasyonda, 6 çeltik (*Oryza sativa* L.) çeşidini kullanarak yürüttükleri çalışmada, tane veriminin stabilitesini belirlemek için AMMI ve GGE biplot tekniklerini kullanmışlardır. Denemede tane veriminin G ve Ç ana etkileri ile GÇE, önemli bulunmuş ve toplam varyasyon (G + Ç + GÇE'nin kareler toplamı) içerisindeki payları sırasıyla % 55, % 18 ve % 27 olarak kaydedilmiştir.

Zhang ve ark. (2006), 2 yıl süreyle 13 çevrede (9 Çin ve 4 Meksika), Çin ve CIMMYT orijinli 25 yazlık ekmeklik buğday genotipini denemeye alarak yürüttükleri çalışmada, protein oranı ve SDS sedimantasyon değeri üzerine genotip, çevre ve genotip x çevre etkileşimlerini belirlemek için pattern analizi yöntemini kullanmışlardır. Pattern analizinin ilk aşaması olan kümeleme analizi sonuçlarına göre genotiplerin protein oranı için oluşturduğu kümeleme şeklinin (dendrogram), SDS sedimantasyon değeri için oluşturulan kümeleme şeklinden farklı olduğunu bulmuşlardır. Genotiplerin fotoperioda duyarlılıklarının yanında suya gösterdikleri tepkinin de kümeleme analizi sonucunu etkilediği ve bundan dolayı genotip sıralamalarının değiştiğini ifade etmişlerdir. Sıcaklık ve toprak gruplarının protein oranı üzerine etkili olduğunu, fakat SDS sedimantasyon değerinin ise yüksek sıcaklıktan daha fazla etkilendiğini bildirmişlerdir. Gerek Meksika'da ve gerekse Çin'de sulanan şartlarda yürütülen denemelerin sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, SDS sedimantasyon değeri için dolaylı seleksiyon yapılmasının mümkün olduğunu, yani Meksika'da yüksek SDS sedimantasyon değerine sahip genotiplerin aynı zamanda Çin'de de yüksek SDS sedimantasyon değerine sahip olacaklarını belirlemişlerdir. Fakat protein oranı için dolaylı seleksiyon stratejisi geliştirmenin mümkün olmadığını tespit etmişlerdir. Zira protein oranının kümeleme analizinde, Çin'i temsil eden çevreler ile Meksika'yi temsil eden çevreler farklı alt kümelerde yer almışlardır.

Jichun ve ark. (2007), Çin'de 3 yıl süreyle 9 lokasyonda 12 ekmeklik buğday çeşidinin hamur reolojik özelliklerinden farinograf stabilite süresini (FSS) araştırmışlardır. Varyans unsurları içerisinde en büyük payı genotipin (% 86) aldığını, daha sonra genotip x çevre etkileşiminin % 13'e ulaştığını, fakat yıl ve lokasyon etkisinin % 1 civarında kaldığını tespit etmişlerdir. Genotip x çevre etkileşimini incelemek için FSS verilerine AMMI-Biplot yöntemini uygulamışlar ve ilk iki ana eksenin (PC 1 ve 2), toplam

varyasyonun % 77'sini açıkladığını bildirmişlerdir. Sonuç olarak AMMI-Biplot tekniğinin genotip x çevre etkileşimini açıklama ve yorumlamada başarılı olduğu rapor etmişlerdir.

İlker ve ark. (2011), 9 çevrede, 20 yazlık buğday çeşidinin adaptasyonu ve tane verimi üzerine genotip x çevre etkileşiminin (GÇE) etkilerini araştırmak için AMMI-Biplot tekniğini kullanmışlardır. AMMI-Biplot grafiğini oluşturmak için elde edilen ilk iki ana bileşen eksenini (PC 1 ve 2), GÇE'nin % 60.9'unu açıklamıştır. Ana bileşen eksenini 1'in (PC 1) yüksek değerleri ile ana bileşen eksenini 2'nin (PC 2) düşük değerlerinin yüksek tane verimi ve yüksek stabiliteye işaret ettiğini, fakat ana bileşen eksenini 1'in (PC 1) düşük değerleri ile ana bileşen eksenini 2'nin (PC 2) yüksek değerlerinin ise düşük tane verimi ve düşük stabiliteye işaret ettiğini tespit etmişlerdir.

Yüksel ve Akçura (2012), 26 çevrede, 24 arpa genotipini kullanarak yürüttükleri çalışmada, tane veriminin stabilitesini araştırmak için Pattern Analizi yöntemini kullanmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre toplam varyasyon içerisinde çevrenin payı % 87 olurken, genotip ve genotip x çevre etkileşiminin payı ise düşük seviyede kalmıştır. Çevreler için yapılan kümelenme analizi, genotiplerin çevreler üzerinden göstermiş olduğu farklı tepkilere göre oluşturulmuş, yani genotip x çevre etkileşimi çevrelerin ayırt edilebilir bir şekilde kümelenmesine yardımcı olmuştur. Aynı zamanda Pattern Analizi, çevrelerin iki büyük çevre olarak gruplandırılmasını sağlamıştır. Çevrelerin kümeleme analizi sonuçları, genotiplerin performanslarına göre kümelenmesine öncülük etmiş, yüksek performans gösteren genotiplerin genelde iyi (verimli) çevrelere, düşük performans gösteren genotiplerin ise kötü (verimi düşük) çevrelere adaptasyonlarının yüksek olduğu göstermiştir.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Tarla Denemelerinin Kurulması ve Yürütülmesi

Denemeler, 2 yıl (2012-2013 ve 2013-2014 sezonları) 3 lokasyonda (Konya, Ankara ve Eskişehir) 3 tekerrürlü ve yağışa bağımlı şartlarda yürütülmüştür. Denemelerde, 20 ekmeklik buğday genotipi (5 çeşit + 15 hat) kullanılmıştır. Tohumlar, parsellere deneme mibzeriyle ekilmiş ve ekim normu 550 adet/m² tohum olacak şekilde ayarlanmıştır (Şekil 3.1). Her parselde sıra sayısı 6, sıra arası 20 cm ve sıra uzunluğu ekimde 7 m, hasatta ise 5 m olacak şekilde ayarlanmıştır. Ekimde Diamonyum Fosfat (% 18 N, % 46 P) 15 kg/da, kardeşleşme döneminde ise Amonyum Nitrat (% 33 N) 12 kg/da şeklinde gübre verilmiştir. Sapa kalkma öncesi yabancı otlara karşı herbisit uygulanmıştır (Şekil 3.2). Denemelerin hasadı parsel biçerdöveri ile yapılmıştır (Şekil 3.3). Denemeler, tüm lokasyonlarda Ekim ayında kurulmuş ve Temmuz ayında hasat edilmiştir.



Şekil 3.1. Tarla denemelerinin kurulması



Şekil 3.2. Tarla denemelerinin genel görünümü



Şekil 3.3. Tarla denemelerinin hasadı

3.2. Tarla Denemelerinin Yürütüldüğü Lokasyonların İklim Özellikleri

Denemelerin yürütüldüğü lokasyonların uzun yıllar, 2012-2013 ve 2013-2014 yetiştirme sezonlarına ait aylık ve yıllık toplam yağış miktarları Çizelge 3.1’de verilmiştir. Konya’da 2012-2013 ve 2013-2014 yetiştirme sezonlarında alınan toplam yağış miktarları sırasıyla 283.2 mm ve 235.4 mm olarak kaydedilmiştir. Uzun yıllar yağış ortalamasından (315.9 mm) denemenin ilk yılında 32.7 mm, ikinci yılında ise 80.5 mm daha az yağış alınmıştır. Eskişehir’de denemenin ilk yılında 230.6 mm, ikinci yılında ise 278.6 mm yıllık toplam yağış alınırken, uzun yıllar yağış ortalamasına (370.3 mm) göre ilk yılda 139.7 mm, ikinci yılda ise 91.7 mm daha düşük yağış kaydedilmiştir. Ankara için yıllık yağış toplamlarına bakıldığında, denemenin ilk yılında 390.7 mm, ikinci yılında ise 366.4 mm yağış alındığı görülmektedir. Yine aynı lokasyonun uzun yıllar yağış ortalamasına (402 mm) göre denemenin ilk sezonunda 11.3 mm, ikinci sezonunda ise 35.6 mm daha düşük yağış alındığı belirlenmiştir. Netice itibariyle, denemenin yürütüldüğü her iki yılda 3 lokasyon üzerinden kaydedilen yıllık toplam yağış miktarlarının tümü, uzun yıllar yağış ortalamalarından daha düşük gerçekleşmiştir. Deneme yıllarında alınan yağışların bitkiler üzerindeki etkilerini daha ayrıntılı yorumlayabilmek için aylık yağış miktarlarının dikkate alınması daha uygun olacaktır.

Denemeler, tüm lokasyonlarda ekim ayı içerisinde kurulmuştur. Her üç lokasyonun uzun yıllar ekim ayı yağış ortalamaları, 30 mm civarındadır (Çizelge 3.1). Ekim döneminde alınan 30 mm’lik yağış, OAB’nde buğdayın çimlenme ve çıkışı için yeterlidir. Zira OAB şartlarında ekim ayı yağışları uzun yıllar ortalamasına yakın ve/veya üzerinde seyrettiği yıllarda, buğdayın çimlenme ve çıkışında herhangi bir sorun gözlenmemektedir. Fakat denemenin her iki yılında Konya lokasyonunda alınan ekim ayı yağış miktarları (sırasıyla 4.6 mm ve 10 mm) 30 mm’nin çok altında kalmıştır. Ekim ayında alınan düşük yağış, denemenin ilk yılında Eskişehir (0.2 mm) ve Ankara (18.6 mm) lokasyonlarında da kaydedilmiştir. Sonuç itibariyle, denemenin ilk yılında tüm lokasyonlarda ekim ayında yeterli yağışın alınmamasından dolayı, çimlenme ve çıkışların kasım ayına doğru kaydığı görülmüştür. Denemenin ikinci yılında ise sadece Konya lokasyonunda çimlenme ve çıkışın geciktiği belirlenmiştir. Kasım ayı buğday yetiştiriciliği açısından OAB’inde ekim ayından sonraki en önemli ay olarak kabul edilmektedir. Çünkü ekim ayında çimlenen ve çıkışını sağlayan buğday bitkisi, kışa giriş yapmadan önce kasım ayında 3-4 yapraklı forma dönüşmekte ve soğuğa karşı direncini artırmaktadır. Denemenin ikinci yılında, Konya lokasyonunda, buğday yetiştiriciliği açısından istisnai bir durum tecrübe edilmiştir. Anılan lokasyonun ikinci yılının ekim, kasım ve aralık aylarında alınan yağış miktarları, tohumun

çimlenme ve çıkışı için yeterli olmadığından dolayı, deneme parsellerindeki çimlenme ve çıkışlar ancak sıcaklığın artmasıyla birlikte şubat ve mart aylarında gerçekleşebilmiştir. Parsellerdeki çimlenme ve çıkışların tamamlanmasından sonra yapılan gözlemlerde parsellerdeki bitki sayısının % 5-10 arasında eksik olduğu ve ilerleyen aylarda bitkilerin kardeş sayısındaki artışlarla bu eksikliği telafi ettiği belirlenmiştir.

Uzun yıllar ortalamaları dikkate alındığında, OAB şartlarında buğday bitkisi aralık, ocak, şubat ve mart aylarında fizyolojik olarak aktif değildir. Çünkü bu aylarda hava ve toprak sıcaklığı düşük olduğundan dolayı, bitkide herhangi bir büyüme ve gelişme eğilimi görülmemektedir. Dolayısıyla, OAB’nde buğday bitkisinin kış mevsiminde alınan yağışlardan (yağış ne kadar fazla olursa olsun) faydalandığını söylemek mümkün değildir. Elbette kış mevsiminde alınan yağışın buğdayın ilkbahar gelişimine olumlu katkıda bulunacağı açıktır.

OAB şartlarında, buğday bitkisinin kardeşlenme ve sapa kalkma safhaları, nisan ayında gerçekleşmektedir. Denemenin ilk yılında nisan ayında alınan yağış miktarları Konya ve Ankara lokasyonlarında (sırasıyla 31.2 mm ve 44.5 mm) uzun yıllar ortalamalarına (sırasıyla 33 mm ve 47.7 mm) yakın iken, Eskişehir lokasyonunda (26.8 mm) ise uzun yıllar ortalamasından (41.8 mm) 15 mm daha düşük gerçekleşmiştir. Denemenin ikinci yılında nisan ayında alınan yağış miktarı, Ankara lokasyonunda uzun yıllar ortalamasıyla benzerlik gösterirken, Konya ve Eskişehir lokasyonlarında oldukça düşük kalmıştır. Nisan ayında kaydedilen düşük yağışın Konya ve Eskişehir lokasyonlarında test edilen ekmeklik buğday genotiplerinin tane verimini olumsuz etkilediği tahmin edilmektedir. Denemenin yürütüldüğü yıllara göre lokasyonlardan alınan tane verimi değerleri karşılaştırıldığında düşük tane veriminin Konya ve Eskişehir lokasyonlarından alındığı belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

OAB’nde yağışa bağımlı şartlarda, buğday yetiştiriciliğinin yapıldığı düşünüldüğünde, buğday verimi ve kalitesini etkileyen en önemli yağışların Mayıs ayında alınan yağışlar olduğu bilinmektedir. Mayıs ayı yağışının miktarı ve dağılışının buğday bitki açısından çok kritik bir öneme sahip olmasının nedeni, bu ayda buğday bitkisi başaklanma, çiçeklenme, tozlaşma, dölllenme ve süt olum safhalarını gerçekleştirmektedir. Zira bu safhalar tane verimi ve kalitesini doğrudan etkilemektedir.

2013 yılı Mayıs ayında Konya lokasyonunda alınan yağış miktarı (50.6 mm), uzun yıllar yağış ortalamasının (42.7 mm) üstünde olmuş ve buğday bitkisinin başaklanma, çiçeklenme, tozlaşma, dölllenme ve süt olum safhaları üzerine olumlu etkide bulunmuştur. Mayıs ayı yağışlarının bitki üzerine olumlu etkisi, 2014 yılında Eskişehir ve Ankara

lokasyonlarında da görülmüştür. Fakat bu iki lokasyonun 2013 yılı mayıs ayında aldığı yağış miktarları (sırasıyla 5.8 mm ve 21.7 mm) uzun yıllar ortalamalarının (sırasıyla 42.8 mm ve 49.7 mm) çok altında kalmıştır. Benzer bir durum, 2014 yılı mayıs ayında Konya lokasyonunda görülmüş ve uzun yıllar ortalamasından 24.4 mm daha düşük yağış kaydedilmiştir. Netice itibariyle, mayıs ayında alınan düşük yağışlar ilgili lokasyondan elde edilen tane verimini olumsuz yönde etkilemiştir (Çizelge 4.2).

OAB’nde buğday bitkisi, tane doldurma dönemlerinden süt (ikinci aşaması), sarı (hamur) ve tam (fizyolojik) olum safhalarını haziran ayında gerçekleşmektedir. Bundan dolayı OAB’nde haziran ayı yağışları önemlidir. Denemenin ilk yılında Konya, ikinci yılında ise Ankara lokasyonların da Haziran ayında alınan yağış miktarları (sırasıyla 15 mm ve 13 mm) uzun yıllar ortalamalarından (sırasıyla 23.6 mm ve 35 mm) daha düşük olmuş ve yağış düşüklüğü dane doldurma safhalarını olumsuz yönde etkilemiştir. Diğer taraftan, aynı lokasyonlarda Mayıs ayında alınan yağışların yüksek seyretmesi, Haziran ayında alınan düşük yağışın tane dolum safhaları üzerine yaptığı olumsuz etkiyi azaltmıştır.

OAB’nde buğday hasadı Temmuz ayında yapılmaktadır. Temmuz ayında alınan yağışlar, genelde hasat kayıplarına yani tane veriminin ve kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. Dolayısıyla Temmuz ayında alınacak yağışın yüksek olması arzu edilmemektedir. Denemenin yürütüldüğü tüm lokasyonlarda, Temmuz ayında alınan yağış miktarları düşük gerçekleşmiş olup, hasat esnasında herhangi bir sorunla karşılaşılmamıştır.

Denemelerin yürütüldüğü lokasyonların uzun yıllar, 2012-2013 ve 2013-2014 yetiştirme sezonlarına ait aylık ve yıllık sıcaklık ortalamaları Çizelge 3.1’de verilmiştir. Konya, Eskişehir ve Ankara lokasyonlarında kaydedilen 2012-2013 sezonu yıllık sıcaklık ortalamaları (sırasıyla 12.5, 12.0 ve 12.3 °C) uzun yıllar ortalamalarından (sırasıyla 11.6, 11.0 ve 12.0 °C) sırasıyla 0.9, 1.0 ve 0.3 °C daha yüksek gerçekleşmiştir. Yüksek sıcaklık seyri, denemenin ikinci yılında da devam etmiş olup, uzun yıllar sıcaklık ortalamasına göre Konya’da 1.0 °C, Eskişehir’de 0.5 °C ve Ankara’da 1.2 °C daha yüksek sıcaklık ortalaması kaydedilmiştir. Söz konusu ortalama sıcaklık farklarının, bitki üzerine olası etkilerini daha ayrıntılı yorumlayabilmek için aylık sıcaklık ortalamalarının dikkate alınması daha uygun olacaktır.

Çizelge 3.1. Tarla denemelerinin yürütüldüğü lokasyonlara ait uzun yıllar ile 2012-2013 ve 2013-2014 yetiştirme sezonlarının aylık yağış toplamları ve sıcaklık ortalamaları

Aylık Yağış Toplamı (mm)														
Lok.	10 [†]	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Top.	
2012-2013	Kon	4.6	34.4	57	33.6	24.4	20	31.2	50.6	15	2.2	0	10.2	283.2
	Esk	0.2	16.6	76.6	7.2	25.4	30.6	26.8	5.8	36.4	2	0	3	230.6
	Ank	18.6	36.4	86.4	45.3	35	60.7	44.5	21.7	22.3	16.2	1.6	2	390.7
Lok.	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Top.	
2013-2014	Kon	10	6	8.8	59	17	20	19	26	31	3	4.6	31	235.4
	Esk	45	15	1.5	21	7	27.1	23.2	53.8	50.3	20.4	12.2	2.1	278.6
	Ank	26.4	31.2	31.2	27.0	26.8	37.2	49.4	59.8	13.0	8.1	5.1	51.2	366.4
Lok.	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Top.	
U. Yılı Ort.	Kon	29.1	32	43	35	28.5	26.7	33	42.7	23.6	6.2	5.1	11	315.9
	Esk	29.9	31.4	46.6	40.6	32	37.3	41.8	42.8	31.3	13.4	8.2	15	370.3
	Ank	29.4	32.6	45.4	42.2	37	38.8	47.7	49.7	35	14.5	10.5	19.2	402
Aylık Sıcaklık Ortalaması (°C)														
Lok.	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ort.	
2012-2013	Kon	14.2	7.3	3.5	1.5	4.2	6.9	11.3	17.3	21.1	22.8	22.7	17.5	12.5
	Esk	13.5	7.1	3.1	1.2	4.1	6.2	10.9	16.4	20.3	22.6	21.8	16.9	12.0
	Ank	14.5	6.9	1.3	0.1	3.8	6.5	10.0	16.5	20.0	23.9	24.5	19.0	12.3
Lok.	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ort.	
2013-2014	Kon	10.8	8	-2.2	2.5	4.1	7.6	13.1	16.1	20.4	25.7	25.9	19	12.6
	Esk	9.9	7.1	-2	3	4.3	6.7	11.8	15.3	18.8	23	23.2	17.3	11.5
	Ank	11.5	8.3	-0.9	3.3	5.8	8.5	13.5	16.6	20.1	25.9	26	19.4	13.2
Lok.	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ort.	
U. Yılı Ort.	Kon	12.5	6.2	1.7	-0.2	1.3	5.7	11	15.8	20.2	23.6	23.1	18.6	11.6
	Esk	11.9	6.3	2.1	-0.1	1.4	5.2	10.3	15.1	19.1	21.7	21.4	17.2	11
	Ank	13.1	7	2.6	0.4	1.9	6.1	11.3	16.2	20.2	23.6	23.3	18.7	12

[†]Aylar: 10-Ekim, 11-Kasım, 12-Aralık, 1-Ocak, 2-Şubat, 3-Mart, 4-Nisan, 5-Mayıs, 6-Haziran, 7-Temmuz, 8-Ağustos, 9-Eylül

Denemenin kurulduğu 2012 yılının ekim ayında tüm lokasyonlarda kaydedilen sıcaklık ortalamaları, uzun yıllar ortalamalarından yaklaşık 2 °C daha yüksek iken,

denemenin ikinci yılında yaklaşık 2 °C daha düşük olmuştur. Diğer taraftan her üç lokasyonda her iki yılın Kasım ayı süresince sıcaklık, uzun yıllar ortalamalarından daha yüksek seyretmiştir. OAB’nde buğdayın çimlenme ve çıkışını 4 °C ve üzeri sıcaklıklarda gerçekleştirdiği bilinmektedir. Dolayısıyla denemenin kurulduğu, çimlenme ve çıkışın sağlandığı Ekim ve Kasım aylarında kaydedilen sıcaklık ortalamaları 4 °C’nin üzerinde olup, denemede kullanılan ekmeçlik buğday genotiplerinin çimlenme ve çıkışlarında meydana gelen gecikmelerin sıcaklıktan ziyade düşük yağıştan kaynaklandığı anlaşılmaktadır.

2013 yılı Aralık ayı hariç, her iki yılın kış aylarında (Aralık, Ocak, Şubat ve Mart) tüm lokasyonlarda kaydedilen sıcaklık ortalamaları, uzun yıllar ortalamalarından daha yüksek olmuştur. Özellikle Şubat ve Mart aylarındaki sıcaklık ortalamaları her iki yılda 4 °C’nin üzerinde seyretmesine (büyümenin teşvik edilmesi) rağmen herhangi bir kış zararı gözlenmemiştir. 2013 yılı aralık ayı sıcaklık ortalamaları her üç lokasyonda uzun yıllar sıcaklık ortalamalarından daha düşük gerçekleşmiştir. Fakat düşük sıcaklığın derecesi, bitkilere zarar verecek seviyeye inmediğinden dolayı (< -18 °C), herhangi bir soğuk zararı tespit edilememiştir.

İki yıl ve 3 lokasyon üzerinden aylık sıcaklık ortalamalarına bakıldığında (Çizelge 3.1), kardeşlenme ve sapa kalkmanın gerçekleştiği Nisan ayında; başaklanma, çiçeklenme, tozlanma, döllenme ve süt olum (ilk aşaması) safhalarının gerçekleştiği Mayıs ayında; süt olum (ikinci aşaması), sarı (hamur) olum ve tam (fizyolojik) olum safhalarının gerçekleştiği Haziran ayında, ölçülen sıcaklık ortalamaları, uzun yıllar sıcaklık ortalamalarına yakın seyretmiştir. Dolayısıyla buğdayın generatif döneminde kaydedilen sıcaklık ortalamaları, mevsim normalleri civarında cereyan etmiş olup, bitki büyümesini ve gelişimini etkileyecek düzeyde düşük ve/veya yüksek sıcaklıklar (sıcaklık stresi) gözlenmemiştir.

Hasadın yapıldığı Temmuz ayında sıcaklık ortalamaları her 3 lokasyonda mevsim normalleri civarında seyretmiş olup hasatta sıcaklıktan dolayı herhangi bir sorunla karşılaşılmamıştır.

3.3. Tarla Denemelerinin Yürütüldüğü Lokasyonların Toprak Özellikleri

Denemelerin yürütüldüğü üç lokasyonun toprak özellikleri Çizelge 3.2’de verilmiştir. Lokasyonların toprak özellikleri incelendiğinde, Konya’da deneme tarlasının killi, Eskişehir’de tınlı ve Ankara’da killi-tınlı bünyeye sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bilindiği üzere, OAB’ne ait toprakların en bariz karakteristikleri, pH ve kireç seviyelerinin yüksek

olmasıdır. Toprak analiz sonuçları bunu doğrulamaktadır. pH seviyesi 7.5'in üzerinde olduğundan dolayı, tüm lokasyonların toprakları alkali (bazik) sınıfa dâhil olmuştur (Pansu ve Gautheyrou, 2006). Benzer şekilde deneme alanlarının kireç içerikleri de yüksek seviyededir (Özbek ve ark., 2001). Diğer taraftan, deneme topraklarının tuz seviye (< 4 dS/m) düşüktür (FAO, 2006; Topal, 2011). OAB topraklarının bir diğer önemli karakteristiği, organik madde miktarının düşük olmasıdır. Deneme topraklarının analiz sonuçları bunu doğrulamaktadır. Organik maddenin düşük olduğu topraklarda, bitkinin özellikle azot (N) ihtiyacı fazla olmaktadır. Genel bir uygulama olarak OAB kurak şartlarında buğdaya 7 kg/da saf N önerilmesinin en önemli nedeni organik madde yetersizliğidir (Gezgin, 2003). Bunun yanında deneme topraklarında tespit edilen elverişli fosfor (P) miktarı her ne kadar orta seviyede görünse de OAB topraklarında var olan yüksek pH ve kireç, P alımını azaltmaktadır (Gezgin, 2003). Anılan tüm olumsuzluklar dikkate alınarak denemelere 7 kg/da saf P verilmiştir. Deneme topraklarının analizleriyle belirlenen bir diğer mutlak besin elementi ise potasyum (K) olmuştur. Topraktaki elverişli K miktarı, 30 kg/da'dan fazla (kritik seviye) ise buğdayda K gübrelemesine ihtiyaç yoktur (Gezgin, 2003). Deneme topraklarının K içerikleri, 90 kg/da civarında (kritik seviyenin 3 katı) olduğundan dolayı, K gübrelemesi yapılmamıştır.

Çizelge 3.2. Tarla denemelerinin yürütüldüğü lokasyonların toprak özellikleri

Lokasyon	Derinlik (cm)	Bünye	pH	Tuz (dS/m)	Kireç (%)	Org. Mad. (%)	Fosfor (kg/da)	Potasyum (kg/da)
Konya	0-30	Killi	8.32	0.68	35.2	1.41	5.54	86
Eskişehir	0-30	Tınlı	7.89	0.24	28.7	1.58	6.95	98
Ankara	0-30	Killi-Tınlı	7.72	0.09	26.5	1.63	5.67	89

3.4. Tarla Denemelerinde Kullanılan Bitki Materyali

OAB'nin üç lokasyonunda (Konya, Eskişehir ve Ankara) 20 ekmeklik buğday genotipi (5 standart çeşit ve 15 ileri hat), 2012-2013 ve 2013-2014 yetiştirme dönemlerinde yağmura bağımlı tarla şartlarında denemeye alınmıştır (Çizelge 3.3). Denemede kullanılan 5 standart çeşit (Ç1-Ç5), Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na bağlı araştırma enstitüleri tarafından geliştirilmiştir. Söz konusu çeşitlerin kurağa tolerans düzeyleri yüksek olup, OAB'nde en fazla üretimi yapılan çeşitler arasında yer almaktadır (Mazid ve

ark., 2009). Denemede kullanılan 5 standart çeşitten sadece Ç3 (Sözmez-2001) kırmızı taneli olup diğerleri beyaz tanelidir. TMO'nun buğday sınıflandırmasına göre denemede kullandığımız standart çeşitlerden Ç2 (Karahana-99) ve Ç3 (Sönmez-2001)'ün ekmeçlik kalitesi orta seviyede iken, geriye kalan çeşitlerin ekmeçlik kalitesi düşük düzeydedir (<http://www.tmo.gov.tr>).

Çizelge 3.3. Tarla denemelerinde kullanılan ekmeçlik buğday genotipleri

Kodu	Çeşit
Ç1	GEREK-79
Ç2	KARAHAN-99
Ç3	SÖNMEZ-2001
Ç4	MÜFİTBEY
Ç5	BAYRAKTAR-2000
Hat	
H1	VEE/TSI//GRK/3/NS55.03/5/C126.15/COFN//6/TAM200/KAUZ
H2	BOEMA/ALTAY-2000//ALTAY-2000
H3	AUS GS50AT34/SUNCO//CUNNINGHAM
H4	SUNCO/2*PASTOR
H5	BILINMIYEN96.7
H6	BURBOT-6
H7	VRZ/3/ORF1.148/TDL//BLO/4/PONY/OPATA
H8	TAM200/KAUZ/3/SPN/NAC//ATTILA/4/F885K1.1/SXL ZCL/3/PGFN//CNO67/SON64(ES86-8)/4/KA../4/BEZ/NAD//KZM
H9	(ES85.24)/3/F900K
H10	SHARK-1/3/INDIANDWARF/KORB DOLI//DUKATI
H11	CHIRYA.3/GK OTHALON
H12	VORONA/PARUS//HATUSHA/3/LUT112/4/PEHL//RPB8-68//CHRC
H13	ALAMOOT/CATBIRD
H14	OVERLEY*3/AMADINA
H15	VEE#8//JUP/BJY/3/F3.71/TRM/4/BCN/5/KAUZ/6/163

Denemede yer alan 15 ileri hat (H1-H15) Türkiye, CIMMYT (Uluslararası Buğday ve Mısır Araştırma Merkezi-Meksika) ve ICARDA (Uluslararası Kurak Alanlar Tarımsal Araştırma Merkezi-Suriye) arasında yürütölen Uluslararası Kışlık Buğday Geliştirme

Programı'ndan (<http://www.iwwip.org>) temin edilmiştir. Denemede kullanılan 15 ileri hattın (advanced line) melezi (cross) Konya, Eskişehir ve İzmir'deki araştırma enstitülerinde ve CIMMYT-Meksika'da yapılmıştır. Açılan generasyonlarda (segregating generation) (F2 (second filial), F3 ve F4) değiştirilmiş toptan seçme (modified bulk selection) yöntemi uygulanmıştır. Başak sırası (head row) (F5) ve gözlem bahçesi (observation nursery) (F6) Eskişehir'de oluşturulmuştur. Ön verim denemesi (preliminary yield trial) (F7) Konya ve Eskişehir'de; verim denemesi (yield trial) (F8) Konya, Ankara, Eskişehir ve Edirne'de; bölge verim denemeleri (advanced yield trial) (F9) ise Konya, Ankara, Eskişehir, Edirne ve Diyarbakır'da yürütülmüştür. Kalite analizleri verim ve bölge verim denemeleri aşamasında sadece Konya, Eskişehir ve Ankara'da yürütülen denemelerde yapılmıştır. Denemede yer alan 15 ileri hat hakkında daha ayrıntılı bilgi, tez içerisinde tane verimi ve kalite özelliklerinin tartışma kısımlarında verilmiştir.

3.5. Tarla Denemelerinde İncelenen Bitkisel Özellikler

3.5.1. Tane Verimi

Her parselin hasadından sonra elde edilen parsel verimi (g/parsel), dekar verimine (kg/da) dönüştürülmüştür (Şekil 3.3 ve 3.4).



Şekil 3.4. Tane veriminin belirlenmesi

3.5.2. Protein Oranı

AACC (American Association of Cereal Chemists)'nin standart metoduna (No: 46-30.01) göre LECO FP 528 marka azot tayin cihazı ile belirlenmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Protein oranının belirlenmesi

3.5.3. Glüten Oranı

AACC'nin standart metoduna (No: 38-12.02) göre Perten Glutomatic marka cihaz ile belirlenmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Gluten oranının belirlenmesi

3.5.4. Tane Sertliği

AACC'nin standart metoduna (No: 55-30.01) göre Dickey-John marka cihaz ile belirlenmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Tane sertliğinin belirlenmesi

3.5.5. Zeleny Sedimentasyon Değeri

ICC (International Association for Cereal Science and Technology)'nin standart metoduna (No.116/1) göre belirlenmiştir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Zeleny sedimentasyon değerinin belirlenmesi

3.5.6. Hektolitre Ağırlığı

AACC'nin standart metoduna (No: 55-10.01) göre belirlenmiştir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Hektolitre ağırlığının belirlenmesi

3.5.7. Bin tane Ağırlığı

Her parselin tohumundan alınan numunelerde Pfeuffer Contador marka cihazla 1000 adet tohum sayılmış (Şekil 3.10) ve tartılarak gram cinsinden ağırlığı belirlenmiştir (Williams ve ark., 2008).



Şekil 3.10. Bin tane ağırlığının belirlenmesi

3.5.8. Farinograf Gelişim Süresi

Kurve başlangıcından kurvenin 500 konsistens çizgisini ortalamadığı ve maksimum yüksekliği aldığı noktaya kadar geçen süredir (farinograph development time), dakika olarak ifade edilir (Şekil 3.11 ve 3.12). AACC'nin standart metoduna (No: 54-21.02) göre belirlenmiştir (Elgün ve ark., 2001).



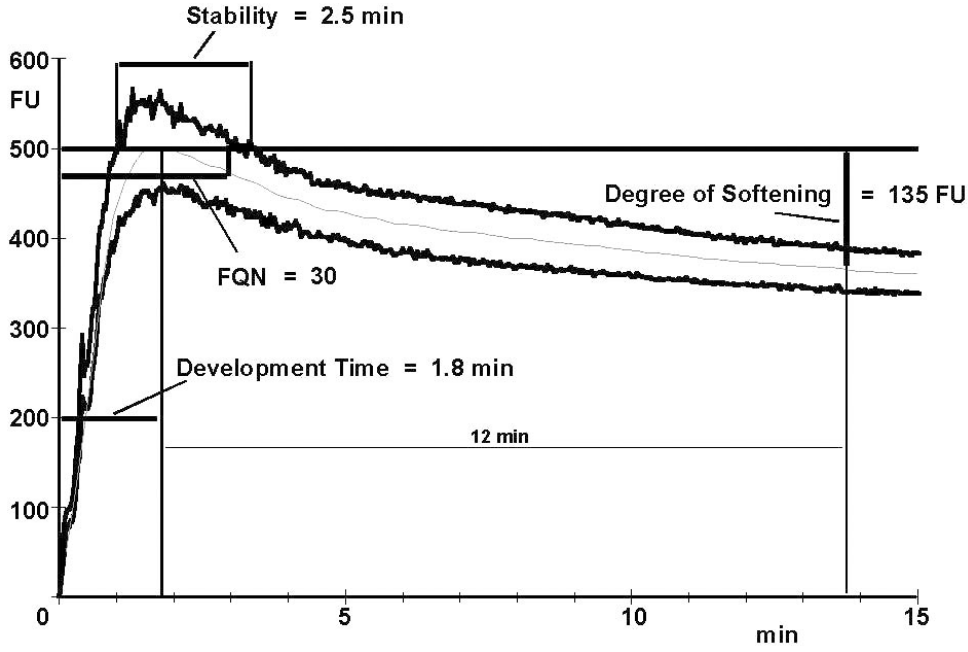
Şekil 3.11. Hamurun reolojik özelliklerinin Farinograf cihazıyla belirlenmesi

3.5.9. Farinograf Stabilite Süresi

Yoğurma sırasında unun kalitesine bağlı olarak hamurun paletlere gösterdiği direnç bir süre değişmeden kalır. Yani kurve bir süre 500 konsistens çizgisi üzerinde çizilir. Kurvenin 500 konsistens çizgisine ulaştığı nokta ile 500 konsistens çizgisinden ayrıldığı nokta arasındaki süre, stabilite değeri (farinograph stability time) olup dakika ile ifade edilir (Şekil 3.11 ve 3.12). AACC'nin standart metoduna (No: 54-21.02) göre belirlenmiştir (Elgün ve ark., 2001).

3.5.10. Farinograf Yumuşama Derecesi (12.d)

Kurvenin peak yapmasından itibaren 12 dakika sonra kurve ortasının 500 konsistens çizgisine olan dikey uzaklığıdır (farinograph degree of softening) (Şekil 3.11 ve 3.12). AACC'nin standart metoduna (No: 54-21.02) göre belirlenmiştir (Elgün ve ark., 2001).



Şekil 3.12. Farinogram (<http://www.brabender.com>)

3.6. İstatistiksel Analizler

Denemede tane verimi ve kalite özellikleri belirlendikten sonra her özellik için G ve Ç ana etkileri ile GÇE'nin önem seviyeleri tahmin edilmiştir. Akabinde genotiplerin stabilitelerini belirlemek için GÇE istatistiksel olarak önemli çıkan bitkisel özelliklere, 20 stabilite yöntemi (özellik ortalaması + 8 parametrik, 8 parametrik olmayan ve 3 çok değişkenli) uygulanmıştır. Aşağıda denemede kullanılan stabilite yöntemleri hakkında ayrıntılı bilgi verilmiştir.

Denemede incelenen özelliklerin stabilite analizlerini daha iyi yorumlayabilmek için genotip (sıra) x çevre (sütun) matrisi oluşturulmuştur (Çizelge 3.4). Bu matriste genotip birinci faktörü, çevre (yıl x lokasyon etkileşimi) ise ikinci faktörü kapsamaktadır (Bos ve Caligari, 2008). Deneme, 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden yürütüldüğü için çevre 2 faktörün kombinasyonu (yıl x lokasyon) olarak ele alınmıştır. Denemenin yürütüldüğü lokasyonlar, her iki yılda aynı olmasına rağmen yıllar arası iklim özelliklerinin farklılık göstermesi, yıl x lokasyon etkileşiminin tüm incelenen özelliklerde istatistiksel olarak önemli çıkmasına neden olmuştur. Bundan dolayı bir lokasyonun birbirini takip eden iki yılda göstermiş olduğu farklılık, iki farklı çevreyi oluşturmuştur. Zira, birkaç yıl süreyle aynı lokasyonda deneme yürütülmesinin amacı, sadece lokasyonun toprak özelliklerinin bitki özellikleri üzerine etkisini tespit etmek değil, aynı zamanda iklim faktörlerinin de bitki özellikleri üzerine etkisini tespit etmektir. Bu durumda deneme kurulmadan önce toprak analizleriyle

toprak özelliklerinin etkisi tahmin edilebileceğinden dolayı, toprağın etkisi sabit (fixed effects) kabul edilmiştir. Bilindiği üzere gübreleme yapılması veya yabancı otlarla mücadele için herbisit kullanılması, toprağın etkisini sabitlemeye yöneliktir. Habuki iklim özelliklerinin bitki vegetasyon süresince önceden tahmin edilmesi mümkün değildir. Örneğin yıllık yağış miktarı ve dağılımının önceden tahmin edilmesi mümkün olmadığından dolayı, yağışın etkisi tesadüfi (random effects) olarak kabul edilmiştir (Allard ve Bradshaw, 1964). Sonuç itibariyle, mevcut denemenin yağışa bağlı şartlarda yürütülmüş olması, iklim faktörlerinin incelenen özellikler üzerinde tesadüfi etkisini artırmaktadır (Krenzer ve ark., 1992). Dolayısıyla, denemede incelenen özelliklerin birleştirilmiş varyans analizleri yapılırken G etkisi sabit, Ç ve GÇE etkileri ise tesadüfi kabul edilmiştir (Annicchiarico, 2002).

Çizelge 3.4. Genotip x çevre etkileşiminin matrisi

	Çevre (Ç) (j = 1 ... q = 6)			Toplam $\sum_{i=1}^p X_{ij}$	Ortalama $\frac{\sum_{i=1}^p X_{ij}}{p} = \bar{X}_i.$
	Ç1	.	Ç6		
Genotip (G) (i = 1 ... p = 20)					
G1	X_{ij}	.	.		$\bar{X}_1.$
.
G20	.	.	.		$\bar{X}_{20}.$
$\sum_{j=1}^q X_{ij}$					
$\frac{\sum_{j=1}^q X_{ij}}{q} = \bar{X}.j$	$\bar{X}.1$.	$\bar{X}.6$		$\frac{\sum_{i=1}^p \bar{X}_i}{p} = \bar{X}..$
I.j Çevre indeksi	$\bar{X}.j - \bar{X}..$				

3.6.1. Parametrik Stabilite Yöntemleri

Parametrik yöntemlerin stabilite analizlerinde kullanılabilmesi için verilerin varyans analizi koşullarının yerine getirmesi gerekmektedir (Bowley, 1999). Söz konusu koşullar arasında en yaygın olanları; verilerin normal dağılışa uygunluğunun ve hata varyanslarının test edilmesidir. Bowley (1999)'e göre deneysel olarak elde edilen verilerin, tüm varyans analiz koşullarını yerine getirmesi mümkün olmayıp, ancak doğruya yaklaşımları yeterli kabul edilmelidir. Bu cümleden hareketle, denemede incelenen özelliklerin tümüne hata varyansının homojenite ve normal dağılış testi uygulanmıştır. Genel itibariyle verilerin hata varyansı homojen ve dağılışları normale uygun belirlenmiştir. Varyans analizi yapıldıktan sonra aşağıda verilen parametrik stabilite yöntemleri kullanılarak genotiplerin stabilite seviyeleri ortaya konmuştur.

3.6.1.1. Çevre Varyansı

Bir genotipin denemeye alındığı farklı çevrelerdeki performans değerlerinin varyansı (S_{xi}^2) olarak ifade edilmektedir (3.1). Roemer (1917)'e göre sıfıra yakın S_{xi}^2 değerleri, stabilitenin yüksek olduğunu göstermektedir (Lin ve ark., 1986).

$$S_{xi}^2 = \sum_{j=1}^q (X_{ij} - \bar{X}_i)^2 / (q-1) \quad (3.1)$$

3.6.1.2. Varyasyon Katsayısı

Bir genotipin çevre varyansının performans ortalamasına oranlanmasıyla varyasyon katsayısı (CV_i) tahmin edilmektedir (3.2). Bu yöntemde genotipin stabilitesi ve performansı birlikte değerlendirilmektedir. CV_i değeri düşük (sıfıra yakın) ve performansı ortalamanın üzerinde olan genotipler, en iyi genotipler olarak tercih edilmektedir. Stabilitesi düşük genotipler ise CV_i değeri yüksek ve performansı ortalamanın altında olan genotiplerdir (Francis ve Kannenberg, 1978).

$$CV_i = (\sqrt{S_{xi}^2} / \bar{X}_i) \times 100 \quad (3.2)$$

3.6.1.3. Ekovalans

Bir genotipin GÇE kareler toplamının, tüm GÇE kareler toplamı içerisindeki payı olarak ifade edilmektedir (3.3). Wrickle (1962)'e göre ekovalans (W_i^2) değeri en düşük

(sıfıra yakın) olan genotip, en stabil olarak kabul edilmektedir (Lin ve ark., 1986; Becker ve Leon, 1988).

$$W_i^2 = \sum_{j=1}^q (X_{ij} - \bar{X}_{i.} - \bar{X}_{.j} + \bar{X}_{..})^2 \quad (3.3)$$

3.6.1.4. Stabilite Varyansı

Bir genotipin GÇE kareler toplamı içerisindeki payı olarak ifade edilmektedir (3.4). Stabilite varyans (σ_i^2) değeri en düşük (sıfıra yakın) olan genotip, en stabil olarak kabul edilmektedir (Shukla, 1972). Genotiplerin σ_i^2 ve W_i^2 değerlerine göre sıralamaları değişmediği için Wrickle ve Weber (1980) ve Becker ve Leon (1988) bu iki yöntemin benzer olduğunu bildirmişlerdir.

$$\sigma_i^2 = \frac{p}{(p-2)(q-1)} \sum_{j=1}^q (X_{ij} - \bar{X}_{i.} - \bar{X}_{.j} + \bar{X}_{..})^2 - \frac{(G \times \zeta) \text{ Kareler Ortalaması}}{(p-2)} \quad (3.4)$$

3.6.1.5. Üstünlük Ölçütü

Bir genotipin bir çevredeki performans değerinin, aynı çevrede denemeye alınan diğer genotipler içerisinde en yüksek performansı gösteren genotipin performans değeri ile arasındaki fark olarak ifade edilmektedir (3.5). Üstünlük ölçütü (P_i) değeri en düşük (sıfıra yakın) olan genotip, en stabil olarak kabul edilmektedir. P_i değeri, bir genotipin genel adaptasyon yeteneği hakkında da bilgi vermektedir. P_i değeri düşük bir genotipin, genel adaptasyon yeteneği yüksek olabilmektedir (Lin ve Binns, 1988).

$$P_i = \left[q(\bar{X}_{i.} - \bar{M})^2 + \sum_{j=1}^q (X_{ij} - X_{i.} - M_j + \bar{M})^2 \right] / 2q \quad (3.5)$$

\bar{M} = maksimum performansın ortalaması

M_j = j.çevredeki maksimum performans

3.6.1.6. Regresyon Katsayısı

Bir genotipin birden fazla çevre üzerinden tespit edilen regresyon katsayısı (b_i) değeri, o genotipin test edildiği çevrelere uyumu hakkında bilgi vermektedir (3.6). b_i

değeri 1'e eşit (veya yakın) olan genotipin genel uyum (adaptasyon) yeteneği yüksek olmaktadır. b_i değeri 1'den yüksek veya düşük olan genotipin özel uyum yeteneği yüksek almanına gelmektedir. b_i değeri 1'den yüksek olan genotipin iyi çevrelere uyum yeteneğinin yüksek, 1'den düşük olan genotipin kötü çevrelere uyum yeteneğinin yüksek olduğu anlaşılmaktadır. b_i değeri, bir genotipin stabilitesinden ziyade uyum yeteneği hakkında bilgi vermektedir. Regresyonda stabilitenin ölçüsü, regresyondan sapmalar kareler ortalaması (S_{di}^2) veya belirtme katsayısı (r_i^2) değerlerine göre yapılmaktadır (Eberhart ve Russell, 1966; Becker ve Leon, 1988;).

$$b_i = 1 + \left[\sum_{j=1}^q (X_{ij} - \bar{X}_{i.} - \bar{X}_{.j} + \bar{X}_{..}) (\bar{X}_{.j} - \bar{X}_{..}) / \sum_{j=1}^q (\bar{X}_{.j} - \bar{X}_{..})^2 \right] \quad (3.6)$$

3.6.1.7. Regresyondan Sapmalar Kareler Ortalaması

Bir genotipin genel veya özel uyum yeteneğinin stabilitesi, regresyondan sapmalar kareler ortalaması (S_{di}^2) değerleriyle tespit edilebilmektedir (3.7). S_{di}^2 değeri sıfıra yakın olan genotipin stabilitesi yüksek olmaktadır (Eberhart ve Russell, 1966; Becker ve Leon, 1988).

$$S_{di}^2 = \frac{1}{q-2} \left[\sum_{j=1}^q (X_{ij} - \bar{X}_{i.} - \bar{X}_{.j} + \bar{X}_{..})^2 - (b_i - 1)^2 \sum_{j=1}^q (\bar{X}_{.j} - \bar{X}_{..})^2 \right] \quad (3.7)$$

3.6.1.8. Belirtme Katsayısı

Bir genotipin denemeye alındığı farklı çevrelerdeki performans değerleri ile çevre indeksleri arasındaki ilişki olarak ifade edilmektedir (3.8). r_i^2 değeri 1'e yakın olan genotip, stabil olarak kabul edilmektedir (Pinthus, 1973; Becker ve Leon, 1988).

$$r_i^2 = 1 - (S_{di}^2 / S_{xi}^2) \text{ veya } r_i^2 = b_i^2 \left(\frac{\sum_{j=1}^q I_j^2}{q-1} \right) / (S_{xi}^2) \quad (3.8)$$

3.6.2. Parametrik Olmayan Stabilite Yöntemleri

Birden fazla yıl ve/veya yerde denemeye alınan genotiplerin stabilitelelerini belirlemek için kullanılan parametrik olmayan stabilite yöntemlerinde, varyans analiz koşullarının yerine getirmesine gerek yoktur. Ölçülen verilerin normal dağılışa uygun veya hata

varyanslarının homjen olması zorunlu değildir. Varyans analiz koşullarını sağlayan verilere dahi parametrik olmayan stabilite yöntemleri uygulanabilir. Çünkü parametrik olmayan yöntemlerin hesaplanması ve yorumlanması, parametrik yöntemlere göre daha kolaydır (Huehn, 1996).

3.6.2.1. Huehn'nin Stabilite İstatistikleri

Huehn (1979, 1996), parametrik olmayan stabilite yöntemi olarak 4 tane yöntem ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$) önermiştir. Bu yöntemlerin tümü, genotiplerin çevreler üzerinden aldığı sıra (rank) değerlerine göre geliştirilmiştir.

$S_i^{(1)}$ istatistiği (3.9), bir genotipin çevreler üzerinden mutlak sıra farklarının ortalaması olarak ifade edilmektedir (Huehn, 1979, 1996).

$$S_i^{(1)} = 2 \sum_{j=1}^{q-1} \sum_{j'=j+1}^q |r_{ij} - r_{ij'}| / [q(q-1)] \quad (3.9)$$

$S_i^{(2)}$ istatistiği (3.10), bir genotipin çevreler üzerinden sıra varyansı olarak ifade edilmektedir (Huehn, 1979, 1996).

$$S_i^{(2)} = \frac{\sum_{j=1}^q (r_{ij} - \bar{r}_i)^2}{q-1} \quad (3.10)$$

$S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$ istatistiği (sırasıyla (3.11) ve (3.12)), bir genotipin çevreler üzerinden sıra ortalamaları olarak ifade edilmektedir (Huehn, 1979, 1996).

$$S_i^{(3)} = \frac{\sum_{j=1}^q |r_{ij} - \bar{r}_i|}{\bar{r}_i} \quad (3.11)$$

$$S_i^{(6)} = \frac{\sum_{j=1}^q (r_{ij} - \bar{r}_i)^2}{\bar{r}_i} \quad (3.12)$$

$S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$ istatistik değerleri en kucuk (sıfıra yakın) olan genotipler, en stabil olarak kabul edilmektedir (Huehn, 1996).

3.6.2.2. Sıra-Toplam

Sıra-toplam (RS) (Rank-Sum) istatistiği, bir genotipin çevreler üzerinden performans sıralaması ile Shukla (1972)'nin stabilite varyansının (σ_i^2) birlikte değerlendirilmesiyle elde edilmektedir. evreler üzerinden performans sıralamasında en st sırayı alan genotipe sıra değeri olarak 1 (rakamla bir) verilir. Sıralamada en alt sırada yer alan genotipe ise en yüksek sıra değeri (genotip sayısı kadar) verilir. Aynı zamanda stabilite varyansı (σ_i^2) en düşük olan genotipe sıra değeri olarak 1, stabilite varyansı (σ_i^2) en yüksek olan genotipe ise en yüksek (genotip sayısı kadar) sıra değeri verilir. Hem sıra ve hem de stabilite varyans (σ_i^2) değerleri (ikisinin toplamı) en düşük olan genotip, en stabil olarak kabul edilmektedir (Kang, 1993).

3.6.2.3. En st Sıra

Birden fazla çevrede denemeye alınan bir genotip, aynı denemede yer alan diğer genotiplerle performans açısından karşılaştıılır. Her bir çevredeki performans sıralamasında ilk üç genotip arasında yer alan genotipler, stabilitesi ve performansı en yüksek genotipler olarak kabul edilir. Fox ve ark. (1990), bu tip genotiplere en st sıra (TOP) genotipleri, aynı sıralamada ortada yer alan genotiplere orta sıra (MIDDLE) genotipleri ve en alt sırada yer alan genotiplere ise en alt sıra (BOTTOM) genotipleri şeklinde isimlendirmişlerdir.

3.6.2.4. Sıra Ortalaması ve Sıranın Standart Sapması

Denemede yer alan genotipler, her çevrede performanslarına göre büyükten küçüğe doğru sıralanmakta ve en yüksek performansa sahip genotipe sıra (rank) değeri olarak 1 verilmektedir. En düşük performansa sahip olan genotipe ise en yüksek sıra (genotip sayısı kadar) değeri verilmektedir. Her çevrede bağımsız olarak yapılan sıralamadan sonra, her bir genotipin çevreler üzerinden almış olduğu sıra değerleri toplanır ve ortalaması hesaplanarak sıra ortalaması (rank mean) bulunur. Aynı Şekilde her genotipin her çevreden aldığı sıra puanlarının standart sapmaları (standard deviation of rank) hesaplanır. Hem sıra ortalaması (RM) ve hemde sıranın standart sapması (SDR) en düşük olan genotipler, en stabil olarak kabul edilmektedir (Ketata, 1988).

3.6.3. Çok Değişkenli (Multivariate) Yöntemler

3.6.3.1. Pattern Analizi

Pattern Analizi (PA), hem Kümelenme Analizi (Cluster Analysis-CA) ve hemde Ana Bileşenler Analizi yöntemlerini (Principal Components Analysis-PCA) kapsamaktadır (Alagarwamy ve Chandra, 1998). PA uygulamadan önce veriler, çevre etkisinden arındırılmaktadır. Arındırma işlemi, veriler çevreler üzerinden standardize edilerek yapılmaktadır (Fox ve Rossielle, 1982). Çevre etkisinden arındırılan veriler (1) çevrelerin ve genotiplerin daha homojen alt kümelere (AK) ayrılmasına ve (2) GÇE'lerinin belirlenmesine yardımcı olmaktadır. CA'nde AK oluşturulurken, AK'leri birbirine bağlamak için Ward (1963) metodu, AK'ler arası uzaklığı ölçmek için ise öklit uzaklığının karesi yöntemi kullanılmaktadır. PA-CA'nde AK'ler oluşturulurken GÇE'nin kareler toplamının % 20'si nisbetinde (uzaklık-distance) kesme noktası belirlenmiştir (Robert, 1997). Çevreler üzerinden standardize edilmiş verilere, PCA yöntemi uygulanarak, PA-Biplot grafiği elde edilmiştir. Genel bir uygulama olarak G, Ç ve GÇE'ni yorumlamak için PCA'nden elde edilen ilk iki ana bileşen eksenini (Principal Component 1 ve 2-PC 1 ve PC 2), PA-Biplot grafiği çizmek için kullanılmaktadır (Alagarwamy ve Chandra, 1998).

3.6.3.2. Eklemeli Ana Ekiler ve Çarpımsal Etkileşimler Analizi

Birden fazla çevrede yürütülen denemelerin birleştirilmiş varyans analizlerinde (Combined ANOVA) üç ana varyasyon kaynağı mevcuttur: a) G ana etkisi, b) Ç ana etkisi ve c) GÇE'nin etkisi. Klasik yaklaşımda üç varyasyon kaynağının önemlilik düzeyleri ANOVA ile belirlenebilmektedir. Fakat GÇE'ne neden olan genotiplerin ve/veya çevrelerin ANOVA ile basit, kolay, güvenilir ve görsel bir şekilde belirlenmesi mümkün değildir (Zobel ve ark., 1988).

GÇE'nin iki yönlü veri matrisine (Çizelge 3.4), PCA yöntemi uygulanmakta ve teksele değer parçalanması (singular value decomposition) tekniği ile gerçek veriler çoğunlukla iki ekseninde (PC1 ve PC2) gösterilebilmektedir. İlk iki eksen kullanılarak, biplot (Gabriel, 1971) grafiği (AMMI-Biplot) oluşturulabilmektedir. Denemede yer alan genotipler ve çevreler, birbirleriyle etkileşimlerine göre, biplot üzerinde pozisyon almakta ve görsel olarak GÇE hakkında yorum yapılabilmektedir.

G ve Ç ana etkilerinin istatistiksel olarak önemli fakat GÇE'nin önemsiz olduğu verilerde, ANOVA analizi; G ve Ç ana etkilerinin önemsiz fakat GÇE'nin önemli olduğu verilerde ise PCA'nin kullanılması tavsiye edilmektedir. Diğer taraftan, hem G ve Ç ana etkilerinin ve hem de GÇE'nin önemli olduğu verilerin analizinde, AMMI-Biplot

yönteminin (additive main effects and multiplicative interactions analysis) kullanılması tavsiye edilmektedir (Zobel ve ark., 1988).

3.6.3.3. GGE-Biplot Analizi

Biplot grafiği, çok değişkenli bir yöntem olarak ilk defa Gabriel (1971) tarafından demografik araştırmalarda kullanılmıştır. Fakat biplot tekniği, bitki ışlahındaki ilk defa Kempton (1984) tarafından uygulanmıştır. Yan (2014)'e göre, GGE-Biplot uygulamasının ilk rneği de Kempton (1984) tarafından ortaya konmuştur.

Bir özelliğin kalıtımı, genetik varyansının GE varyansına oranı olarak ifade edilmektedir. Bundan dolayı, birden fazla evre üzerinden yürütülen denemelerde G ve GE'nin birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir (Yan, 2014). AMMI-Biplot yönteminde sadece GE varyansı dikkate alınmakta, fakat G varyansı ihmal edilmektedir. Halbuki biplot tekniğinin kullanıldığı stabilite analizlerinde G ile GE varyansları birlikte (G + GE) değerlendirildiğinde biplot yönteminin etkinliği artmaktadır (Yan ve ark., 2000). Temelde PA-Biplot, AMMI-Biplot ve GGE-Biplot yöntemleri benzerdir. Fakat biplot grafiği, oluşturulurken verilere uygulanan transformasyon tekniği yönteme göre farklılık arz etmektedir. PA-Biplot tekniğinde veriler çevreler üzerinden standardize edilir. AMMI-Biplot tekniğinde veriler hem çevreler ve hem de genotipler üzerinden merkezileştirilir (centering). GGE-Biplot yönteminde ise veriler sadece çevreler üzerinden merkezileştirilmektedir (Yan ve ark., 2000). Transformasyon işleminden sonra elde edilen veri matrisine PCA yöntemi uygulanarak ilk iki ana eksen (PC1 ve PC2) skorları elde edilir. Akabinde, PC1 ve PC2 skorlarına simetrik ölçeklendirme (symmetric scaling) yapılarak biplot grafiği oluşturulmaktadır (Lipkovich ve Smith, 2002).

3.7. İstatistiksel Analizlerde Kullanılan Bilgisayar Programları (Yazılımları)

İstatistiksel analizler, TV için üç tekerrür ve kalite analizleri için iki tekerrür üzerinden yapılmıştır. Fowler ve Kovacs (2004) ve Fufa ve ark. (2005) kalite analizlerinin fazla bütçe ve zaman gerektirdiğinden dolayı 2 tekerrür üzerinden yapılmasını tavsiye etmişlerdir.

Yıl ve lokasyon üzerinden birleştirilmiş varyans analizinde yıl, lokasyon ve genotip ana etkileri ile bunların birbirleriyle olan etkileşimlerine ait serbestlik dereceleri ve F testleri, Annicchiarico (2002)'ya göre yapılmıştır. Verilerin varyans analizleri SAS istatistik programında yapılmıştır. Parametrik ve parametrik olmayan stabilite analizleri Hussein ve ark. (2001) ve Lu (1995) tarafından SAS programında yazılan kodlar

kullanılarak yapılmıştır. Parametrik olmayan stabilite analiz yöntemlerinden RM ve SDR (Ketata, 1988) yöntemlerinin hesaplamaları Microsoft Office Excel programında yapılmıştır. Pattern analizi, Uluslararası Çeltik Araştırma Enstitüsü (<http://www.irri.org>) tarafından geliştirilen CROPSTAT istatistik programında yapılmıştır. Fakat CROPSTAT istatistik programıyla üretilen dendrogramların ve biplot grafiklerinin baskı kalitesi düşük olduğundan dolayı, MINITAB istatistik programında dendrogramlar yeniden oluşturulmuştur. Biplot grafikleri ise Lipkovich ve Smith (2002) tarafından Microsoft Office Excel programı için yazılan Biplot Macro eklentisi kullanılarak yeniden çizilmiştir.

BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Tane Verimi

4.1.1. Varyans Analizi

Deneme, 2012-2013 ve 2013-2014 yetiştirme sezonlarında Orta Anadolu Bölgesi'nin 3 ilinde (Konya, Eskişehir ve Ankara) 20 ekmeçlik buğday genotipi (5 çeşit + 15 hat) kullanılarak yürütülmüştür. Denemede kullanılan genotiplerin tane verimi (TV) için birleştirilmiş varyans analizi yapılarak Genotip (G), Yıl (Y) ve Lokasyon (L) ana etkileri ile Genotip x Yıl Etkileşimi (GYE), Genotip x Lokasyon Etkileşimi (GLE) ve Genotip x Yıl x Lokasyon Etkileşimi (GYLE)'nin istatistiksel olarak önemlilik düzeyleri belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

Birleştirilmiş varyans analizi sonuçlarına göre Y ve G ana etkileri ile Yıl x Lokasyon Etkileşimi (YLE) ve GYE $P < 0.01$ düzeyinde, L ana etkisi ile GLE ve GYLE $P < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.1). Y, L ve G ana etkileri ile bunların birbirleriyle olan etkileşimlerinin önemli çıkması, genotiplerin stabiliteilerinin belirlenmesi için TV değerlerine stabilite analiz yöntemlerinin uygulanabileceğini göstermiştir. Ayrıca denemeye ait Varyasyon Katsayısı (CV) değerinin % 20'den düşük (% 7.56) ve Belirtme Katsayısı (R^2) değerinin ise 0.90 olması deneme hatasının kabul edilebilir düzeyde olduğunu göstermektedir (Gomez ve Gomez, 1984; Bowley, 1999).

Varyasyon kaynakları içerisinde Y (% 35) ve L (% 33) ana etkileri TV üzerine en fazla etki eden unsurlar olmuştur (Çizelge 4.1). Diğer taraftan YLE'nin etkisi (% 2) oldukça düşük kalmıştır. Y, L ve YLE birlikte Çevre (Ç) ana etkisini oluşturmuş ve Ç'nin toplam varyasyondaki payı % 70'e ulaşmıştır. G ana etkisinin (% 11) payı, Y ve L ana etki paylarının yaklaşık 1/3'ü kadar olmuştur. GYE, GLE ve GYLE birlikte Genotip x Çevre Etkileşimi (GÇE)'ni oluşturmuş ve GÇE'nin payı ise % 9 civarında kalmıştır.

Birden fazla genotip, birden fazla çevrede denemeye alındığında GÇE sıklıkla ortaya çıkmaktadır. GÇE'nin önemli çıkması durumunda, genotiplerin genel veya özel adaptasyon yetenekleri ile çevrelerin verimlilik protansiyellerinin dikkate alınması tavsiye edilmektedir (Kang, 2002). Gauch ve Zobel (1996)'e göre GÇE'nin önemli çıkması durumunda, genotiplerin performansları çevrelerden üzerinden değişmeyeceğinden dolayı denemelerin birden fazla çevrede yürütülmesine ihtiyaç olmadığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.1. Tane veriminin genotip, yıl ve lokasyon üzerinden birleştirilmiş varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F	% ^a
Genotip, Yıl ve Lokasyon Etkileşimi					
Yıl (Y)	1	301256	301256	836.39**	35
Lokasyon (L)	2	289547	144774	18.99*	33
Y x L Etkileşimi (YLE)	2	15246	7623	21.16**	2
Tekerrür (Y x L)	12	8945			1
Genotip (G)	19	92104	4848	3.68**	11
G x Y Etkileşimi (GYE)	19	25036	1318	3.66**	3
G x L Etkileşimi (GLE)	38	35125	924	1.77*	4
G x Y x L Etkileşimi (GYLE)	38	19878	523	1.45*	2
Hata	228	82122	360		9
Genel	359	869259			100
Genotip ve Çevre Etkileşimi					
Çevre (Ç)	5	606049	121210	162.61**	70 ^b
Tekerrür (Ç)	12	8945			1
Genotip (G)	19	92104	4848	3.68**	11 ^c
G x Ç Etkileşimi (GÇE)	95	68070	717	1.99**	9 ^d
Hata	228	82122	360		9
Genel	359	869259			100
CV (%) = 7.56	R ² = 0.90	Deneme Ortalaması = 251 kg/da			

*,** sırasıyla P<0.05 ve P<0.01 seviyesinde önemli; ^a Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması (varyans payı), ^b Çevre varyansı (Yıl + Lokasyon + Y x L Etkileşimine ait varyans paylarının toplamı), ^c Genotip varyansı, ^d Genotip x Çevre Etkileşimi varyansı (G x Y + G x L + G x Y x L Etkileşimlerine ait varyans paylarının toplamı)

Birden fazla çevrede yürütülen denemelerde, Ç ana etkisinin toplam varyasyondaki payı % 80-90 arasında değişirken, GÇE'nin payı, G ana etkisinin payından genelde daha yüksektir (Romagosa ve Fox, 1993). Genel olarak G, Ç ve GÇE'nin toplam varyasyondaki payları sırasıyla % 10, % 70 ve % 20 şeklinde bildirilmiştir (Gauch ve Zobel, 1996).

Yürüttüğümüz çalışmada, toplam varyasyon içerisinde G, Ç ve GÇE'nin payları sırasıyla % 11, % 70 ve % 9 olarak bulunmuş ve Gauch ve Zobel (1996)'in bildirdiği oranlarla uyum göstermiştir. Gauch ve Zobel (1997), Yan ve ark. (2000), Kaya ve ark. (2006) ve Akçura ve ark. (2011) G, Ç ve GÇE oranlarını sırasıyla % 10, % 80 ve % 10 bularak, araştırma bulgularımızı desteklemişlerdir.

Denememizde toplam varyasyon içerisinde % 70 pay alan Ç ana etkisi, genotiplerin çevrelerle olan etkileşimlerinin değerlendirilmesinde dikkate alınmamaktadır. Zira Ç, genotiple bir etkileşime sahip ise önem arz etmektedir. Aksi halde çevrelerin birbirinden

farklı olması herhangi bir önem arz etmeyecektir. Dolayısıyla genotiplerin değerlendirilmesinde sadece G ana etkileri ile GÇE dikkate alınmaktadır (Fox ve Rosielle, 1982; Gauch ve Zobel, 1996; Yan, 2001).

Denememizde GLE'nin önemli çıkması, genotiplerin lokasyonlarla etkileşimlerinin farklı olduğunu ve bu etkileşime neden olan lokasyonların ve genotiplerin belirlenmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Allard ve Bradshaw (1964), lokasyon etkisinin (toprak özellikleri, yükselti vb.) önceden tahmin edilebilir nitelikte olduğunu bildirmişlerdir. Günümüzde denemenin yürütüleceği lokasyonların özellikleri (iklim özellikleri hariç) deneme öncesinde tahmin edilebilmektedir.

Bitki ıslahında anlaşılması ve aşılması gereken en zor konulardan birisi GYE olarak görülmektedir. Denememizde GYE'nin önemli çıkması, genotip ile yıl etkileşiminin yorumlanmasını zorunlu kılmaktadır. Fakat yılın etkisini önceden tahmin etmek, yıllar arasında benzerlik kurmak ve bu doğrultuda deneme yürütmek neredeyse imkânsızdır. Örneğin, yağışın miktarı ve dağılışı, sıcaklığın düşük veya yüksek olması ve süresi, nisbi nemin yüksekliği veya düşüklüğü gibi pek çok iklimsel etmenlerin bitkinin hayat döngüsü boyunca tahmin edilmesi neredeyse imkânsızdır.

GÇE içerisinde anlaşılması en zor konu, hiç şüphe GYLE'dir. GÇE'ne yılın ve lokasyonun birlikte etki ettiği durumlarda, bitki ıslahçısının takip etmesi gereken en önemli strateji, denemeleri birden fazla yıl ve lokasyonda yürütmek ve GYLE'nin diğer yıllarda da tekrarlanma durumunu araştırmaktır (Allard ve Bradshaw, 1964).

4.1.2. Ortalamaların Karşılaştırılması

Denememizin TV genel ortalaması 251 kg/da olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.2). Denememizin ortalaması, Ülkemizin son 10 yıllık (2004 ile 2013 yılları arası) buğday verim ortalamasından (244 kg/da) daha yüksek gerçekleşmiştir (Çizelge 1.1). Bu durum, denememizde kullandığımız genotiplerden bazılarının kurak şartlarda yüksek tane verimi potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Diğer taraftan Ülkemizin buğday verimi ortalamasına, sulanan şartlarında yetiştirilen buğdaylarında dahil edildiği unutulmamalıdır.

Y, L, G ve bunların birbirleriyle olan etkileşimlerine ait TV ortalamaları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Denemenin yürütüldüğü iki yıl (2012-2013 ve 2013-2014 yetiştirme sezonları) birbiriyle karşılaştırıldığında birinci yılda (271 kg/da), ikinci yıldan (232 kg/da) 39 kg/da daha fazla TV alındığı belirlenmiştir. Diğer taraftan üç lokasyon (Konya, Eskişehir ve Ankara) kendi aralarında kıyaslandığında en yüksek Ankara (324 kg/da) lokasyonundan, en düşük ise Eskişehir (198 kg/da) lokasyonundan TV alındığı tespit

edilmiştir. YLE'ne ait TV değerleri incelendiğinde, birinci yılda en düşük TV, Eskişehir (182 kg/da) lokasyonundan, ikinci yılda ise Konya (186 kg) lokasyonundan alınırken, buna mukabil her iki yılda da en yüksek TV, Ankara lokasyonundan (sırasıyla 353 ve 295 kg/da) alınmıştır.

Denemede yer alan genotipler, yıl ve lokasyon üzerinden TV ortalamalarına göre kıyaslandığında en yüksek ilk 6 genotip (Ç1, Ç2, Ç3, Ç4, Ç5 ve H15) Çizelge 4.2'de verilmiştir. Denemede kullanılan ilk 5 genotip Orta Anadolu Bölgesi için geliştirilen kurağa toleranslı çeşitlerden oluşmaktadır (Çizelge 3.3). TV sıralamasına göre en düşük genotipler ise sırasıyla H13, H6, H10 ve H3 şeklinde belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. Tane veriminin genotip, yıl ve lokasyon ile bunların etkileşimlerine ait ortalamaları

Genotip	2012-2013				2013-2014				İki Yıl Ort.			Gen. Ort.
	K [†]	E	A	Ort.	K	E	A	Ort.	K	E	A	
Ç1	293	199	395	296	221	169	312	234	257	184	354	265
Ç2	236	181	333	250	241	251	358	283	239	216	346	267
Ç3	267	220	398	295	218	201	344	254	243	211	371	275
Ç4	287	194	365	282	265	194	321	260	276	194	343	271
Ç5	273	201	397	290	244	231	352	276	259	216	375	283
H1	295	145	324	255	131	261	341	244	213	203	333	250
H2	265	212	334	270	201	233	254	229	233	223	294	250
H3	260	168	323	250	142	214	298	218	201	191	311	234
H4	269	215	319	268	156	221	312	230	213	218	316	249
H5	278	162	385	275	168	209	361	246	223	186	373	261
H6	329	187	333	283	152	168	198	173	241	178	266	228
H7	311	165	313	263	168	275	312	252	240	220	313	257
H8	257	186	314	252	161	278	301	247	209	232	308	249
H9	282	158	312	251	175	271	251	232	229	215	282	242
H10	295	167	341	268	158	198	212	189	227	183	277	229
H11	261	142	384	262	201	241	253	232	231	192	319	247
H12	312	171	401	295	198	154	225	192	255	163	313	244
H13	221	164	292	226	144	158	256	186	183	161	274	206
H14	276	202	369	282	159	205	325	230	218	204	347	256
H15	279	198	437	305	224	148	311	228	252	173	374	266
Ort.	277	182	353	271	186	214	295	232	232	198	324	251

Y LSD_(0.05) = 39 (kg/da), L LSD_(0.05) = 31 (kg/da), YLE LSD_(0.05) = 35 (kg/da), G LSD_(0.05) = 38 (kg/da), GYE LSD_(0.05) = 41 (kg/da), GLE LSD_(0.05) = 44 (kg/da), GYLE LSD_(0.05) = 48 (kg/da)

[†] K, Konya; E, Eskişehir; A, Ankara

Genotiplerin denemenin yürütüldüğü yıllar ile olan etkileşimi (GYE) incelendiğinde (Çizelge 4.2), en yüksek TV'nin birinci yılda (2012-2013 yetiştirme sezonu) sırasıyla H15,

Ç1, H12 ve Ç3'ten ve ikinci yılda (2013-2014 yetiştirme sezonu) sırasıyla Ç2, Ç5, Ç4 ve Ç3'ten, en düşük TV'nin ise birinci yılda sırasıyla H13, H3, H9 ve H8'den ve ikinci yılda sırasıyla H6, H13, H10 ve H12'den alındığı tespit edilmiştir.

Genotiplerin lokasyonlarla olan etkileşimi (GLE) ele alındığında (Çizelge 4.2), en yüksek TV Ankara lokasyonundan sırasıyla Ç5, H15, H5 ve Ç3'ten, en düşük ise Eskişehir lokasyonundan sırasıyla H13, H12 ve H15'ten elde edildiği görülmektedir. H15'in Eskişehir'de en düşük verimi veren genotiplerden birisi iken Ankara'da en yüksek verimi veren genotiplerden birisi olması dikkatimizi çekmiştir. Bu durum, denemede GLE'nin istatistiksel olarak önemli çıkmasında H15'in etkili olduğunu göstermektedir. Baker (1988) genotiplerin TV sıralamalarının lokasyonlara göre değişmesini çapraz etkileşim olarak ifade etmiş ve bu tip etkileşimin bitki ıslahında çeşit geliştirme sürecini zorlaştırdığını bildirmiştir.

Denememizin 3 konusuna (G, Y ve L) ait etkileşimin (GYLE) önemli çıkması 3'lü etkileşimin yakından incelenmesini zorunlu kılmıştır. Çizelge 4.2'de verilen TV değerlerine bakıldığında, en düşük TV'nin ikinci yılda (2013-2014 yetiştirme sezonu) Konya lokasyonundan sırasıyla H1, H3 ve H13 ile birinci yılda (2012-2013 yetiştirme sezonu) Eskişehir lokasyonundan sırasıyla H11 ve H1'den alınırken, en yüksek TV'nin birinci yılda Eskişehir lokasyonundan sırasıyla H4, H2, Ç3 ve Ç5'den alındığı belirlenmiştir.

Birden fazla Y ve L üzerinden yürütülen denemelerde karşılaşılabilecek en kapsamlı etkileşim şekli hiç kuşkusuz GYLE'dir. Her hangi bir denemede kullanılan faktörler (Y, L ve G gibi) arasındaki etkileşimlerin istatistiksel olarak önemli çıkması durumunda, söz konusu faktörlerin ana etkilerini yorumlama zorunluluğu bulunmamaktadır (Lin, 1982; Yurtsever, 1984; Lin ve Binns, 1988). Fakat denememizde G, Y ve L ana etkilerinin yorumlanmasının sebebi YLE, GYE, GLE ve GYLE'nin daha iyi anlaşılması için yapılmıştır.

4.1.3. Parametrik Stabilite Yöntemleri

Denememizde 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeklik buğday genotipinin TV yönüyle stabilitelerini değerlendirmek için 8 parametrik stabilite yöntemi kullanılmıştır (Çizelge 4.3). İlk sırada yer alan çevre varyansı (S_{xi}^2) Roemer (1917) tarafından önerilmiştir. S_{xi}^2 değerleri, sıfıra yakın olan genotipler stabil olarak kabul edilmektedir (Lin ve ark., 1986; Becker ve Leon, 1988). S_{xi}^2 değeri sıfıra en yakın

genotipler sırasıyla H2, H13, H9, H8 ve H4 iken S_{xi}^2 değeri en yüksek olan genotipler ise sırasıyla H15, H5 ve H12 olarak belirlenmiştir. Genotipler içerisinde hatların stabilite seviyeleri değişkenlik gösterirken (bazı hatların en yüksek ve bazı hatların en düşük) çeşitler orta düzeyde yer almıştır.

Yates ve Cochran (1934) doğrusal regresyon katsayısının (b_i) bir stabilite parametresi olarak kullanılabilceğini ortaya koymuşlardır. Fakat 1963 yılına kadar b_i pek fazla ilgi görmemiş, Finlay ve Wilkinson (1963) sayesinde bilimsel çevrelerde kabul görmeye başlamış, Eberhart ve Russell (1966) ile dünyada popülerite kazanmıştır. Finlay ve Wilkinson (1963)'a göre stabil bir genotipin b_i değerinin 1 civarında, performansının ise genel ortalamasının üzerinde olması arzu edilmektedir. Finlay ve Wilkinson (1963)'dan 3 yıl sonra Eberhart ve Russell (1966) bir genotipin stabilitesinin belirlenmesinde b_i değerine ilave olarak regresyondan sapmalar kareler ortalamasının da (S_{di}^2) kullanılmasının uygun olacağını; stabil bir genotipin b_i değerinin 1 civarında, performansının genel ortalamasının üstünde ve S_{di}^2 değerinin ise sıfıra yakın olması gerektiğini bildirmiştir. Söz konusu 3 stabilite kriterine göre en stabil genotipler sırasıyla Ç5, Ç3, Ç1, H14 ve H7 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3). En stabil 5 genotip içerisinde 3 tanesinin çeşit, 2 tanesinin ise hat olması, çeşit geliştirme sürecinde TV stabilitesinin dikkate alınmadığını göstermektedir. Diğer taraftan b_i değerine göre Ç2, H2, H5, H8, H9, H12 ve H15'in stabiliteleri tatmin edici seviyede değildir.

Pinthus (1973) belirtme katsayısını (r_i^2) Eberhart ve Russell (1966)'ın regresyondan sapmalar kareler ortalamasının (S_{di}^2) yerine kullanılabilceğini bildirmiştir. Pinthus (1973)'a göre r_i^2 ile S_{di}^2 arasında çok yüksek bir korelasyon mevcuttur. r_i^2 değeri 1'e yakın olan genotipler stabil olarak kabul edilmektedir (Pinthus, 1973). r_i^2 değeri en yüksek (1'e yakın) genotipler sırasıyla H5, H13, H14, H3 ve H2 iken en düşük (stabilitesi düşük) genotipler sırasıyla H6, Ç2 ve H9 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

Wrickle (1962) stabilizeyi bir genotipin GÇE'ne katkısı olarak belirtmiştir. Bir genotipin GÇE varyansı içerisindeki payı ne kadar düşük ise o genotip o kadar stabil demektir. Bir genotipin GÇE varyansı içerisindeki payını, Wrickle (1962) ekovalans (W_i^2) olarak tanımlamış ve W_i^2 değeri sıfıra yakın olan genotiplerin stabil olacağını bildirmiştir. Wrickle (1962)'in W_i^2 yöntemine alternatif olarak Shukla (1972) stabilite varyansını (σ_i^2) önermiştir. Wrickle ve Weber (1980), σ_i^2 ile W_i^2 arasında doğrusal bir ilişkinin olduğunu ve her iki yöntemle göre genotiplerin stabilite sıralamalarının aynı olacağını bildirmişlerdir. Çizelge 4.3'de verilen σ_i^2 ve W_i^2 değerlerine bakıldığında, her iki yöntemle göre genotip

sıralamalarının aynı olduğu görülmektedir. İki parametreye göre en stabil genotipler sırasıyla H13, H3 ve H14 iken, stabilitesi en düşük olan genotipler ise sırasıyla H6, H15, H12, H1 ve Ç2 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Tane verimi için parametrik stabilite yöntemleri

Genotip	\bar{X}^\dagger	S_{xi}^2	b_i	S_{di}^2	r_i^2	W_i^2	σ_i^2	CV_i	P_i
Ç1	265	7.08 [‡]	1.15	1.32 [‡]	0.88	4.69**	0.97**	31.7	1.64 [‡]
Ç2	267	4.39	0.77*	2.61	0.64	9.05**	1.94**	24.8	1.86
Ç3	275	6.34	1.09	1.00	0.88	3.86	0.79	28.9	1.15
Ç4	271	4.70	0.88	1.67	0.78	5.32*	1.11*	25.2	1.36
Ç5	283	5.76	1.04	0.86	0.89	3.13	0.62	26.8	0.65
H1	250	8.22	1.16	1.98	0.77	9.92**	2.13**	36.3	3.18*
H2	250	2.29	0.66**	0.19	0.9	3.67	0.74	19.1	2.69
H3	234	5.18	1.01	0.44	0.93	1.63	0.29	30.7	3.64*
H4	249	3.97	0.84	0.88	0.84	3.58	0.72	25.3	2.92
H5	261	9.36	1.37**	0.69	0.95	5.62**	1.18**	37.1	1.90
H6	228	6.64	0.94	4.01	0.62	12.49**	2.70**	35.7	5.28**
H7	257	5.16	0.89	1.38	0.73	7.19**	1.53**	27.9	2.55
H8	249	3.91	0.77*	1.81	0.72	6.74**	1.43**	25.1	2.99*
H9	242	3.79	0.75*	1.83	0.7	7.03**	1.49**	25.5	3.49*
H10	229	5.41	0.95	1.82	0.79	5.49**	1.15**	32.1	4.44**
H11	247	6.44	1.07	1.15	0.83	5.37**	1.12**	32.4	2.55
H12	244	9.04	1.21*	3.38	0.76	11.83**	2.56**	39.1	3.53*
H13	206	3.61	0.85	0.27	0.95	1.30	0.22	29.1	6.32**
H14	256	6.57	1.15	0.57	0.94	2.26	0.43	31.6	2.13
H15	266	10.35	1.34**	2.35	0.82	11.95**	2.58**	38.2	2.01
Ort.	251	5.91	0.99	1.51	0.82	6.11	1.29	30.13	2.81

*, ** sırasıyla P<0.05 ve P<0.01 seviyesinde önemli (stabil değil)

[†] \bar{X} , Tane verimi (kg/da); S_{xi}^2 , Çevre varyansı (Roemer, 1917); b_i , Regresyon katsayısı (Eberhart ve Russell, 1966); S_{di}^2 , Regresyondan sapmalar kareler ortalaması (Eberhart ve Russell, 1966); r_i^2 , Belirtme katsayısı (Pinthus, 1973); W_i^2 , Ekovalans (Wricke, 1962); σ_i^2 , Stabilite varyansı (Shukla, 1972); CV_i , Varyasyon katsayısı (Francis ve Kanenberg, 1978); P_i , Üstünlük ölçütü (Lin ve Binns, 1988)

[‡], Sütunlardaki sayılar 1000'e bölünerek verilmiştir

Yukarıda ifade edilen parametrik stabilite yöntemlerine alternatif olarak Francis ve Kannenberg (1978) varyasyon katsayısı (CV_i) yöntemini önermişlerdir. Bu yöntemle göre stabil bir genotipin CV_i değeri sıfıra yakın ve performans, genel ortalamanın üstünde olmalıdır. Bu iki stabilite parametresine göre çeşitlerden sırasıyla Ç2 ve Ç4 ile hatlardan sırasıyla H2, H8 ve H4 (tane verimleri genel ortalama civarında) en stabil genotipler olurken, stabilitesi en düşük genotipler ise sırasıyla H12, H15 ve H5 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

Üstünlük ölçütü (P_i), bir çevrede denemeye alınan bir genotipin performansı ile o çevrede denemeye alınan tüm genotiplerin maksimum performansı arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır (Lin ve Binns, 1988). Performans farklılığı ne kadar az ise genotipin performansı, maksimum performansa o kadar yakın demektir. Dolayısıyla bir genotipin P_i değeri sıfıra yakın ise stabilitesi yüksek anlamına gelmektedir. Lin ve Binns (1988), P_i değerinin aynı zamanda genotiplerin genel adaptasyon yeteneklerinin bir göstergesi olduğunu ve çevreler üzerinden performans ortalamalarına göre kıyaslama yapılmasının doğru olacağını bildirmişlerdir. P_i değeri ve TV ortalamaları birlikte değerlendirildiğinde en stabil genotiplerin sırasıyla Ç5, Ç3, Ç4, Ç1, Ç2, H5, H15 ve H14 iken, stabilitesi en düşük olan genotiplerin ise sırasıyla H13, H6 ve H10 olduğu görülmektedir (Çizelge 4.3). Stabilitesi en yüksek genotiplerin aynı zamanda TV'leri, genel ortalamanın üstünde iken, stabilitesi en düşük olan genotiplerin TV'leri, genel ortalamanın altında kalmıştır. Stabilitesi en yüksek ilk beş genotipin denemede kullanılan çeşitlerden oluşması önemli bir ayrıntı olarak vurgulanmalıdır.

4.1.4. Parametrik Olmayan Stabilitate Yöntemleri

Denememizde 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeklik buğday genotipinin TV yönüyle stabilitelerini değerlendirmek için 8 parametrik olmayan stabilite yöntemi kullanılmıştır (Çizelge 4.4).

Stabil bir genotipin çevreler üzerinden verim performansına göre sıralama değerleri benzerlik göstermeli veya değişmemelidir. Maksimum stabiliteye sahip bir genotipin çevreler üzerinden sıralama değerleri aynıdır. Bir genotipin stabilitesi (çevreler üzerinden yapılan sıralamaya göre) o genotipin farklı çevrelerde kendini kararlı gösterme yeteneği (homeostasis) olarak tanımlanmaktadır (Huehn, 1996).

Denememizde kullanılan parametrik olmayan stabilite yöntemlerinden ilk dördü ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$) Huehn (1979, 1996) tarafından önerilmiştir (Çizelge 4.4). Söz konusu yöntemlerden birincisi ($S_i^{(1)}$), bir genotipin çevreler üzerinden mutlak sıralama farklılıklarının ortalaması; ikincisi ($S_i^{(2)}$), bir genotipin çevreler üzerinden sıralama değerleri arasındaki ortak varyansı; üçüncüsü ($S_i^{(3)}$), bir genotipin sıralama ortalamasından gösterdiği sapmaların toplamı ve dördüncü ($S_i^{(6)}$), bir genotipin sıralama ortalamasından gösterdiği sapmaların karesinin toplamı olarak tanımlanmaktadır. Stabil bir genotipin $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$ değerleri sıfıra yakın olmalıdır (Huehn, 1996). Huehn (1979)'ün 4 parametrik olmayan stabilite yöntemine ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$) göre en stabil genotipler

sırasıyla H13, H3, Ç4, H10 ve H14 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.4). Stabilitesi en düşük olan genotipler ise sırasıyla H1, Ç2, H12, H15 ve H6 olarak tespit edilmiştir. Hem stabilitesi en yüksek ve hem de en düşük ilk beş genotip içerisinde 1 çeşit ve 4 hat yer almıştır.

Çizelge 4.4. Tane verimi için parametrik olmayan stabilite yöntemleri

Genotip	\bar{X}^\dagger	$S_i^{(1)}$	$S_i^{(2)}$	$S_i^{(3)}$	$S_i^{(6)}$	RS	TOP	RM	SDR
Ç1	265	6.7	31.9	11.5	2.3	14	66.6	8	4.2
Ç2	267	9.6	64.9*	24.7	3.7	20	50	9	6.5
Ç3	275	6.8	33.7	21.4	3.9	9	66.6	7	5.4
Ç4	271	5.7	28.4	12.8	2.1	12	16.6	8	4.5
Ç5	283	7.5	38.1	12.2	3.1	5	66.6	6	3.7
H1	250	9.6	65.3*	25.3	3.5	28.5	50	11	7.6
H2	250	6.7	30.7	11.7	2.4	16	16.6	10	4.8
H3	234	3.9	11.3	3.5	1.1	19	0	15	3.2
H4	249	7.5	39.8	13.1	2.3	18	16.6	11	5.3
H5	261	8.2	44.9*	15.6	2.5	19	33.3	9	5.4
H6	228	8.9	52.6*	18.8	2.4	39	16.6	13	6.9
H7	257	8.6	49.8*	21.1	3.1	23	33.3	10	6.4
H8	249	7.7	39.4	15.7	2.1	24.5	16.6	12	6.1
H9	242	7.1	36.2	16.7	2.6	30	16.6	13	6.5
H10	229	6.1	25.3	9.6	1.7	29	16.6	13	4.8
H11	247	8.4	47.6*	14.6	2.6	24	16.6	12	5.9
H12	244	9.2	58.5*	26.8	3.4	33	33.3	10	7.4
H13	206	3.7	11.6	1.54	0.6	21	0	18	2.3
H14	256	6.1	26.8	7.9	2.1	12	33.3	9	3.8
H15	266	8.9	52.8*	25.1	3.2	24	33.3	9	6.6
Ort.	251	7.3	39.5	15.5	2.5	21	30	10.7	5.4

*P<0.05 düzeyinde önemli (stabil değil); $\dagger \bar{X}$, Tane verimi (kg/da); Huehn (1979)'nün parametreleri $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$; RS, Sıra-Toplam (Kang, 1988); TOP, Fox ve ark. (1990)'nın en üst sıra parametresi; RM, Sıra ortalaması (Ketata, 1988); SDR, Sıranın standart sapması (Ketata, 1988)

Kang (1988), parametrik olmayan stabilite yöntemi olarak Sıra-Toplam (RS) yöntemini önermiştir. Deneme çevreleri üzerinden en yüksek TV'ne sahip genotipe 1 sıra değeri verilirken, en düşük genotipe ise en yüksek sıra değeri (genotip sayısı kadar) verilir. Kang (1988) aynı zamanda Shukla (1972)'nin stabilite varyansını da (σ_i^2) RS yöntemine dâhil etmiştir. Her bir genotip için σ_i^2 değeri hesaplandıktan sonra en düşük σ_i^2 değerine sahip genotipe 1 sıra değeri verilirken (TV sıralamasındaki gibi), en yüksek σ_i^2 değerine sahip genotipe en yüksek sıra değeri (genotip sayısı kadar) verilir. Hem TV ve hem de Shukla (1972)'nin stabilite varyansı (σ_i^2) değerlerine göre oluşturan sıra değerlerinin

toplanmasıyla RS değeri elde edilmektedir. RS değeri en düşük olan genotip, en yüksek stabiliteye sahip olmaktadır (Kang, 1988). Bu tanıma göre en yüksek stabiliteye sahip genotipler sırasıyla Ç5, Ç3, Ç4, H14 ve Ç1 olurken, en düşük stabiliteye ise sırasıyla H6, H12, H9, H10 ve H1 genotipleri sahip olmuştur.

Fox ve ark. (1990) parametrik olmayan stabilite yöntemi olarak en üst sıra (TOP), orta sıra (MIDDLE) ve en alt sıra (BOTTOM) yöntemlerini geliştirmişlerdir. Söz konusu üç yöntem içerisinde en çok tercih edilen en üst sıra (TOP) yöntemidir. En üst sıra (TOP) yönteminde; farklı çevrelerde denemeye alınan genotiplerin en yüksekte başlamaya üzere performans sıralamasına göre her çevrede ilk üç sırada yer alma oranı belirlenmektedir. En üst sıra (TOP) değeri 100'e en yakın olan genotip, en stabil olarak kabul edilmektedir. Yüksek TOP değeri bir genotipin genel adaptasyon yeteneğini de göstermektedir. Fox ve ark. (1990) tarafından yapılan tanıma göre en yüksek stabiliteye sahip genotipler, TV değerleriyle birlikte değerlendirildiğinde sırasıyla Ç5, Ç3 ve Ç1 (TOP değerleri aynı = 66.6) ve Ç2 ve H1 (TOP değerleri aynı = 50) iken, en üst sıraya (TOP) giremeyen genotipler ise H3 ve H13 olarak belirlenmiştir. En stabil genotiplerden 4 tanesini çeşitler oluşturmuştur. Fakat pek çok hat TOP değerlerinin düşük olmasından dolayı, ilk üç sıraya girememiştir (Çizelge 4.4).

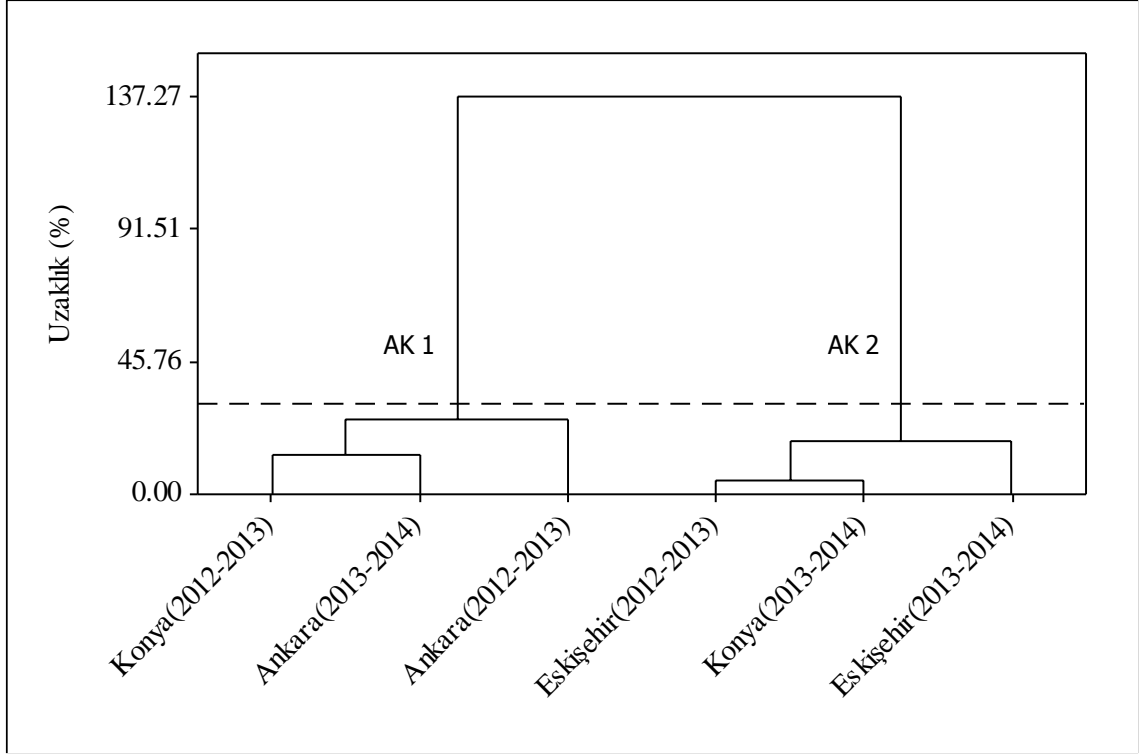
Ketata (1988), parametrik olmayan stabilite yöntemleri olarak sıra ortalaması (RM) ve sıranın standart sapması (SDR) yöntemlerini önermiştir. Bu iki yöntem uygulanırken, genotipler her bir çevrede büyüklüklerine göre sıralanmakta ve en yüksek ortalama TV'ne sahip genotipe sıra değeri olarak bir (rakam olarak 1) verilmektedir. Daha sonra farklı çevrelerdeki sıra değerlerinin ortalaması ve standart sapması hesaplanmaktadır. Genotiplerin RM ve SDR değerleri dikkate alınarak stabilite ve adaptasyon durumları hakkında yorum yapılabilmektedir. Örneğin, düşük RM ve SDR değerlerine sahip genotipler (Ç5) yüksek verimli ve stabil (Çizelge 4.4); düşük RM ve yüksek SDR değerlerine sahip genotipler (Ç3, Ç4, Ç1, Ç2, H14 ve H15) yüksek verimli ve stabil değil; yüksek RM ve SDR değerlerine sahip genotipler (H1, H6, H7 ve H12) düşük verimli ve stabil değil; yüksek RM ve düşük SDR değerlerine sahip genotipler (H3 ve H13) ise düşük verimli ve stabil olarak değerlendirilmektedir (Yıldırım ve ark., 1997).

4.1.5. Çok Değişkenli (Multivariate) Yöntemler

Denememizde 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeklik buğday genotipinin TV yönüyle stabilitelerini değerlendirmek için 3 çok değişkenli yöntem kullanılmıştır.

Çok değişkenli yöntemlerden ilki olan Pattern Analizi (PA); hem Kümeleme (Cluster Analysis-CA) ve hem de Ana Bileşenler Analiz (Principal Components Analysis-PCA) yöntemlerini içermektedir (Alagarswamy ve Chandra, 1998). PA'nin ilk aşaması olan CA'inde genotipler ve çevreler, GÇE'nin kareler toplamının % 20'si nisbetinde birbirine uzak alt kümeler (AK) ayrıştırılmaktadır (Robert, 1997). Bu şekilde GÇE kareler toplamının değerleri kullanılarak G ve Ç'ler hakkında yorum yapılabilmektedir. CA sonuçlarına göre denemenin yürütüldüğü çevreler iki alt kümeye (AK 1 ve AK 2) ayrılmıştır (Şekil 4.1). Birinci alt kümeyi (AK 1) Konya (2012-2013), Ankara (2012-2103) ve Ankara (2013-2014) oluştururken, ikinci alt kümeyi ise Konya (2013-2014), Eskişehir (2012-2013) ve Eskişehir (2013-2014) oluşturmuştur. Ankara lokasyonunun her iki yılda birinci alt kümede (AK 1), Eskişehir lokasyonunun her iki yılda ikinci alt kümede (AK 2) ve Konya lokasyonunun ise birinci yılda AK 1'de, ikinci yılda AK 2'de yer alması, GÇE'nin oluşmasında Konya lokasyonunun etkili olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda alt kümeler, Eskişehir ile Ankara lokasyonlarının birbirinden farklı olduğunu ve Konya lokasyonunun yıla göre Eskişehir ile Ankara lokasyonlarıyla benzerlik gösterdiğini ortaya koymuştur.

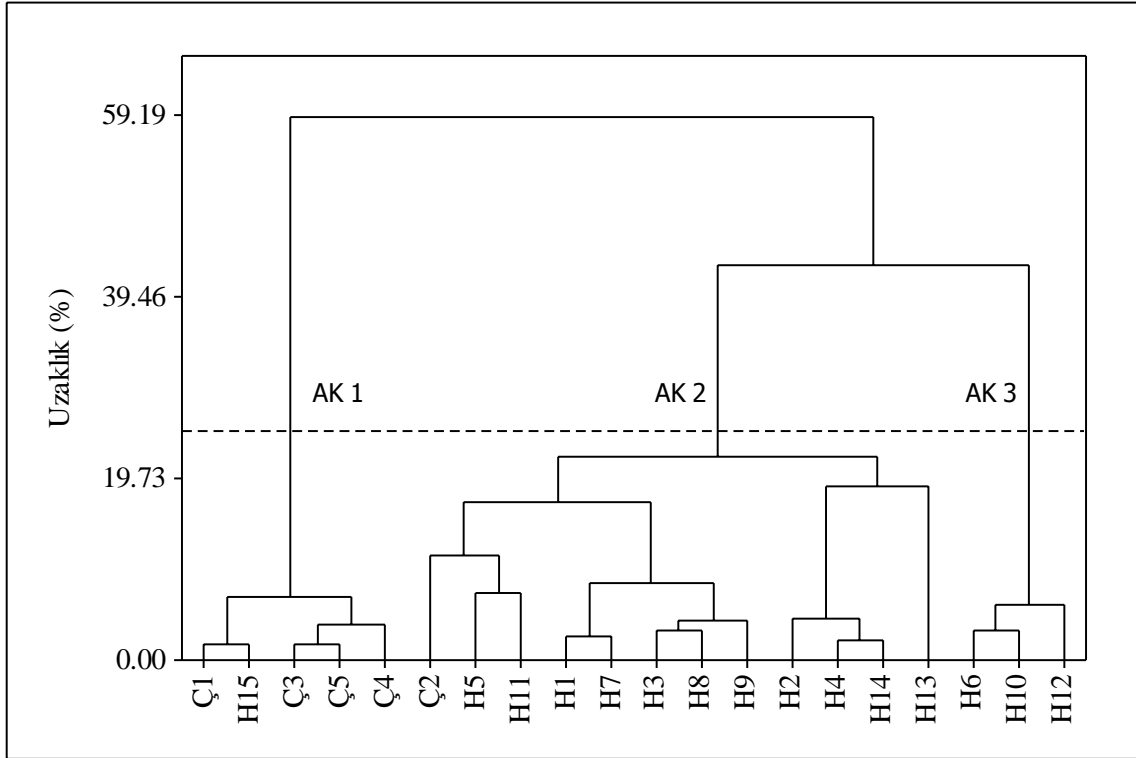
Denemede yer alan genotiplerin CA'nden elde edilen dendrogramı Şekil 4.2'de verilmiştir. CA'ne göre 3 tane alt küme (AK 1, AK 2 ve AK 3) oluşmuştur. AK 1'de 5 tane genotip (Ç1, H15, Ç3, Ç5 ve Ç4), AK 2'de 12 tane genotip (Ç2, H5, H11, H1, H7, H3, H8, H9, H2, H4, H14 ve H13) ve AK 3'de ise 3 tane genotip (H6, H10 ve H12) yer almıştır. Denemede kullanılan çeşitlerden 4 tanesi (Ç2 hariç) ve hatlardan sadece bir tanesi (H15) birinci alt kümede (AK 1) yer almıştır. Bu alt kümeyi oluşturan genotiplerin tümünün TV ortalamaları denemenin genel ortalamasından (251 kg/da) yüksek olmuştur (Çizelge 4.2). Diğer taraftan, AK 3'de yer alan 3 genotipin tane verim ortalaması genel ortalamasının altında kalmıştır. Benzer şekilde AK 2'de yer alan 12 genotipten sadece 4 tanesinin (Ç2, H5, H7 ve H14) TV genel ortalamasının üstünde yer almıştır. Hem yüksek ve hem de düşük verimli genotiplerin aynı alt kümede (AK 2) yer alması, genotiplerin kümelenme davranışlarının yorumlanmasında sadece verim performanslarının yeterli olmadığını ve TV'nin yanında diğer bitkisel özelliklerinde dikkate alınması gerektiğini ortaya koymuştur. Fakat AK 1 ve AK 3'de yer alan genotiplerin verim performansları, genotipik farklılıkları ortaya koymak için yeterli bir ölçüt olarak kabul edileceğini göstermektedir.



Şekil 4.1. Tane verimi için lokasyonların yıllara göre dendrogramı (AK, Alt Küme; Uzaklık % 20)

PA'nin ikinci aşaması, Ana Bileşenler Analiz (PCA) yöntemidir. PA-PCA'dan elde edilen PA-Biplot grafiği Şekil 4.3'de verilmiştir. PCA'nin ilk iki ana bileşeni (PC1 ve PC2), GÇE'nin kareler toplamının % 63'ünü (sırasıyla PC1 = % 37 ve PC2 = % 26) açıklamıştır. Şekil 4.3'de verilen biplotun orijininden geçen vektörler çevreleri, H (Hat) ve Ç (Çeşit) ise genotipleri göstermektedir. Çevre vektörleri arasındaki açılar çevrelerin birbirlerine benzerliğini ya da uzaklığını göstermektedir. Örneğin Konya (2013-2014) ile Eskişehir (2012-2013) çevrelerine ait vektörler arasındaki açı, sıfıra yakın ($< 90^\circ$) olup, bu iki çevre arasındaki benzerliğin yüksek olduğunu göstermektedir. Ya da Eskişehir (2013-2014) ile Konya (2012-2013) çevrelerine ait vektörler arasındaki açı $\approx 135^\circ$ olduğundan ($> 90^\circ$) dolayı bu iki çevrenin farklı özelliklere sahip olduğu ifade edilebilir. Vektörleri arasındaki açı $\approx 90^\circ$ olan çevrelerin birbirleriyle herhangi bir benzerliği veya farklılığı söz konusu değildir. Bu bağlamda Eskişehir (2013-2014) ile Ankara (2013-2014) arasında ya da Ankara (2013-2014) ile Ankara (2012-2013) arasında ya da Ankara (2012-2013) ile Konya (2012-2013) vektörleri arasındaki açıların $\approx 90^\circ$ olması, bu çevrelerin birbirinden bağımsız olduğunu göstermektedir. Denemede yer alan çevrelerden Konya (2013-2014), Eskişehir (2012-2013) ve Ankara (2012-2013) arasında yüksek benzerlik; Konya (2012-

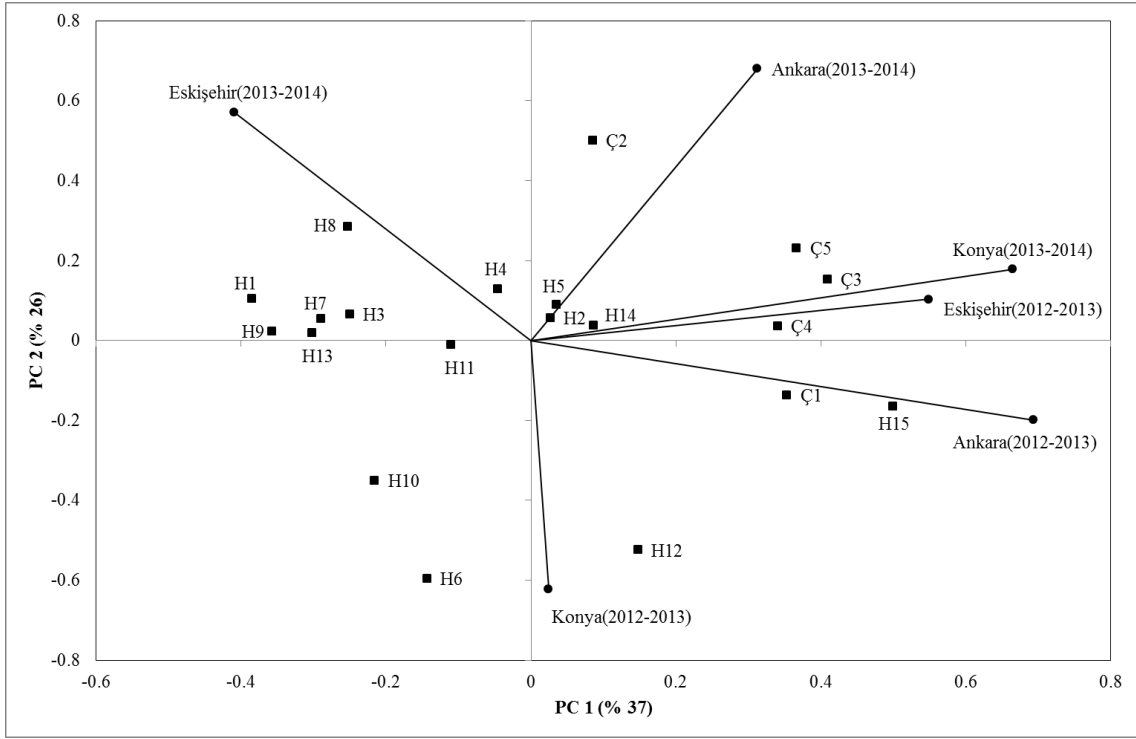
2013), Eskişehir (2013-2014) ve Ankara (2013-2014) arasında yüksek zıtlık; Ankara (2012-2013) ile Eskişehir (2013-2014) arasında yine yüksek zıtlık belirlenmiştir.



Şekil 4.2. Tane verimi için genotiplerin dendrogramı (AK, Alt Küme; H, Hat; Ç, Çeşit; Uzaklık % 20)

Denemede kullanılan genotipler arasındaki benzerlikler ya da farklılıklar, çevre vektörleri hakkında yapılan yorumlarla benzerlik göstermektedir. Birbirine benzer olan genotipler biplot üzerinde birbirine yakın olarak yer almaktadır. Birbirinden farklı olan genotipler ise biplot üzerinde zıt yerlerde toplanmaktadır. Örneğin Ç5, Ç3, Ç4, Ç1 ve H15 kodlu genotipler ana bileşen eksenini 1 (PC 1)'in pozitif kısmında H1, H8, H7, H9, H3 ve H13 ise PC 1'in negatif kısmında yer almışlardır (Şekil 4.3). Bu durum, iki genotip grubunun birbirinden farklı verim performansına sahip olduğunu göstermektedir. İlk grupta yer alan genotipler (Ç5, Ç3, Ç4, Ç1 ve H15) en iyi performansı ya da adaptasyonu Konya (2013-2014), Eskişehir (2012-2013) ve Ankara (2012-2013) çevrelerinde gösterirken, ikinci grup genotipler (H1, H8, H7, H9, H3 ve H13) en iyi adaptasyonu Eskişehir (2013-2013) çevresinde göstermişlerdir. Aynı zamanda birinci grup genotiplerin Eskişehir (2013-2013) çevresine adaptasyonu düşük olmuştur. Benzer olarak ikinci grup genotiplerin Konya (2013-2014), Eskişehir (2012-2013) ve Ankara (2012-2013) çevrelerine adaptasyonları düşük ya da bu çevrelerdeki verimleri genel ortalamasının altında

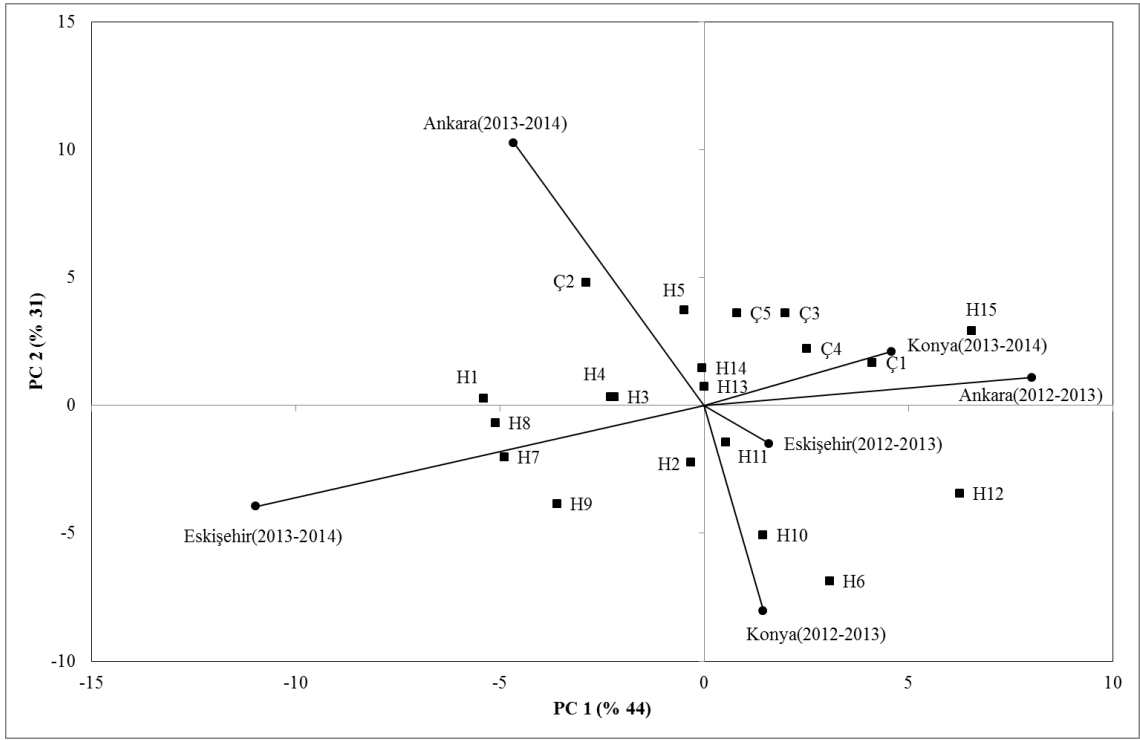
kalmıştır. Çeşitlerden Ç2, en iyi adaptasyonu Ankara (2013-2014) çevresinde, hatlardan H12, H10 ve H6, en iyi adaptasyonu Konya (2012-2013) çevresinde göstermiştir. Biplotun merkezinde (orijininde) yer alan genotiplerin (H2, H14, H5, H4 ve H11) tüm çevrelere adaptasyonları yani genel adaptasyon yetenekleri yüksek olup, bu genotiplerin TV ortalamaları genel ortalama civarındadır (Çizelge 4.2).



Şekil 4.3. Tane veriminin PA-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit)

Çok değişkenli yöntemlerden ikincisi, AMMI (Eklemeli Ana Etkiler ve Çarpımsal Etkileşimler Analizi) analiz yöntemidir. AMMI analizden elde edilen AMMI-Biplot grafiği Şekil 4.4'de verilmiştir. AMMI-Biplot, GÇE'ni görsel olarak inceleyebilmek için Zobel ve ark. (1988) tarafından ortaya konmuştur. TV'ne ait GÇE'nin % 75'i AMMI-Biplot yöntemiyle (sırasıyla PC 1 = % 44 ve PC 2 = % 31) açıklanmıştır. Bu oran (% 75), PA-Biplot'un (Şekil 4.3) oranından (% 63) % 12 daha yüksektir. Dolayısıyla GÇE'ni AMMI-Biplot, PA-Biplot'a göre daha iyi açıklamıştır.

AMMI-Biplot'un üzerinde dağılım gösteren genotipler ve çevre vektörlerinin birbirleriyle olan ilişkilerine bakıldığında (Şekil 4.4) PA-Biplot'tan (Şekil 4.3) farklı olduğu görülmektedir. AMMI-Biplot'ta Konya (2013-2014) ile Ankara (2012-2013) çevre vektörleri arasındaki ilişki daha yüksektir. Bu çevre vektörleri ile Eskişehir (2013-2014) çevre vektörü zıtlık ($\approx 180^\circ$) göstermektedir.



Şekil 4.4. Tane veriminin AMMI-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit)

Genotiplerle çevreler arasındaki ilişkiler yakından incelendiğinde (Şekil 4.4) H12'nin Eskişehir (2012-2013) çevresinde, H15, Ç4 ve Ç1'in Konya (2013-2014) çevresinde, Ç2 ve H5'in Ankara (2013-2014) çevresinde, H7, H8, H1 ve H9'un Eskişehir (2013-2014) çevresinde, H6 ve H10'un Konya (2012-2013) çevresinde en iyi adaptasyonu sağladığı belirlenmiştir. AMMI-Biplot'un merkezinde yer alan genotiplerin (H13, H14, H3, H4, H2 ve H11) tüm çevrelere adaptasyonu yüksek olmaktadır. Merkezde yer alan genotiplerin tümü, hatlardan oluşmuştur.

Çok değişkenli yöntemlerden üçüncüsü, GGE-Biplot analiz yöntemidir. Denememizde TV'nin G ana etkileri ve GÇE için oluşturulan GGE-Biplot grafiği Şekil 4.5'de verilmiştir. GGE-Biplot'un ilk iki ana bileşeni (sırasıyla PC 1 = % 40 ve PC 2 = % 33), toplam varyasyonun (G ana etkileri ile GÇE'nin birlikte kareler toplamı) % 73'ü açıklamıştır. Birden fazla çevre ve genotip ile yürütülen denemelerde GÇE'nin istatistiksel olarak önemli çıkması durumunda ilk iki ana bileşenin (PC 1 ve PC 2) toplam varyasyonun en az % 70'ini açıklaması beklenmektedir (Gauch, 1988).

Denemenin yürütüldüğü çevrelerin vektörel ilişkileri ele alındığında (Şekil 4.5) PA-Biplot'unda olduğu gibi Konya (2013-2014), Ankara (2012-2013) ve Eskişehir (2012-2013) çevreleri arasındaki benzerlik yüksek bulunmuştur. Fakat Ankara (2013-2014),

Eskişehir (2013-2014) ve Konya (2012-2013) arasındaki ilişkiler negatif yönde olup, PA-Biplot ve AMMI-Biplot ile benzerlik göstermektedir.

Her üç biplot yöntemiyle elde edilen çevrelerin vektörel büyüklükleri kıyaslandığında, GGE-Biplot vektörlerinin büyüklükleri ile AMMI-Biplot çevre vektörlerinin büyüklükleri birbirine benzer iken, PA-Biplot'in vektörleri farklılık arz etmektedir. Yan ve ark. (2000), çevre vektörlerinin büyüklükleri ile çevrelerin genotipleri ayırma yetenekleri arasında olumlu bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Örneğin Ankara (2013-2014) çevresi (Şekil 4.5) genotipleri verim potansiyellerine göre en güçlü ayırma yeteneğine sahip iken, Konya (2012-2013) ve Eskişehir (2012-2013) çevrelerinin genotipleri ayırma yetenekleri en düşük seviyede kalmıştır.

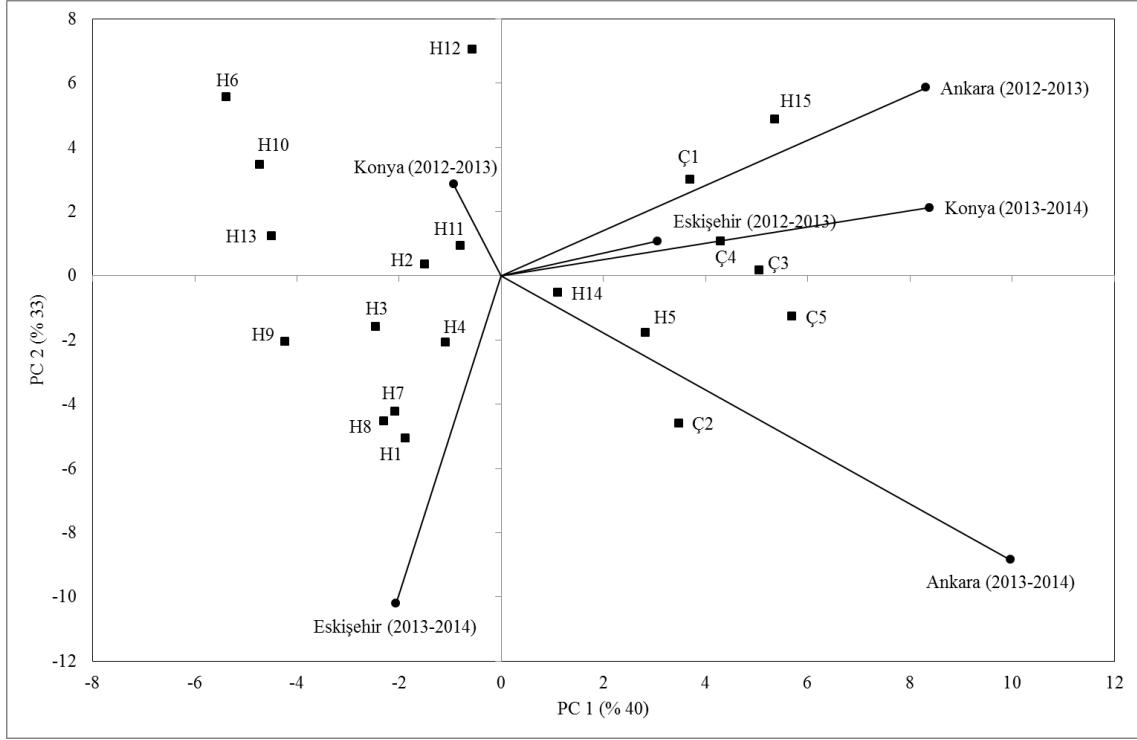
Genotiplerin özel adaptasyon yetenekleri incelendiğinde (Şekil 4.5) Ankara (2013-2014) çevresine Ç2, Ankara (2012-2013) çevresine H15 ve Ç1, Eskişehir (2012-2013) ile Konya (2013-2014) çevrelerine Ç4, Konya (2012-2013) çevresine H12 ve H6, Eskişehir (2013-2014) çevresine H1, H8 ve H7'nin en iyi adaptasyonu sağladığı belirlenmiştir. Genotipler içerisinde genel adaptasyon yeteneği en iyi genotipler biplotun merkezinde yer almaktadır. Bu genotipler ise H2, H11 ve H14'den oluşmaktadır.

Çevrelerin biplot üzerinde aynı veya farklı yönde yer almaları genotiplerin çapraz (çevreler üzerinden verim sıralaması değişen) veya çapraz olmayan (çevreler üzerinden verim sıralaması değişmeyen) etkileşimleriyle ilişkilidir (Yan, 2001). Örneğin PC 1'in pozitif kısmında (Şekil 4.5) 4 çevre yer alırken (Konya (2012-2013), Eskişehir (2012-2013), Ankara (2012-2013) ve Ankara (2013-2014)), PC 1'in negatif kısmında 2 çevre (Konya (2012-2013) ve Eskişehir (2013-2014)) yer almıştır. Çevrelerin biplot üzerinde farklı yönde yer alması, GÇE'nde çapraz etkileşimlerinin etkili olduğunu göstermektedir (Yan, 2001).

Genel olarak ifade etmek gerekirse, GGE-Biplot'u oluşturan ilk ana eksenin (PC 1) pozitif kısmında yer alan genotiplerin tane verimleri genel ortalamanın üzerinde, ilk ana eksenin (PC 1) negatif kısmında yer alan genotiplerin ise tane verimleri genel ortalamanın altındadır (Yan, 2001). Buna göre H15, Ç1, Ç4, Ç3, Ç5, Ç2, H5 ve H14'ün TV, genel ortalamanın (251 kg/da) üstünde olup performansları yüksek iken (Çizelge 4.2) diğer genotiplerin (H7 hariç) TV, genel ortalamanın altında olup, performansları da düşüktür.

Genel anlamda, GGE-Biplot'u oluşturan ikinci ana eksen (PC 2), genotiplerin stabiliteğini göstermektedir (Yan, 2001). Stabil genotiplerin mutlak PC 2 değerleri sıfıra yakın olmaktadır. Buna mukabil stabil olmayan genotiplerin PC 2 değerleri yüksek olduğundan biplotun orijininden uzakta yer almaktadır. Bu tanıma göre genotiplerden H14,

Ç3, Ç4, Ç5 ve H5 yüksek verimli ve stabil, H15, Ç1 ve Ç2 yüksek verimli ve stabil olmayan, H11, H2, H13 ve H 3 düşük verimli ve stabil, H12, H6, H10, H8 ve H1 ise düşük verimli ve stabil olmayan şeklinde belirlenmiştir.



Şekil 4.5. Tane veriminin GGE-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit)

Denememizde 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeklik buğday genotipinin TV yönüyle stabilitelerini belirlemek için kullanılan tüm stabilite yöntemlerinin (TV + 8 parametrik + 8 parametrik olmayan + 3 çok değişkenli) ve seçilmiş genotiplerin özeti Çizelge 4.5'de verilmiştir. Genotipler içerisinde H14, 14 stabilite parametresine göre stabil ve yüksek verimli, Ç4 ise 12 stabilite parametresine göre stabil ve yüksek verimli olarak tespit edilmiştir. Diğer taraftan H13, 10 stabilite parametresine göre stabil bulunmasına rağmen TV tüm genotipler içerisinde en düşük olmuştur. Bu genotipleri sırasıyla Ç5 ve Ç1 izlemiştir. 9 stabilite parametresine göre Ç5 ve Ç1, hem stabil ve hem de yüksek verimli olarak kaydedilmiştir. Genotipler içerisinde H14, Ç4, Ç5 ve Ç1, hem stabil ve hem de yüksek verimli olmasından dolayı dinamik stabil tipine girmişlerdir. H13'ün stabil olmasına rağmen TV'nin genel ortalamasının altında kalması, bu genotipin statik stabil tipine girmesine neden olmuştur. Statik stabil bir genotipin TV düşük olmasına rağmen, iyileşen çevre şartlarına tepkileri zayıf olacağından dolayı çiftçiler

tarafından genelde tercih edilmemektedir. Buna mukabil dinamik stabil bir genotipin, iyi çevre şartlarına ve agronomik uygulamalara tepkileri de yüksek olmaktadır (Kang, 1994).

Çizelge 4.5. Tane verimi için tüm stabilite yöntemlerinin ve seçilmiş genotiplerin değerlendirilmesi

Stabilite Yöntemleri	Seçilen Genotipler	Stabilite Tipi
-Tane verimi (TV)	Ç1, Ç2, Ç3, Ç4, Ç5 ve H15 (Yüksek TV)	Dinamik (D)
Parametrik Yöntemler		
-Çevre varyansı (S_{xi}^2) (Roemer, 1917)	H2, H13, H9, H8 ve H4 (Düşük TV)	Statik (S)
-Regresyon katsayısı (b_i) ve Regresyondan sapm. (S_{di}^2) (Eberhart ve Russell, 1966)	Ç5, Ç3, Ç1, H14 ve H7 (Yüksek TV)	D
-Belirtme katsayısı (r_i^2) (Pinthus, 1973)	H5 ve H14 (Yüksek TV) H13, H3 ve H2 (Düşük TV)	S + D
-Stabilite varyansı (σ_i^2) ve (Shukla, 1972)	H13 ve H3 (Düşük TV) H14 (Yüksek TV)	S + D
Ekovalans (W_i^2) (Wrickle, 1962)		
-Varyasyon katsayısı (CV_i) (Francis ve Kannenberg, 1978)	Ç2 ve Ç4 (Yüksek TV) H2, H8 ve H4 (Düşük TV)	S + D
-Üstünlük ölçütü (P_i) (Lin ve Binns, 1988)	Ç5, Ç3, Ç4, Ç1, Ç2, H5, H15 ve H14 (Yüksek TV)	D
Parametrik Olmayan Yöntemler		
$-S_i^{(1)}, S_i^{(2)}, S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$ (Huehn, 1979)	H13, H3 ve H10 (Düşük TV) Ç4 ve H14 (Yüksek TV)	S + D
-Sıra-Toplam (RS) (Kang, 1988)	Ç5, Ç3, Ç4, H14 ve Ç1 (Yüksek TV)	D
-En üst sıra (TOP) (Fox ve ark., 1990)	Ç5, Ç3, Ç1, Ç2 ve H1 (Yüksek TV)	D
-Sıra ortalaması (RM) ve Sıranın standart sapması (SDR) (Ketata, 1988)	Ç5 (Yüksek TV)	D
Çok Değişkenli Yöntemler		
-PA-CA (Alagarswamy ve Chandra, 1998)	Ç1, H15, Ç3, Ç5 ve Ç4 (Yüksek TV)	D
-PA-Biplot (Alagarswamy ve Chandra, 1998)	-(H2, H14, H5, H4 ve H11) Genel adaptasyon -(Ç5, Ç3, Ç4, Ç1 ve H15) Özel adaptasyon	S D
-AMMI-Biplot (Gauch ve Zobel, 1996)	-(H13, H14, H3, H4, H2 ve H11) Genel adaptasyon -(H15, Ç4 ve Ç1) Özel adaptasyon	S D
-GGE-Biplot (Yan ve ark., 2000)	-(H2, H11 ve H14) Genel adaptasyon -(Ç2, Ç1, Ç4 ve H15) Özel adaptasyon -(H14, Ç3, Ç4, Ç5 ve H5) Yüksek TV ve stabil	S D D

Stabilite yöntemlerinin genotipleri statik veya dinamik stabilite tipine göre ayırma yetenekleri farklı olabilmektedir (Çizelge 4.5). Deneme bulgularımız, stabilite analizlerinde kullandığımız yöntemlerden TV, regresyon katsayısı (b_i), regresyondan sapmalar kareler ortalaması (S_{di}^2) (Eberhart ve Russell, 1966), üstünlük ölçütü (P_i) (Lin ve

Binns, 1988), sıra-toplam (RS) (Kang, 1988), en üst sıra (TOP) (Fox ve ark., 1990), sıra ortalaması (RM) ve sıranın standart sapması (SDR) (Ketata, 1988) yöntemlerinin dinamik stabil genotiplerin belirlenmesinde kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Ayrıca statik stabil genotiplerin belirlenmesinde denemede kullandığımız yöntemlerden sadece birinin (çevre varyansı (S_{xi}^2) (Roemer, 1917)) uygun olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Diğer taraftan, geriye kalan yöntemlerin hem dinamik ve hem de statik stabil genotiplerin belirlenmesinde kullanılabileceği tespit edilmiştir. Becker ve Leon (1988) denememizde kullandığımız bazı stabilite parametrelerinin hem statik ve hem de dinamik genotiplerin belirlenmesine uygun olabileceğini bildirmişlerdir. Dinamik ve statik stabil genotiplerin ayrılmasında en etkili yöntemler hiç kuşkusuz çok değişkenli yöntemlerdir. Çünkü bu yöntemlerde genotipler stabilite, TV, özel veya genel adaptasyon yeteneklerine göre sınıflandırılmaktadır. Dolayısıyla çok değişkenli yöntemlerle yapılan görsel değerlendirmeler parametrik ve parametrik olmayan klasik stabilite yöntemlerine göre avantajlar sağlamaktadır. Çizelge 4.5’de görüldüğü gibi çok değişkenli yöntemlerle özel veya genel adaptasyon yeteneği üstün olan genotipler dinamik veya statik stabilite tiplerine göre kolayca belirlenebilmektedir.

4.1.6. Tane Verimiyle İlgili Sonuçların Değerlendirilmesi

Denememizin TV ortalaması (251 kg/da), Ülkemizin son on yıllık (2004-2013 yılları arası) buğday verim ortalamasından (244 kg/da) (Çizelge 1.1) daha yüksek olmuştur. En yüksek TV’ne sahip ilk 6 genotipten 5 tanesini çeşitler oluşturmuştur. Diğer taraftan denemede kullandığımız 15 hattan sadece 1 tanesinin (H15) TV, çeşitlerle rekabet edebilecek düzeyde olduğu belirlenmiştir. Bu durum beklentilerimizle uyuşmaktadır. Zira denemede kullandığımız hatların geliştirilmesi ve seleksiyon sürecinde kalite kriterleri öncelikli sırada yer almıştır. Dolayısıyla hatların TV değerlerinin düşük olması beklenen bir durumdur.

GÇE, TV’nin en önemli konularından birisidir. Çünkü bir genotipin TV, çevrelere göre nisbi olarak değişmekte yani her bir çevrede farklı olabilmektedir. Bu durumda bir genotipin çevreler (yıllar ve/veya lokasyonlar) üzerinden performansının ölçülmesi ve stabilitesinin belirlenmesi mecburi haline gelmektedir (Bernardo, 2002).

Denememizde TV’nin stabilitesini belirlemek için 20 stabilite yöntemi kullanılmıştır. Söz konusu yöntemlerden 14 tanesine göre H14, en stabil ve yüksek TV’ne sahip genotip olarak belirlenmiştir. H14’ün melezini OVERLEY*3/AMADINA oluşturmaktadır (Çizelge 3.3). OVERLEY, ABD Kansas Eyalet Üniversitesi tarafından geliştirilmiş,

ekmeklik kalitesi yüksek, sarı ve kahverengi pasa orta dayanıklı, dane verimi ve adaptasyon kabiliyeti yüksek kışlık bir çeşittir (Fritz ve ark., 2004). AMADINA ise CIMMYT-Meksika tarafından geliştirilmiş sarı ve kahverengi pasa dayanıklı, aynı zamanda 1B/1R çavdar translokasyonu (Veery-10) taşıyan dolayısıyla geniş adaptasyon yeteneği yüksek, yazlık bir çeşittir (<https://www.wheatpedigree.net>). Netice itibariyle H14'ün melezini oluşturan ebeveynlerin üstün özellikleri sayesinde adaptasyon yeteneği, stabilitesi ve TV yüksek bir genotipin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bu durumu, deneme bulgularımız ile doğrulamaktadır.

Denemede kullandığımız çeşitlerden Ç4 kodlu Müfitbey çeşidi, 12 stabilitesi parametresine ve yüksek TV performansına göre ön plana çıkan ikinci genotip olmuştur. Müfitbey, Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilen ve Orta Anadolu Bölgesi'nin yağmura bağlı şartları için 2006 yılında tescil ettirilen, kışlık, kırmızı daneli bir çeşittir. Müfitbey'in pedigrisi incelendiğinde Bezostaya-1 çeşidinden genler taşıdığı tespit edilmiştir (<https://www.wheatpedigree.net>).

Yüksek stabilite ve TV'ne sahip genotipler arasına Gerek-79 (Ç1) ve Bayraktar-2000 (Ç5) çeşitlerinin de dahil edilmesi gerekmektedir. Gerek-79 çeşidi, Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilen ve OAB'nin yağmura bağlı şartları için 1979 yılında tescil ettirilen, kışlık, beyaz yumuşak daneli bir çeşittir. Gerek-79, son 35 yılda Orta Anadolu Bölgesi'ne erkenciliği, yüksek verim potansiyeli ve stabilitesi dolayısıyla damgasını vuran bir çeşit olmuştur. Bu özelliklerini melezinde taşıdığı Mentana, Melez-13, 4-11, Yayla-305 ve bazı yerel buğday populasyonlarından gelen çok hatlı (Kızıldil ve Akdil) genotiplere borçludur. Fakat ekmek yapım kalitesinin düşük ve pek çok hastalıklara hassas olmasından dolayı, son yıllarda yeni geliştirilen çeşitlerle rekabet edemez duruma gelmiştir. Bayraktar-2000, Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilen ve OAB'nin yağmura bağlı şartları için 2000 yılında tescil ettirilen kışlık beyaz daneli bir çeşittir. Bayraktar-2000'nin pedigrisinde ABD Oklahoma Eyalet Üniversitesi tarafından geliştirilen erkenci, kışlık ve kırmızı daneli Chisholm ile Gerek-79 çeşitleri mevcuttur.

Stabilitesi en yüksek genotipler arasında yer alan H13'ün durumu oldukça ilginçtir. Çünkü bu genotip, 10 stabilite parametresine göre yüksek stabiliteye sahip olmasına rağmen TV genel ortalamasının altında kalmıştır. Kang (1994) bu tip statik stabil genotiplerin buğday üreticileri tarafından tercih edilmeyeceğini, sebebinin ise TV potansiyelinin istikrarlı olmasına rağmen düşük olacağını ifade etmiştir. Diğer taraftan H13'ün pedigrisine bakıldığında (Çizelge 3.3), İran'dan Karaj, Rusya'dan Kavkaz,

ABD'den Bluebird, CIMMYT-Meksika'dan Pitic-62, INIA-66 ve Bagula, Çin'den ise Chuan-MAI-18 çeşitlerinden oluştuğu görülmektedir (Sud ve ark., 2005). Yazlık ve kışlık çeşitlerin melezlenmesiyle geliştirilen H13'ün stabilitesi yüksek olmasına rağmen, OAB kurak şartlarına adaptasyonun yetersiz kaldığı anlaşılmıştır.

Denemede genotiplerin TV yönüyle stabilitelerini belirlemek için kullandığımız 20 parametreden 8 tanesinin dinamik stabil, 11 tanesinin hem stabil ve hem de dinamik stabil, 1 tanesinin ise sadece statik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olduğu ortaya konmuştur. Fakat TV stabilitesi, statik stabil olan genotiplerin buğday yetiştiricisi tarafından tercih edilmeyeceği bilinmektedir (Kang, 1994). Dolayısıyla parametrik yöntemlerden olan çevre varyansının (S_{xi}^2) denememizde kullandığımız 20 genotipin TV stabilitesinin belirlenmesine uygun olmadığı tespit edilmiştir. Becker ve Leon (1988) S_{xi}^2 'nin dinamik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olmadığını bildirmişlerdir. Flores ve ark. (1998) bezelye ve baklada yaptıkları stabilite analizlerinde, Becker ve Leon (1988)'nin bulgularıyla paralel sonuçlar elde etmişlerdir.

Stabilite parametreleri içerisinde hiç kuşkusuz en karmaşık olanları, statik ve dinamik stabil genotipleri aynı anda belirleyen yöntemlerdir. Çok değişkenli yöntemleri hariç tutarsak, parametrik ve/veya parametrik olmayan yöntemler içerisinde yer alan hem statik ve hem de dinamik stabil genotipleri aynı anda belirleyen yöntemlerin yorumlanması oldukça zordur. Aslında bu tip yöntemlerin karmaşık yapısı, yöntemlerin geliştirilme süreçleriyle (teorik prensipleriyle) ilişkilidir. Yöntemlerin teorik temellerinden ziyade bizi ilgilendiren kısmı pratiğe bakan yönleridir. Fakat bu yöntemlerin pratikte kolay kullanılabilme ve yorumlanabilme ihtimalleri de düşüktür. Hal böyle olunca, TV açısından genotiplerin stabilitelerinin belirlenmesinde, bu yöntemlerin neden tercih edileceğine dair tahmin edici gerekçeler henüz oluşmamıştır. Bunun en önemli nedenlerinden birisi, kullandığımız yöntemler içerisinde 8 tanesinin dinamik stabil genotiplerin tespit edilmesine uygun olmalarıdır. Çünkü karmaşık stabilite yöntemlerini kullanmak yerine kolay yorumlanabilecek dinamik stabilite yöntemlerinin tercih edilmesi, söz konusu karmaşık yöntemleri anlamamıza yardımcı olacaktır.

Stabilite analizlerinde kullanılan yöntemlerden TV ortalaması, regresyon katsayısı (b_i), regresyondan sapmalar kareler ortalaması (S_{di}^2) (Eberhart ve Russell, 1966), üstünlük ölçütü (P_i) (Lin ve Binns, 1988), sıra-toplam (RS) (Kang, 1988), en üst sıra (TOP) (Fox ve ark., 1990), sıra ortalaması (RM) ve sıranın standart sapması (SDR) (Ketata, 1988) yöntemlerinin dinamik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olduğu ortaya konmuştur.

Flores ve ark. (1998) bakla (*V. faba* L.) ve bezelyede (*P. sativum* L.), Doğan ve Ayçiçek (2001) ekmeklik buğdayda (*T. aestivum* L.), Mohebodini ve ark. (2006) mercimekte (*L. culinaris* Medik), Taiwo (2007), börülcede (*V. unguiculata* [L.] Walp), Yongjian ve ark. (2011) mısırdada (*Z. mays* L.) ve Karimizadeh ve ark. (2012b) makarnalık buğdayda (*T. durum* L.) yürüttükleri stabilite çalışmalarında bizim sonuçlarımıza benzer bulgular elde etmişlerdir.

Parametrik ve parametrik olmayan stabilite yöntemlerine göre çok değişkenli yöntemler, teorik olarak daha karmaşık olmalarına rağmen, şekilselliklerinden dolayı yorumlanmaları daha kolay olup, daha fazla bilgi üretmektedirler. Denemede kullandığımız 3 çok değişkenli yöntem, genotipleri statik ve dinamik stabil şekilde iki gruba ayırmıştır. Genel olarak ifade etmek gerekirse statik stabil olduğu belirlenen genotiplerin genel adaptasyon yetenekleri yüksek olmaktadır (Kang, 1994). Fakat bu tip genotiplerin TV performansları çoğunlukla düşük olmaktadır. Diğer yandan özel adaptasyon yeteneği üstün olan genotiplerin genelde TV yüksek olmaktadır. Çünkü geniş adaptasyonu sağlayan genler ile yüksek TV'ni sağlayan genler çoğunlukla bir genotipte toplanamamaktadır. Dolayısıyla ıslah stratejisi olarak çevrelerin birbirine benzer alt çevre gruplarına ayrılması ve özel adaptasyon çevrelerinin oluşturulması tavsiye edilmektedir (Bernardo, 2002).

Denemede kullandığımız her 3 çok değişkenli metodun, özel ve genel adaptasyon yeteneğine sahip genotiplerin belirlenmesine uygun olduğu ortaya konmuştur. Yan ve ark. (2000) Kanada'da, Kaya ve ark. (2006) OAB'nde ekmeklik buğday genotiplerinin adaptasyon düzeylerini belirlemek için yürüttükleri çalışmalarda, genotiplerin özel ve genel adaptasyon yetenekleri ile çevrelerin ilişkilendirilmesinde GGE-Biplot yönteminin uygun olduğunu belirlemişlerdir.

Çok değişkenli yöntemlerden birisi olan PA-CA ve PA-Biplot yöntemi, aynen AMMI-Biplot yönteminde olduğu gibi genotiplerin özel ve genel adaptasyon yeteneklerinin belirlenmesine uygun bulunmuştur. Mohammadi ve ark. (2009) İran'da makarnalık buğday, Yüksel ve Akçura (2012) OAB'nde arpa genotipleri üzerinde yürüttükleri adaptasyon çalışmalarında, PA-CA ve PA-Biplot yöntemini kullanmışlar ve genotiplerin genel ve özel adaptasyon yeteneklerini görsel olarak (biplot grafiği ve kümeleme dendrogramlarıyla) belirlemişlerdir.

Araştırma bulgularımıza göre denemede kullandığımız çok değişkenli yöntemlerden PA-CA, PA-Biplot ve GGE-Biplot tekniğinin bulguları, yüksek oranda birbiriyle uyum göstermektedir. Fakat AMMI-Biplot tekniğinden elde edilen bulguların diğer çok

değişkenli yöntemlerle elde edilen bulgularla uyumu, beklenen düzeyde olmamıştır. Bunun temel nedeni, yöntemler arası teorik yaklaşımlardan kaynaklanmaktadır (Yan ve Kang 2003). Her ne kadar AMMI-Biplot yöntemi, diğer yöntemlerden kısmi olarak farklı görülsede, yinede yöntemler arası benzerlikler mevcuttur. Zobel ve ark. (1988) AMMI-Biplot yöntemini bitki ıslahında uygulayan ilk bilim adamları olmuşlardır. Soya genotiplerinin adaptasyonunu AMMI-Biplot tekniğini kullanarak belirlemişlerdir. Ülkemizde AMMI-Biplot tekniği, ilk olarak Kaya ve ark. (2002) tarafından OAB için geliştirilen ekmeçlik buğday genotiplerinin özel ve genel adaptasyonlarının belirlenmesinde kullanılmıştır.

Sonuç itibarıyla 20 ekmeçlik buğday genotipinin TV yönüyle stabiliteğini belirlemek için kullandığımız 20 stabilite parametresinden sadece 8 tanesinin dinamik stabil genotipler belirlenmesine uygun olduğu ortaya konmuştur. Gelecekte yapılacak çalışmalarda 8 yöntemden (parametrik, parametrik olmayan ve çok değişkenli) herhangi birisi veya birkaçının stabilite analizlerinde kullanılması tavsiye edilebilir. Fakat parametrik olmayan yöntemler herhangi bir istatistikî kuralı sağlama (varyans analizi varsayımları) zorunluluğu olmadığından (Huehn, 1996) ve/veya çok değişkenli yöntemlerin görsel olmasından dolayı bazı avantajlar sağladığı unutulmamalıdır.

4.2. Protein Oranı

4.2.1. Varyans Analizi

Deneme, 2012-2013 ve 2013-2014 yetiştirme sezonlarında OAB'nin 3 ilinde (Konya, Eskişehir ve Ankara) 20 ekmeçlik buğday genotipi (5 çeşit + 15 hat) kullanılarak yürütülmüştür. Denemede kullanılan genotipler için protein oranı (PO) için birleştirilmiş varyans analizi yapılarak Genotip (G), Yıl (Y) ve Lokasyon (L) ana etkileri ile Genotip x Yıl Etkileşimi (GYE), Genotip x Lokasyon Etkileşimi (GLE) ve Genotip x Yıl x Lokasyon Etkileşimi (GYLE)'nin istatistiksel olarak önemlilik düzeyleri belirlenmiştir (Çizelge 4.6).

Birleştirilmiş varyans analizi sonuçlarına göre Y ana etkisi ile Yıl x Lokasyon Etkileşimi (YLE), GYE ve GYLE $P < 0.01$ düzeyinde, L ve G ana etkileri ile GLE $P < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Y, L ve G ana etkileri ile bunların birbirleriyle olan etkileşimlerinin önemli çıkması, genotipler stabiliteğini belirlemek için PO değerlerine stabilite analiz yöntemlerinin uygulanabileceğini göstermiştir. Ayrıca denemeye ait CV değerinin % 2.79 ve R^2 değerinin 0.97 çıkması, denemeye ait hata varyansının kabul edilebilir düzeyde olduğunu göstermektedir (Gomez ve Gomez, 1984; Bowley, 1999).

Varyasyon kaynakları içerisinde PO üzerine en fazla etki eden unsurlar Y (% 29) ve L (% 37) ana etkileri olmuş, fakat YLE'nin etkisi (% 1) oldukça düşük kalmıştır (Çizelge 4.6). Y, L ve YLE birlikte Çevre (Ç) etkisini oluşturmuş ve Ç'nin tüm varyasyon içindeki payı % 67 civarında belirlenmiştir. G ana etkisinin (% 8) toplam varyanstaki payı, Y ve L ana etki paylarının yaklaşık 1/4'ü kadar olmuştur. GYE, GLE ve GYLE birlikte Genotip x Çevre Etkileşimi (GÇE)'ni oluşturmuş ve GÇE'nin toplam varyasyondaki payı % 22 civarında olmuştur.

Çizelge 4.6. Protein oranının genotip, yıl ve lokasyon üzerinden birleştirilmiş varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F	% ^a
Genotip, Yıl ve Lokasyon Etkileşimi					
Yıl (Y)	1	201.21	201.21	1508.08**	29
Lokasyon (L)	2	251.12	125.56	24.84*	37
Y x L Etkileşimi (YLE)	2	10.11	5.06	37.89**	1
Tekerrür (Y x L)	6	5.32			1
Genotip (G)	19	55.56	2.92	2.11*	8
G x Y Etkileşimi (GYE)	19	26.31	1.38	10.38**	4
G x L Etkileşimi (GLE)	38	76.21	2.01	1.69*	11
G x Y x L Etkileşimi (GYLE)	38	45.22	1.19	8.92**	7
Hata	114	15.21	0.13		2
Genel	239	686.27			100
Genotip ve Çevre Etkileşimi					
Çevre (Ç)	5	462.44	92.49	104.31**	67 ^b
Tekerrür (Ç)	6	5.32	0.89		1
Genotip (G)	19	55.56	2.92	1.88*	8 ^c
G x Ç Etkileşimi (GÇE)	95	147.74	1.56	11.66**	22 ^d
Hata	114	15.21	0.13		2
Genel	239	686.27			100
CV (%) = 2.79	R ² = 0.97	Deneme Ortalaması = 13.1 (%)			

*,** sırasıyla P<0.05 ve P<0.01 seviyesinde önemli; ^a Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması (varyans payı), ^b Çevre varyansı (Yıl + Lokasyon + Y x L Etkileşimine ait varyans paylarının toplamı), ^c Genotip varyansı, ^d Genotip x Çevre Etkileşimi varyansı (G x Y + G x L + G x Y x L Etkileşimlerine ait varyans paylarının toplamı)

Birden fazla çevrede yürütülen denemelerde, Ç ana etkisinin toplam varyasyondaki payı % 80-90 arasında değişirken, GÇE'nin payı, G ana etkisinin payından çoğunlukla daha yüksektir (Romagosa ve Fox, 1993). Genel olarak G, Ç ve GÇE'nin toplam

varyasyondaki payları sırasıyla % 10, % 70 ve % 20 şeklinde bildirilmiştir (Gauch ve Zobel, 1996).

Denemede PO için tespit edilen G, Ç ve GÇE'nin toplam varyasyondaki payları (sırasıyla % 8, % 67 ve % 22) Romagosa ve Fox (1993) ve Gauch ve Zobel (1996) tarafından bildirilen varyasyon paylarıyla benzerlik göstermektedir. Peterson ve ark. (1992) ekmeçlik buğdayda PO için Ç ana etkisinin payını, hem G ana etkisi ve hem de GÇE payından daha yüksek bularak deneme bulgularımızı desteklemişlerdir. Sonuç olarak PO üzerine Ç, daha fazla etki etmesine rağmen Ç'nin etkisi kalıtsal değildir.

4.2.2. Ortalamaların Karşılaştırılması

Denemede PO ortalaması, % 13.1 olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.7). Anılan PO ortalaması, 'Toprak Mahsulleri Ofisi Hububat Alım ve Satış Esaslarına İlişkin Uygulama Yönetmeliği'nin buğday alım kriterlerinde belirtilen en yüksek protein oranının (% 11.6) üzerinde yer almaktadır (<https://www.tmo.gov.tr>). Bu durum, denememizde kullandığımız genotiplerden bazılarının yüksek PO potansiyeline sahip olduğu göstermektedir.

Y, L, G ve bunların birbirleriyle olan etkileşimlerine ait PO değerleri Çizelge 4.7'de verilmiştir. Denemenin yürütüldüğü iki yıl (2012-2013 ve 2013-2014 yetiştirme sezonları) ve üç lokasyon (Konya, Eskişehir ve Ankara) karşılaştırıldığında; ikinci yılda (% 14.2) birinci yıldan (% 11.6) % 2.6 daha yüksek PO elde edilirken, lokasyonlar kendi aralarında kıyaslandığında en yüksek Eskişehir (% 13.6) lokasyonundan, en düşük ise Ankara (% 11.9) lokasyonundan alınmıştır. YLE'ne ait PO değerleri incelendiğinde, her iki yılda en düşük Ankara lokasyonundan (sırasıyla % 10.7 ve 13.2), buna mukabil en yüksek birinci yılda Eskişehir lokasyonundan (% 12.6), ikinci yılda ise Konya lokasyonundan (% 14.8) alınmıştır.

Denemede yer alan genotipler yıl ve lokasyon üzerinden PO değerleriyle kıyaslandığında en yüksek ilk 5 genotip sırasıyla H9, H4, H3, H7 ve H2 olurken, en düşük ilk 5 genotip sırasıyla H8, Ç5, Ç1, H5 ve H1 olmuştur (Çizelge 4.7). En yüksek PO'na sahip genotipler içerisinde herhangi bir çeşit yer almaz iken, PO en düşük ve en yüksek genotipler içerisinde hatların yer alması, denemede kullandığımız genotipler arasında PO özelliği yönüyle genetik bir varyasyonun olduğunu göstermektedir.

Genotiplerin denemenin yürütüldüğü yıllarla olan etkileşimi (GYE) incelendiğinde (Çizelge 4.7), en yüksek PO birinci yılda (2012-2013 yetiştirme sezonu) sırasıyla Ç4, H9, H4, H3 ve H14'ten; ikinci yılda (2013-2014 yetiştirme sezonu) sırasıyla H12, H6, H9, H4,

H13 ve H11'den; en düşük PO birinci yılda sırasıyla Ç1, H12, Ç3, H11 ve H13'ten; ikinci yılda ise sırasıyla H8, H14, Ç5, H10 ve H1'den elde edilmiştir.

Çizelge 4.7. Protein oranının genotip, yıl ve lokasyon ile bunların etkileşimlerine ait ortalamaları

Genotip	2012-2013				2013-2014				İki Yıl Ort.			
	K [†]	E	A	Ort.	K	E	A	Ort.	K	E	A	Gen. Ort.
Ç1	10.6	10.2	9.8	10.1	13.5	14.8	12.3	13.5	12.1	12.5	11.1	12.0
Ç2	12.0	13.1	10.7	12.0	15.5	14.5	13.2	14.4	13.8	13.8	12.0	13.6
Ç3	9.4	11.5	9.8	10.2	15.2	16.2	13.8	15.1	12.3	13.9	11.8	13.4
Ç4	12.6	14.9	11.7	13.2	15.6	14.2	11.8	13.9	14.1	14.6	11.8	13.6
Ç5	11.2	12.6	10.2	11.2	14.2	11.8	12.0	12.7	12.7	12.2	11.1	12.0
H1	12.1	10.9	9.9	10.9	13.2	14.9	11.5	13.2	12.7	12.9	10.7	12.3
H2	11.9	13.2	10.5	12.0	15.8	14.9	13.5	14.7	13.9	14.1	12.0	13.7
H3	12.5	14.6	11.4	13.0	15.4	15.9	13.6	15.0	14.0	15.3	12.5	14.2
H4	12.1	14.9	11.8	13.0	16.1	15.8	13.8	15.2	14.1	15.4	12.8	14.3
H5	12.8	11.3	9.9	11.2	12.1	15.0	13.8	13.6	12.5	13.2	11.9	12.2
H6	11.1	10.2	12.2	11.0	14.6	16.1	15.4	15.4	12.9	13.2	13.8	13.6
H7	12.2	13.4	10.4	12.0	14.0	15.6	14.5	14.7	13.1	14.5	12.5	13.7
H8	10.2	13.5	12.3	12.0	12.3	11.2	10.2	11.2	11.3	12.4	11.3	11.6
H9	12.9	14.5	11.2	13.0	16.2	15.2	14.9	15.4	14.6	14.9	13.1	14.5
H10	12.9	11.2	11.8	12.0	14.8	11.5	12.4	12.9	13.9	11.4	12.1	12.6
H11	10.1	11.8	9.2	10.2	15.9	15.4	14.2	15.2	13.0	13.6	11.7	13.2
H12	10.5	10.8	9.5	10.1	14.8	16.5	15.4	15.6	12.7	13.7	12.5	13.6
H13	9.7	12.1	10.8	10.7	16.0	15.4	14.2	15.2	12.9	13.8	12.5	13.2
H14	12.7	14.7	11.2	13.0	14.1	12.9	10.1	12.4	13.4	13.8	10.7	12.5
H15	11.9	13.1	9.9	11.6	15.9	14.8	12.4	14.4	13.9	14.0	11.2	13.1
Ort.	11.6	12.6	10.7	11.6	14.8	14.6	13.2	14.2	13.2	13.6	11.9	13.1

Y LSD_(0.05) = 1.1 (%), L LSD_(0.05) = 0.9 (%), YLE LSD_(0.05) = 0.9 (%), G LSD_(0.05) = 1.4 (%), GYE LSD_(0.05) = 2.1 (%), GLE LSD_(0.05) = 1.9 (%), GYLE LSD_(0.05) = 2.5 (%)

[†] K, Konya; E, Eskişehir; A, Ankara

Genotiplerin lokasyonlarla olan etkileşimi (GLE) ele alındığında (Çizelge 4.7), en yüksek PO Eskişehir lokasyonundan sırasıyla H4, H3 ve H9'dan, en düşük ise Ankara lokasyonundan sırasıyla H1, H14, Ç5, Ç1 ve H15'ten elde edildiği görülmüştür. Lokasyonlara göre genotiplerin PO sıralamalarının değişmesi yani yüksek PO'na sahip genotipler ile düşük PO'na sahip genotiplerin lokasyonlara göre farklılık göstermesini Baker (1988), çapraz etkileşim olarak ifade etmiş ve bu tip etkileşimin PO yüksek genotiplerin geliştirilme sürecini zorlaştırdığını bildirmiştir. Çünkü bu tip genotiplerin PO değerleri lokasyondan lokasyona farklılık göstermektedir. Bu tip genotiplerin genel adaptasyon yetenekleri düşük iken özel adaptasyon yetenekleri yüksek olmaktadır.

Denememizde yer alan 3 faktöre (G, Y ve L) ait etkileşimin (GYLE) PO değerlerine yakından bakıldığında (Çizelge 4.7), en düşük PO'nun birinci yılda (2012-2013 yetiştirme sezonu) Konya ve Ankara lokasyonlarından sırasıyla H11, Ç3, H12 ve H13'ten; en yüksek PO'nun ikinci yılında Konya ve Eskişehir lokasyonlarından sırasıyla H12, H9, Ç3, H6 ve H4'ten alındığı belirlenmiştir.

4.2.3. Parametrik Stabilite Yöntemleri

Denemede 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeclik buğday genotipinin PO yönüyle stabilitelelerini belirlemek için 8 parametrik stabilite yöntemi kullanılmıştır (Çizelge 4.8). İlk sırada yer alan çevre varyansı (S_{xi}^2) Roemer (1917) tarafından önerilmiştir. S_{xi}^2 değerleri, sıfıra yakın olan genotipler stabil olarak kabul edilmektedir (Lin ve ark., 1986; Becker ve Leon, 1988). S_{xi}^2 değeri en düşük genotipler sırasıyla H10, H8, Ç5, Ç4 ve Ç2 olurken, S_{xi}^2 değeri en yüksek genotipler ise sırasıyla H12, Ç3, H11, H13 ve H6 olmuştur. Genotipler içerisinde 3 çeşit ve 2 hattın stabilite seviyeleri en yüksek olurken 1 çeşit ve 4 hattın stabilite seviyeleri ise en düşük olmuştur.

Eberhart ve Russell (1966) doğrusal regresyon katsayısının (b_i) ve regresyondan sapmalar kareler ortalamasının (S_{di}^2) stabilite parametresi olarak kullanılabileceğini; stabil bir genotipin b_i değerinin 1 civarında, PO'nun genel ortalamasının üstünde ve S_{di}^2 değerinin ise sıfıra yakın olması gerektiğini bildirmişlerdir. Eberhart ve Russell (1966)'ın 3 stabilite kriteri göre en stabil genotipler sırasıyla H9, H4, H3, H2, H7 ve Ç2 olarak belirlenmiştir. (Çizelge 4.8) En stabil 6 genotipten 5 tanesinin hatlardan oluşması, çeşit geliştirme sürecinde yüksek PO değeri ve stabilitesinin dikkate alındığını göstermektedir. Diğer taraftan bazı genotiplerin b_i değerleri, 1'den çok yüksek (H11, Ç3 ve H12 için $b_i > 1.6$) ya da 1'den çok düşük (H8, H10 ve H14 için $b_i < 0.4$) olarak belirlenmiştir. Finlay ve Wilkinson (1963) arpada, Sakin ve ark. (2011b) makarnalık buğdayda yaptıkları çalışmalarda bazı genotiplerin b_i değerlerini 1'den çok yüksek ve/veya çok düşük bulmuşlardır. Finlay ve Wilkinson (1963)'a göre b_i değeri sıfıra yakın genotipler, kötü çevrelerde yüksek PO verirken, b_i değeri 1'den yüksek olan genotipler, iyi çevrelerde yüksek PO vermektedir. Aynı zamanda b_i değeri sıfıra yakın genotiplerin stabiliteleleri ortalamasının üstünde, b_i değeri 1'den yüksek olan genotiplerin stabiliteleleri ortalamasının altındadır (Finlay ve Wilkinson, 1963).

Pinthus (1973), belirtme katsayısının (r_i^2) bir stabilite parametresi olarak kullanılabileceğini bildirmiştir. r_i^2 değeri 1'e yakın olan genotipler stabil olarak kabul

edilmektedir (Pinthus, 1973). r_i^2 değeri en yüksek (1'e yakın) genotipler sırasıyla H2, Ç2, H11, Ç3 ve H15 olurken, en düşük genotipler (r_i^2 değeri sıfıra yakın) ise sırasıyla H8, H14, H10, H5 ve Ç4 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Protein oranı için parametrik stabilite yöntemleri

Genotip	\bar{X}^\dagger	S_{xi}^2	b_i	S_{di}^2	r_i^2	W_i^2	σ_i^2	CV_i	P_i
Ç1	12.0	4.02	1.13	1.08	0.83	3.48	0.68	16.90	4.45*
Ç2	13.6	2.93	1.03	0.16	0.96	0.57	0.03	13.01	1.32
Ç3	13.4	8.08	1.67**	1.00	0.91	9.48	2.01	22.48	2.80
Ç4	13.6	2.75	0.71	1.25	0.49	8.05	1.70	12.33	1.58
Ç5	12.0	1.82	0.65*	1.16	0.61	5.10	1.02	11.25	4.18*
H1	12.3	3.13	0.90	1.37	0.68	5.06	1.03	14.65	4.09*
H2	13.7	3.72	1.17	0.13	0.97	0.83	0.09	14.52	1.12
H3	14.2	3.01	1.01	0.46	0.89	1.55	0.25	12.47	0.44
H4	14.3	3.38	1.06	0.55	0.88	1.93	0.34	13.05	0.32
H5	12.2	3.27	0.72	2.54	0.41	10.48	2.23	14.50	3.36
H6	13.6	5.91	1.06	4.10	0.50	14.79*	3.19*	18.33	2.33
H7	13.7	3.36	1.01	0.60	0.81	3.25	0.63	13.74	1.06
H8	11.6	1.73	0.15**	2.23	0.11	21.69**	4.73**	11.33	6.63**
H9	14.5	3.25	1.05	0.41	0.89	1.72	0.29	12.74	0.27
H10	12.6	1.72	0.29**	2.42	0.13	13.99*	3.02*	10.55	4.15*
H11	13.2	7.91	1.70**	0.17	0.96	7.99	1.68	22.03	2.48
H12	13.6	8.90	1.64**	1.56	0.79	14.50*	3.13*	23.10	2.69
H13	13.2	6.54	1.48*	1.14	0.88	6.91	1.44	19.63	1.91
H14	12.5	2.99	0.38**	2.25	0.12	18.04**	3.92**	13.71	3.89
H15	13.1	4.56	1.26	0.36	0.91	2.83	0.53	16.44	1.83
Ort.	13.1	4.15	1.00	1.25	0.69	7.61	1.60	15.34	2.55

*, ** sırasıyla $P < 0.05$ ve $P < 0.01$ seviyesinde önemli (stabil değil)

$\dagger \bar{X}$, Protein oranı (%); S_{xi}^2 , Çevre varyansı (Roemer, 1917); b_i , Regresyon katsayısı (Eberhart ve Russell, 1966); S_{di}^2 , Regresyondan sapmalar kareler ortalaması (Eberhart ve Russell, 1966); r_i^2 , Belirtme katsayısı (Pinthus, 1973); W_i^2 , Ekovalans (Wricke, 1962); σ_i^2 , Stabilite varyansı (Shukla, 1972); CV_i , Varyasyon katsayısı (Francis ve Kanenberg, 1978); P_i , Üstünlük ölçütü (Lin ve Binns, 1988)

Wrickle (1962), stabiliteyi bir genotipin GÇE'ne katkısı olarak belirlemiştir. Bir genotipin GÇE varyansı içerisindeki payını, Wrickle (1962) ekovalans (W_i^2) olarak tanımlamış ve W_i^2 değeri sıfıra yakın olan genotiplerin stabil olacağını bildirmiştir. Wrickle (1962)'in W_i^2 yöntemine alternatif olarak Shukla (1972) stabilite varyansını (σ_i^2) önermiştir. Wrickle ve Weber (1980), σ_i^2 ile W_i^2 arasında doğrusal bir ilişkinin olduğunu ve her iki yönteme göre genotiplerin stabilite sıralamalarının aynı olduğunu bildirmişlerdir. Çizelge 4.8'de verilen σ_i^2 ve W_i^2 değerlerine bakıldığında, her iki yönteme göre genotip sıralamalarının aynı olduğu görülmektedir. İki parametreye göre en stabil genotipler

sırasıyla Ç2, H2, H3, H9 ve H4 olurken, stabil olmayan genotipler ise sırasıyla H8, H14, H6, H12 ve H10 olarak belirlenmiştir.

Parametrik stabilite yöntemlerine ilave olarak Francis ve Kannenberg (1978) varyasyon katsayısı (CV_i) yöntemini önermişlerdir. Bu yönteme göre stabil bir genotipin CV_i değeri sıfıra yakın ve PO değeri genel ortalamanın üstünde olmalıdır. Bu iki stabilite parametresine göre çeşitlerden sırasıyla Ç5 ve Ç2 ile hatlardan sırasıyla H3, H8 ve H10 en stabil genotipler olurken stabilitesi en düşük genotipler ise sırasıyla H12, Ç3, H11, H13 ve H6 olmuştur (Çizelge 4.8).

Üstünlük ölçütü (P_i), bir çevrede denemeye alınan bir genotipin PO ile o çevrede denemeye alınan tüm genotiplerin maksimum PO arasındaki fark olarak tanımlamaktadır (Lin ve Binns, 1988). PO farklılığı ne kadar az ise genotipin PO, maksimum PO'na o kadar yakın demektir. Dolayısıyla bir genotipin P_i değeri, sıfıra yakın ise stabilitesi yüksek anlamına gelmektedir. Lin ve Binns (1988), P_i değerinin aynı zamanda genotiplerin genel adaptasyon yeteneklerinin bir göstergesi olduğunu ve çevreler üzerinden performans ortalamalarına göre kıyaslama yapılmasının doğru olacağını bildirmişlerdir. P_i ve PO değerleri birlikte ele alındığında, en stabil genotiplerin sırasıyla H9, H4, H3, H7 ve H2, stabilitesi en düşük genotiplerin ise sırasıyla H8, Ç1, Ç5, H10 ve H1 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.8). Stabilitesi en yüksek genotiplerin PO değerleri, genel ortalamanın üstünde iken, stabilitesi en düşük genotiplerin PO değerleri, genel ortalamanın altında kalmıştır. Stabilitesi en yüksek ilk beş genotipin denemede kullanılan hatlardan oluşması ve çeşitlerin yer almaması önemli bir ayrıntı olarak belirtilmelidir.

4.2.4. Parametrik Olmayan Stabilite Yöntemleri

Denemede 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeleklik buğday genotipinin PO yönüyle stabilitelelerini belirlemek için 8 parametrik olmayan stabilite yöntemi kullanılmıştır (Çizelge 4.9).

Denemede kullanılan parametrik olmayan stabilite yöntemlerinden ilk dördü ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$) Huehn (1979) tarafından geliştirilmiştir (Çizelge 4.9). Stabil bir genotipin $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$ değerleri sıfıra yakın olmalıdır (Huehn, 1996). Huehn (1979)'ün 4 parametrik olmayan stabilite yöntemine ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$) göre en stabil genotipler sırasıyla Ç2, H2, H3, H4, ve Ç5 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.9). Diğer taraftan stabilitesi en düşük genotipler sırasıyla H12, H14, H8, H6 ve H10 olarak tespit

edilmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde Ç1, Ç2, Ç5, H2, H3, H4, H7 ve H9 hariç diğer tüm genotiplerin stabiliteyi düşük bulunmuştur.

Kang (1988), parametrik olmayan stabilite yöntemi olarak Sıra-Toplam (RS) yöntemini önermiştir. Deneme çevreleri üzerinden en yüksek PO'na sahip genotipe sıra değeri olarak 1 (rakamla bir) verilirken, en düşük genotipe ise en yüksek sıra değeri (genotip sayısı kadar) verilir. Kang (1988) aynı zamanda Shukla (1972)'nin stabilite varyansını da (σ_i^2) RS yöntemine dâhil etmiştir. Her bir genotip için σ_i^2 değeri hesaplandıktan sonra en düşük σ_i^2 değerine sahip genotipe 1 sıra değeri verilirken (PO sıralamasında yapıldığı gibi), en yüksek σ_i^2 değerine sahip genotipe en yüksek sıra değeri (genotip sayısı kadar) verilir. Hem PO ve hem de Shukla (1972)'nin stabilite varyansı (σ_i^2) değerlerine göre oluşturulan sıra değerleri toplanarak RS değerleri elde edilmektedir. RS değeri en düşük olan genotip, en yüksek stabiliteye sahip olmaktadır (Kang, 1988). Bu tanıma göre en yüksek stabiliteye sahip genotipler sırasıyla H9, H3, H4, H2 ve Ç2 olurken en düşük stabiliteye sahip genotipler ise sırasıyla H8, H14, H10, H5 ve Ç5 olmuştur (Çizelge 4.9).

Fox ve ark. (1990), parametrik olmayan stabilite yöntemi olarak en üst sıra (TOP), orta sıra (MIDDLE) ve en alt sıra (BOTTOM) yöntemlerini geliştirmişlerdir. Söz konusu üç yöntem içerisinde en çok tercih edilen, en üst sıra (TOP) yöntemidir. En üst sıra (TOP) yönteminde; farklı çevrelerde denemeye alınan genotiplerin en yüksekten başlamak üzere performans sıralamasına göre her çevrede ilk üç sırada yer alma oranı belirlenmektedir. En üst sıra (TOP) değeri 100'e en yakın olan genotip, en stabil olarak kabul edilmektedir. Yüksek TOP değeri bir genotipin genel adaptasyon yeteneğini de göstermektedir. Fox ve ark. (1990) tarafından yapılan tanıma göre en yüksek stabiliteye sahip genotipler, PO değerleriyle birlikte değerlendirildiğinde sırasıyla H9, H4 ve H3 (TOP değeri = 66.6) ve Ç4 ve H6 (TOP değeri = 50) olurken, en üst sıraya (TOP) giremeyen genotipler ise Ç1, Ç2, Ç5 ve H1 olarak belirlenmiştir. En stabil genotipler arasında 4 hat yer alırken, çeşitlerden 3'ü TOP değerlerinin düşük olmasından dolayı, ilk üç sıraya girememiştir (Çizelge 4.9).

Ketata (1988), parametrik olmayan stabilite yöntemleri olarak sıra ortalaması (RM) ve sıranın standart sapması (SDR) yöntemlerini önermiştir. Bu iki yöntem uygulanırken, genotipler çevre içinde büyüklüklerine göre sıralanmakta ve en yüksek PO'na sahip genotipe sıra değeri olarak 1 (rakamla bir) verilmektedir. Akabinde farklı çevrelerdeki sıra değerlerinin ortalaması ve standart sapması hesaplanmaktadır. Genotiplerin RM ve SDR değerleri dikkate alınarak stabilite ve adaptasyon durumları hakkında yorum

yapılabilmektedir. Bu bilgiler doğrultusunda, düşük RM ve SDR değerlerine sahip genotipler (sırasıyla H9, H4, ve H3) yüksek PO'na sahip ve stabil (Çizelge 4.9); düşük RM ve yüksek SDR değerlerine sahip genotipler (Ç4 ve H6) yüksek PO'na sahip ve stabil değil; yüksek RM ve SDR değerlerine sahip genotipler (H8, H12, H14, H11 ve Ç3) düşük PO'na sahip ve stabil değil; yüksek RM ve düşük SDR değerlerine sahip genotipler (Ç1, Ç5 ve H1) ise düşük PO'na sahip ve stabil olarak değerlendirilmektedir.

Çizelge 4.9. Protein oranı için parametrik olmayan stabilite yöntemleri

Genotip	\bar{X}^\dagger	$S_i^{(1)}$	$S_i^{(2)}$	$S_i^{(3)}$	$S_i^{(6)}$	RS	TOP	RM	SDR
Ç1	12.0	6.33	26.56	1.43	0.64	27	0.00	16.0	2.1
Ç2	13.6	2.80	5.46	2.77	1.02	9	0.00	10.7	2.5
Ç3	13.4	8.40	47.60**	18.31	2.64	27	16.66	11.8	6.8
Ç4	13.6	7.73	41.46**	23.79	3.68	17	50.00	8.5	6.5
Ç5	12.0	5.66	24.96	2.17	0.80	28	0.00	14.2	2.5
H1	12.3	7.03	35.04*	5.17	1.27	26	0.00	14.3	4.1
H2	13.7	3.73	10.80	2.67	1.15	8	16.66	9.8	2.3
H3	14.2	4.13	12.66	4.84	1.84	6	66.66	6.5	2.5
H4	14.3	4.53	15.20	9.34	3.05	7	66.66	4.8	3.1
H5	12.2	8.70	49.57**	15.45	2.45	30	16.66	12.0	5.9
H6	13.6	9.40	64.16**	33.09	4.52	25	50.00	8.8	7.9
H7	13.7	5.60	24.26	11.46	2.46	12	33.33	8.7	4.5
H8	11.6	9.46	69.20**	23.95	2.97	40	33.33	13.7	8.1
H9	14.5	4.73	15.76	11.77	3.55	5	66.66	4.3	3.3
H10	12.6	9.80	63.76**	22.32	3.07	32	33.33	10.8	6.7
H11	13.2	9.80	63.76**	19.06	2.93	24	33.33	11.2	6.9
H12	13.6	9.93	72.70**	29.40	3.55	28	33.33	11.3	8.0
H13	13.2	7.46	39.06**	17.01	2.64	20	33.33	9.5	5.5
H14	12.5	9.86	68.00**	23.29	3.38	33	33.33	11.2	7.1
H15	13.1	7.20	34.66*	6.47	1.51	16	16.66	11.8	3.9
Ort.	13.1	7.11	39.23	14.19	2.46	21	30.00	10.5	5.0

*, ** sırasıyla $P < 0.05$ ve $P < 0.01$ seviyesinde önemli (stabil değil)

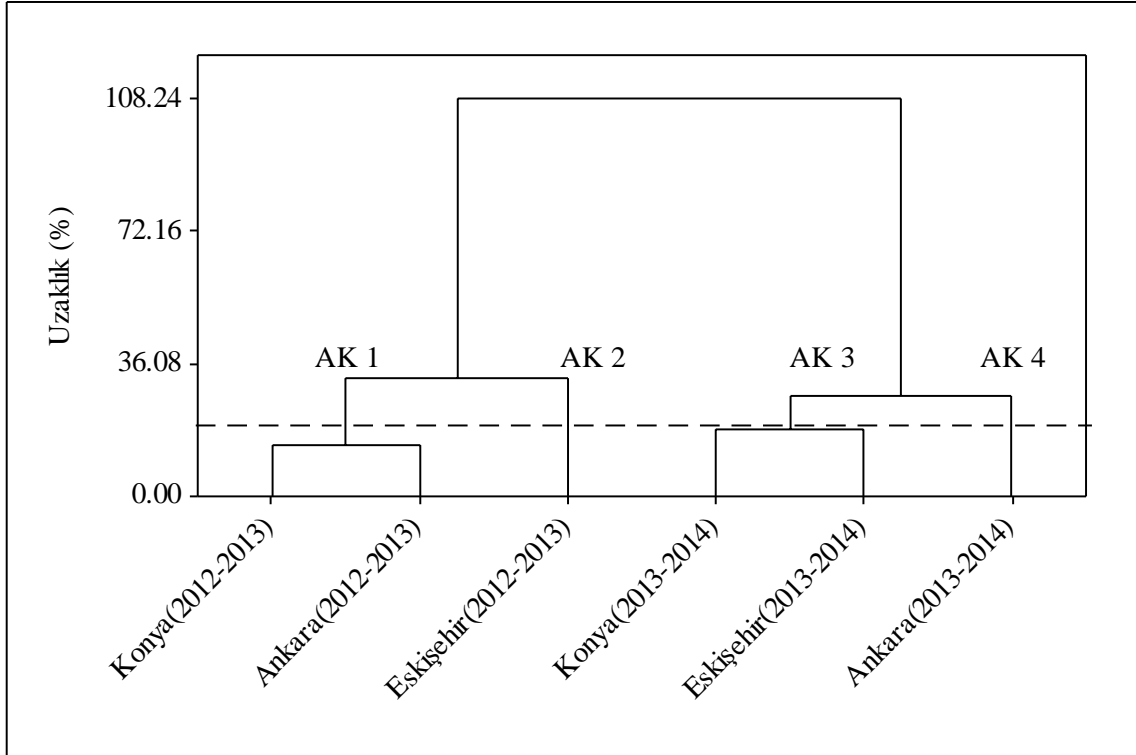
$\dagger \bar{X}$, Protein oranı (%); Huehn (1979)'ün parametreleri $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$; RS, Sıra-Toplam (Kang, 1988); TOP, Fox ve ark. (1990)'nın en üst sıra parametresi; RM, Sıra ortalaması (Ketata, 1988); SDR, Sıranın standart sapması (Ketata, 1988)

4.2.5. Çok Değişkenli (Multivariate) Yöntemler

Denemede 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeklik buğday genotipinin PO yönüyle stabilitelelerini belirlemek için 3 tane çok değişkenli yöntem kullanılmıştır.

Çok değişkenli yöntemlerden ilki olan Pattern Analizi (PA): Kümeleme Analizi (CA) ve Ana Bileşenler Analizi (PCA) yöntemlerini içermektedir (Alagarwamy ve Chandra, 1998). CA sonuçlarına göre denemenin yürütüldüğü çevreler dört alt kümeye (AK 1, AK

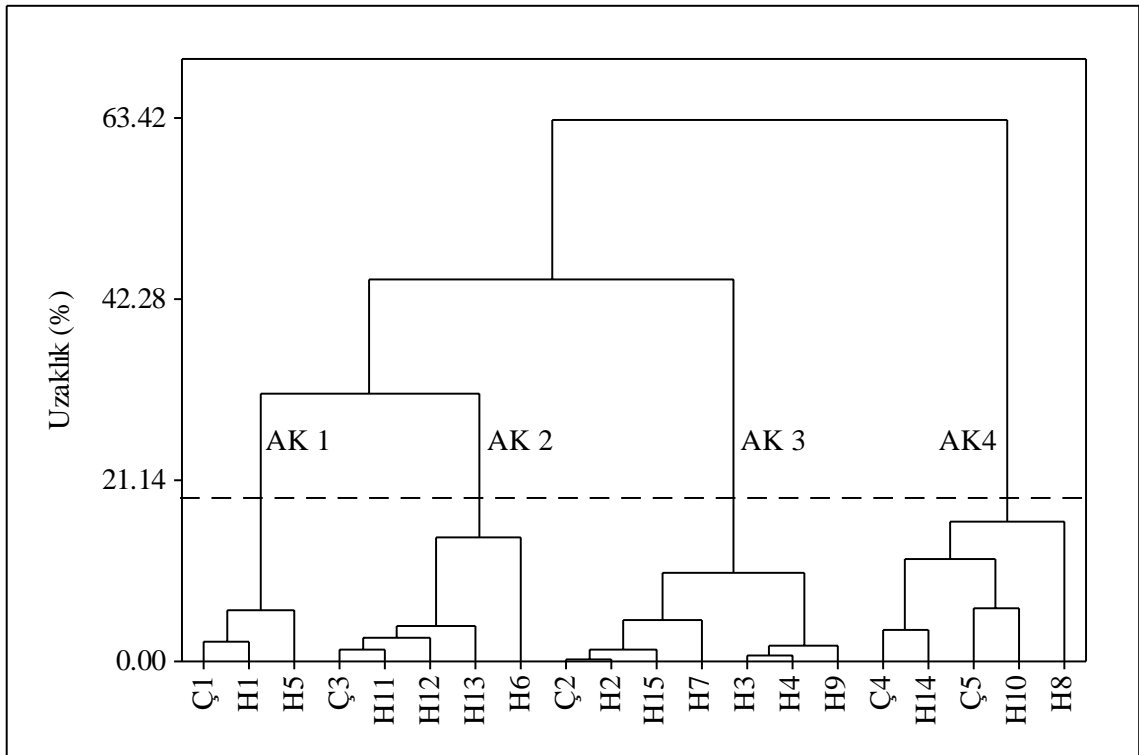
2, AK 3 ve AK 4 ayrılmıştır (Şekil 4.6). Birinci alt kümeyi (AK 1) Konya (2012-2013) ve Ankara (2012-2103) çevreleri; ikinci alt kümeyi (AK 2) sadece Eskişehir (2012-2013) çevresi; üçüncü alt kümeyi Konya (2013-2014) ve Eskişehir (2013-2014) çevreleri ve dördüncü alt kümeyi ise sadece Ankara (2013-2014) çevresi oluşturmuştur (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Protein oranı için lokasyonların yıllara göre dendrogramı (AK, Alt Küme; Uzaklık % 20)

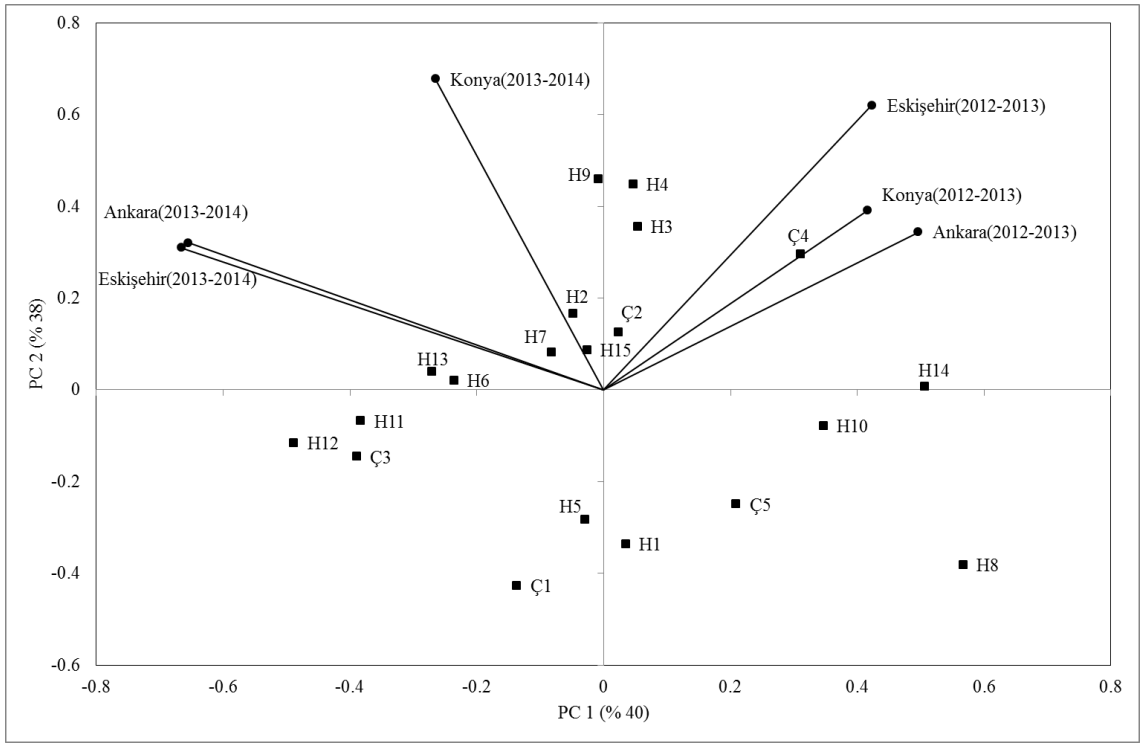
Denemede yer alan genotiplerin CA'ndan elde edilen dendrogramı Şekil 4.7'de verilmiştir. CA'ne göre genotipler, 4 tane alt kümeye (AK 1, AK 2, AK 3 ve AK 4) ayrılmıştır. AK 1'de 3 genotip (Ç1, H1 ve H5), AK 2'de 5 genotip (Ç3, H11, H12, H13 ve H6), AK 3'de 7 genotip (Ç2, H2, H15, H7, H3, H4 ve H9) ve AK 4'de 5 genotip (Ç4, H14, Ç5, H10 ve H8) yer almıştır. Alt kümelerden AK 2 ve AK 3 yer alan 12 genotipin PO değerleri, denemenin genel ortalamasından (% 13.1) yüksek olmuştur (Çizelge 4.7). Diğer taraftan AK 1 ve AK 4'de yer alan 8 genotipin (Ç4 hariç) PO değerleri, genel ortalamanın altında kalmıştır. PO yüksek ve/veya düşük genotiplerin aynı alt küme içerisinde yer alması, genotiplerin kümelenme şekillerinin yorumlanmasında sadece PO özelliğinin yeterli kriter olamayacağını göstermektedir. Genotiplerin kümelenmesini, PO özelliğinin yanında başka genotipik özelliklerinde dikkate alarak izah etmek daha uygun olacaktır.

PA'nin ikinci aşamasını PCA-Biplot yöntemi oluşturmaktadır (Şekil 4.8). PCA'nin ilk iki ana bileşeni, GÇE'nin kareler toplamının % 78'ini (sırasıyla PC1 = % 40 ve PC2 = % 38) açıklamıştır. Şekil 4.8'de verilen PA-Biplot'un orijininin geçen vektörler çevreleri, H (Hat) ve Ç (Çeşit) sembolleri ise genotipleri göstermektedir. Çevre vektörleri arasındaki açılar çevrelerin birbirine benzerlik ya da uzaklığını gösterdiğinden dolayı Konya (2012-2013), Ankara (2012-2013) ve Eskişehir (2012-2013) çevrelerine ait vektörler arasındaki açı, sıfıra yakın ($< 90^\circ$) olup, bu üç çevre arasında benzerliğin yüksek olduğunu göstermektedir. Eskişehir (2012-2013) çevresine kıyasla Konya (2012-2013) ile Ankara (2012-2013) çevrelerinin birbirine daha yakın olmaları, CA analizi sonucunda elde edilen AK 1 ve AK 2 (Şekil 4.6) sonuçlarıyla uyum göstermektedir. Diğer taraftan Ankara (2013-2014) ile Eskişehir (2013-2014) çevreleri arasındaki açı, sıfıra yakın olup bu iki çevrenin birbirine benzer olduğunu göstermektedir. Fakat Ankara (2013-2014) ile Eskişehir (2013-2014) çevrelerine kıyasla Konya (2013-2014) çevresi biraz uzakta yer almasına rağmen aralarındaki açı, bu üç çevrenin birbiriyle pozitif ilişki gösterdiğini ortaya koymuştur. Özetlemek gerekirse, PA-Biplot'ta ikinci yıla ait çevrelerin gösterdiği ilişkiler (Şekil 4.8) ile PA-CA modülüyle elde edilen dendrogramın (Şekil 4.6) alt kümeleri (AK 3 ve AK 4) arasında kısmi bir uyum belirlenmiştir.



Şekil 4.7. Protein oranı için genotiplerin dendrogramı (AK, Alt Küme; H, Hat; Ç, Çeşit; Uzaklık % 20)

PA-Biplot'u incelendiğinde, birinci yıla ait çevrelerin biplotun birinci ekseninin (PC 1) pozitif kısmında, ikinci yıla ait çevrelerin ise biplotun birinci ekseninin (PC 1) negatif kısmında yer aldığı görülmektedir (Şekil 4.8). Diğer taraftan tüm çevrelerin, biplotun ikinci ekseninin pozitif kısmında yer tespit edilmiştir. Biplotun her iki eksenini, birbiriyle karşılaştırıldığında birinci eksenin çevreleri ayırma gücüne sahip olduğu söylenebilir. Zira birinci eksenin ayırma yeteneğinin yıl ile ilişkili olduğu tahmin edilmektedir. Çünkü çevreler ikinci eksen üzerinden tek bir grup oluştururken birinci eksen üzerinde yıllara göre aynı lokasyonlar farklı çevrelere ayrılmıştır.



Şekil 4.8. Protein oranının PA-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit)

Birbirine benzer olan genotipler, PA-Biplot'un (Şekil 4.8) üzerinde birbirine yakın olarak yer almaktadır. Birbirinden farklı olan genotipler ise biplot üzerinde zıt yerlerde yer almaktadır. H14, H10, H8, Ç5, H1 ve Ç4 kodlu genotipler ana bileşen eksenini 1 (PC 1)'in pozitif kısmında; H12, H11, Ç3, H13, H6, H5 ve Ç1 ise PC 1'in negatif kısmında yer almışlardır (Şekil 4.8). Bu durum, iki genotip grubunun birbirinden farklı PO değerlerine sahip olduğunu göstermektedir. İlk grupta yer alan genotiplerden Ç4, en iyi performansı ya da adaptasyonu Konya (2012-2013), Eskişehir (2012-2013) ve Ankara (2012-2013) çevrelerinde gösterirken, ikinci grup genotiplerinden H13 ve H6 ise en iyi adaptasyonu Eskişehir (2013-2013) ve Ankara (2013-2014) çevrelerinde göstermişlerdir. Aynı zamanda

birinci grup genotiplerden H14, H10, Ç5, H8 ve H1 ile ikinci grup genotiplerden H5, Ç1, H11, Ç3 ve H12'nin tüm çevrelere adaptasyonu düşük olmuştur. Diğer taraftan, PA-Biplot'un ikinci ekseninin (PC 2) pozitif kısmında yer alan H9, H4 ve H3 kodlu genotiplerin Konya (2013-2014) ve Eskişehir (2012-2013) çevrelerine adaptasyonlarının yüksek olduğu belirlenmiştir. PA-Biplot'unun merkezinde (orijininde) yer alan genotiplerin (H15, Ç2, H2 ve H7) tüm çevrelere adaptasyonları yüksek olup, bu genotiplerin PO değerleri genel ortalamanın üstündedir (Çizelge 4.7).

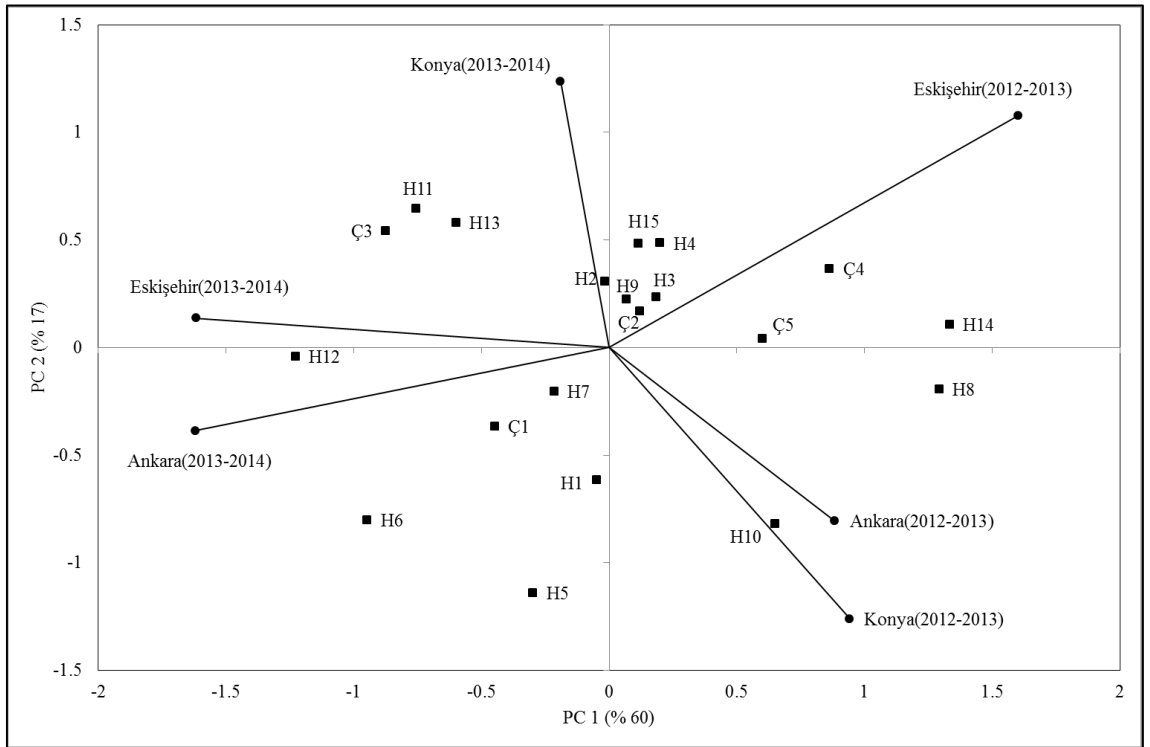
Denemede kullanılan çok değişkenli yöntemlerden ikincisi AMMI (Eklemeli Ana Etkiler ve Çarpımsal Etkileşimler Analizi) analiz yöntemidir. AMMI analizden elde edilen AMMI-Biplot grafiği Şekil 4.9'da verilmiştir. AMMI-Biplot'un ilk iki eksenini, GÇE'nin % 77'si (sırasıyla PC 1 = % 60 ve PC 2 = % 17) açıklamıştır. Bu oran (% 77), PA-Biplot'un (Şekil 4.8) oranıyla (% 78) benzerlik göstermiştir.

AMMI-Biplot'un üzerinde dağılışı gösteren genotipler ve çevre vektörlerinin birbiriyle olan ilişkilerine bakıldığında (Şekil 4.9) PA-Biplot'tan (Şekil 4.8) farklı olduğu görülmektedir. AMMI-Biplot'ta Konya (2012-2013) ile Ankara (2012-2013) çevre vektörleri arasındaki ilişki, PA-Biplot (Şekil 4.8) ve PA-CA (Şekil 4.6) analizinde olduğu (alt küme AK 1) gibi yüksektir. Fakat AMMI-Biplot'ta Eskişehir (2012-2013) çevresinin Konya (2012-2013) ve Ankara (2012-2013) çevreleriyle herhangi bir ilişkisi tespit edilemediğinden dolayı, AMMI-Biplot'un bulguları ile PA-Biplot ve PA-CA'nın bulgularının benzerlik oranı düşük olmuştur. Diğer taraftan ikinci yıldaki çevrelerin AMMI-Biplot üzerindeki dağılışı PA-Biplot bulgularıyla uyum içerisindedir. Çevrelerin PA-CA analizinde (Şekil 4.6) Konya (2013-2014) ile Eskişehir (2013-2014) çevreleri aynı alt kümede yer almasına rağmen (AK 3), gerek AMMI-Biplot ve gerekse PA-Biplot'ta bu iki çevre arasındaki ilişki düşük seviyede kalmıştır. Diğer taraftan Ankara (2013-2014) çevresi ile Eskişehir (2013-2014) çevresi arasındaki ilişki daha olmuştur.

AMMI-Biplot üzerinde çevrelerin pozisyonları incelendiğinde, ilk yıla ait çevrelerin ana eksen bileşeni 1 (PC 1)'in pozitif kısmında, ikinci yıla ait çevrelerin ise ana eksen bileşeni 1 (PC 1)'in negatif kısmında yer aldığı görülmektedir (Şekil 4.9). İlave olarak AMMI-Biplot'un ana eksenini 2 (PC 2)'nin üzerinde yer alan çevrelerin pozisyonları, PA-Biplot'tan farklılık göstermektedir. AMMI-Biplot'un ana eksenini 2 (PC 2)'nin pozitif kısmında Eskişehir (2012-2013) çevresi (AK 2) ile Konya (2013-2014) ve Eskişehir (2013-2014) çevreleri (AK 3) yer alırken, AMMI-Biplot'un ana eksenini 2 (PC 2)'nin negatif kısmında ise Ankara (2012-2013) ve Konya (2012-2013) çevreleri (AK 1) ile Ankara (2013-2014) çevresi (AK 4) yer almıştır. AMMI-Biplot'un ana eksenini 2 (PC 2)'nin pozitif

kısımında her iki yıla ait Eskişehir çevresinin ve ana eksen 2 (PC 2)'nin negatif kısmında her iki yıla ait Ankara çevresinin yer alması önemli bir ayrıntı olarak kaydedilmiştir. Söz konusu bulgular, AMMI-Biplot ana eksen 1 (PC 1)'in yıl faktörüyle, AMMI-Biplot ana eksen 2 (PC 2)'nin ise lokasyon faktörüyle ilişkili olabileceğini göstermektedir.

Genotipler ile çevreler arası ilişkiler yakından incelendiğinde (Şekil 4.9), H10'un Ankara (2012-2013) ve Konya (2012-2013) çevrelerinde; Ç4 ve Ç5'in Eskişehir (2012-2013) çevresinde; H13'ün Konya (2013-2014) çevresinde; H12'nin Eskişehir (2013-2014) ve Ankara (2013-2014) çevrelerinde; H6 ve Ç1'in Ankara (2013-2014) çevresinde en iyi adaptasyonu sağladığı belirlenmiştir. AMMI-Biplot'un merkezinde yer alan genotiplerin (Ç2, H9, H3, H2 ve H7) tüm çevrelere adaptasyonu yüksek olup, 1 çeşit ve 4 hattan oluşmaktadır.



Şekil 4.9. Protein oranının AMMI-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit)

Çok değişkenli yöntemlerden üçüncüsü olan GGE-Biplot analiz yöntemi sonucunda elde edilen GGE-Biplot grafiği Şekil 4.10'da verilmiştir. GGE-Biplot'un ilk iki ana bileşeni, G ana etkileri ile GÇE'nin kareler toplamlarının % 75'i (sırasıyla PC 1 = % 45 ve PC 2 = % 30) açıklamıştır. Birden fazla çevre ve genotip ile yürütülen denemelerde GÇE'nin istatistiksel olarak önemli çıkması durumunda ana bileşenlerin ilk ikisinin (PC 1 ve PC 2) toplam varyasyonun en az % 70'ini açıklaması beklenmektedir (Gauch, 1988).

Her üç biplot yönteminin GÇE'ni açıklama oranı % 70 (sırasıyla % 78, 77 ve 75)'in üzerinde gerçekleşmiştir.

Denemenin yürütüldüğü çevrelerin vektörel ilişkileri ele alındığında (Şekil 4.10) PA-Biplot'unda (Şekil 4.8) olduğu gibi Ankara (2012-2013), Eskişehir (2012-2013) ve Konya (2012-2013) çevreleri arasındaki benzerlik yüksek bulunmuştur. Yine Ankara (2013-2014), Eskişehir (2013-2014) ve Konya (2013-2014) arasındaki ilişkiler pozitif yönde olup, Konya (2013-2014) çevresi ile diğer çevreler arasındaki ilişkiler düşük seviyede kalmıştır. GGE-Biplot (Şekil 4.10) üzerinde çevrelerin dağılış şekli ile PA-Biplot (Şekil 4.8) üzerinde çevrelerin dağılış şekli, yüksek oranda benzerlik göstermiştir.

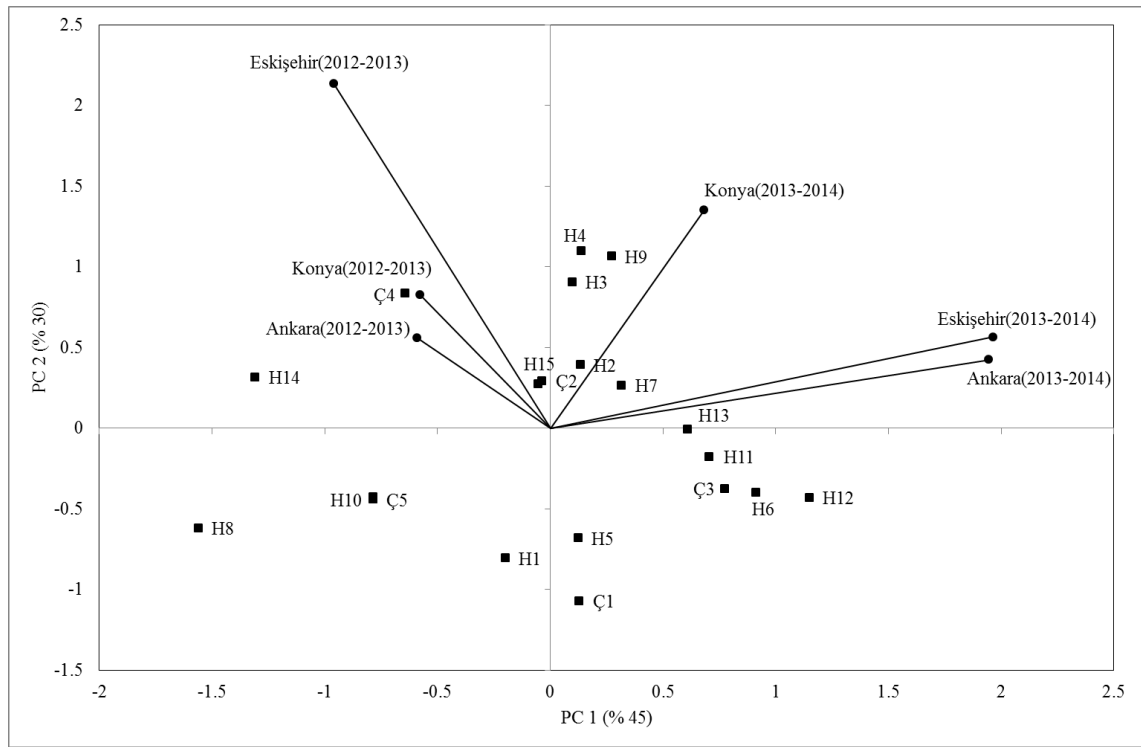
Her üç biplot yöntemiyle elde edilen çevrelerin vektörel büyüklükleri birbiriyle kıyaslandığında (Şekil 4.8, 4.9 ve 4.10), GGE-Biplot çevre vektörlerinin büyüklükleri (uzunlukları) ile AMMI-Biplot çevre vektörlerinin büyüklükleri birbirine benzer iken, PA-Biplot'in çevre vektörleri farklılık göstermektedir. Yan ve ark. (2000), çevre vektörlerinin büyük olması ile çevrelerinin genotipleri ayırma yetenekleri arasında olumlu bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. İkinci yıla ait Ankara (2013-2014) ve Eskişehir (2013-2014) çevreleri ile birinci yıla ait Eskişehir (2012-2013) çevresi (Şekil 4.10), genotipleri PO değerlerine göre en güçlü ayırma yeteneğine sahip iken, Konya (2012-2013) ile Ankara (2012-2013) çevrelerinin genotipleri ayırma yetenekleri en düşük seviyede kalmıştır (Yan ve ark., 2000). Sonuç itibariyle her iki yılda da Eskişehir lokasyonunun ön plana çıkması, bu lokasyonun genotipleri PO değerlerine göre sınıflandırılmasında kilit rol oynadığı göstermektedir.

Genotiplerin özel adaptasyon yetenekleri incelendiğinde (Şekil 4.10), Ankara (2013-2014) ve Eskişehir (2013-2014) çevrelerine H13 ve H11'in; Konya (2013-2014) çevresine H9, H3 ve H4'ün; Ankara (2012-2013), Eskişehir (2012-2013) ve Konya (2013-2014) çevrelerine Ç4'ün ve Ankara (2012-2013) çevresine ise H14'ün en iyi adaptasyonu sağladığı belirlenmiştir. Diğer taraftan genel adaptasyon yeteneği en iyi genotipler (H7, H2, H15 ve Ç2) biplotun merkezinde yer almaktadır (Yan, 2001).

Çevrelerin biplot üzerinde aynı veya farklı yönde yer almaları genotiplerin çapraz (çevreler üzerinden PO sıralaması değişen) veya çapraz olmayan (çevreler üzerinden PO sıralaması değişmeyen) etkileşimleriyle ilişkilidir (Yan, 2001). Örneğin PC 1'in pozitif kısmında (Şekil 4.10), ikinci yıla ait 3 çevre yer alırken (Konya (2013-2014), Eskişehir (2013-2014) ve Ankara (2013-2014)), PC 1'in negatif kısmında birinci yıla ait 3 çevre (Konya (2012-2013), Ankara (2012-2013) ve Eskişehir (2012-2013)) yer almıştır. Çevrelerin biplot üzerinde farklı yönde yer alması, GÇE'nde çapraz etkileşimlerinin etkili

olduğunu ve yıl faktörünün çapraz etkileşimin ortaya çıkmasına neden olduğunu göstermektedir (Yan, 2001).

GGE-Biplot'u oluşturan ilk ana eksenin (PC 1) pozitif kısmında yer alan 12 genotipten 10'unun (Ç1 ve H5 hariç) PO değerleri, genel ortalamanın (% 13.1) üzerinde, ilk ana eksenin (PC 1) negatif kısmında yer alan 8 genotipten 5'inin (H15, Ç2 ve Ç4) PO değerleri ise genel ortalamanın altında kalmıştır (Çizelge 4.7 ve Şekil 4.10). Buna göre H12, H6, H11, H13, Ç3, H7, H2, H3, H9, H4, H15, Ç2 ve Ç4'ün PO değerleri, genel ortalamanın üstünde olup performansları yüksek iken diğer genotiplerin PO değerleri, genel ortalamanın altında olup, performansları da düşüktür (Çizelge 4.10).



Şekil 4.10. Protein oranının GGE-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit)

GGE-Biplot'u oluşturan ikinci ana eksen (PC 2), genotiplerin stabiliteğini göstermektedir (Yan, 2001). Stabil genotiplerin mutlak PC 2 değerleri sıfıra yakın iken stabil olmayan genotiplerin mutlak PC 2 değerleri yüksek olmakta ve dolayısıyla biplotun orijininin uzakta yer almaktadırlar. Bu tanıma göre genotiplerden H15, Ç2, H2, H7, H13 ve H11 yüksek PO'na sahip ve stabil, H4, H9, H3, Ç3, H6 ve H12 yüksek PO'na sahip ve stabil olmayan, H14 düşük PO'na sahip ve stabil, Ç4, H8, H10, Ç5 ve H1 ise düşük PO'na sahip ve stabil olmayan şeklinde belirlenmiştir.

Denemede 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeclik buğday genotipinin PO yönüyle stabilitelerini belirlemek için kullanılan tüm stabilite yöntemlerinin (PO + 8 parametrik + 8 parametrik olmayan + 3 çok değişkenli) ve seçilmiş genotiplerin özeti Çizelge 4.10'da verilmiştir. Genotipler içerisinde H3, Ç2, H2, H4 ve H9 sırasıyla 17 (H3 ve Ç2), 16 (H2 ve H4) ve 13 (H9) stabilite parametresine göre stabil ve yüksek PO'na sahip genotipler olarak tespit edilmiştir. Aynı zamanda bu genotipler, hem stabil ve hem de yüksek PO'na sahip olmalarından dolayı dinamik stabil genotipler olarak tanımlanmıştır. Dinamik stabil genotiplerin, iyi çevre şartlarına ve agronomik uygulamalara tepkileri de yüksek olmaktadır (Kang, 1994).

Stabilite yöntemlerinin genotipleri statik veya dinamik stabilite tipine göre ayırma yetenekleri farklı olabilmektedir (Çizelge 4.10). Deneme bulguları, stabilite analizlerinde kullanılan yöntemlerden PO, regresyon katsayısı (b_i), regresyondan sapmalar kareler ortalaması (S_{di}^2) (Eberhart ve Russell, 1966), belirtme katsayısı (r_i^2) (Pinthus, 1973), stabilite varyansı (σ_i^2) ve (Shukla, 1972) ekovalans (W_i^2) (Wrickle, 1962), varyasyon katsayısı (CV_i) (Francis ve Kannenberg, 1978), üstünlük ölçütü (P_i) (Lin ve Binns, 1988), sıra-toplam (RS) (Kang, 1988), en üst sıra (TOP) (Fox ve ark., 1990), sıra ortalaması (RM) ve sıranın standart sapması (SDR) (Ketata, 1988) ve pattern analizi (PA) yöntemlerinin dinamik stabil genotiplerin belirlenmesinde kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Diğer taraftan hem statik ve hem de dinamik stabil genotiplerin belirlenmesinde çevre varyansı (S_{xi}^2) (Roemer, 1917), Huehn (1979)'ün 4 parametresi ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$), AMMI-Biplot ve GGE-Biplot yöntemlerinin uygun olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.10).

Denemede kullanılan genotiplerin statik veya dinamik stabilite yaklaşımına göre sınıflandırılması ele alınan bitkisel özelliğe göre değişebilmektedir. Bir başka ifadeyle stabilite parametrelerinin genotipleri statik veya dinamik stabilite yaklaşımlarına göre ayırabilme yetenekleri, incelenen bitkisel özelliğe göre değişmektedir. Örneğin TV'ne göre statik stabil genotiplerin belirlenmesi için uygun olduğunu tespit edilen çevre varyansı (S_{xi}^2) (Roemer, 1917), PO için hem statik ve hem de dinamik genotiplerin belirlenmesine uygun olabilmektedir. Ya da PO'na göre dinamik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olan belirtme katsayısı (r_i^2) (Pinthus, 1973), stabilite varyansı (σ_i^2) ve (Shukla, 1972) ekovalans (W_i^2) (Wrickle, 1962), varyasyon katsayısı (CV_i) (Francis ve Kannenberg, 1978) yöntemleri, TV için hem statik ve hem de dinamik genotiplerin belirlenmesine uygun olabilmektedir. Parametrik ve çok değişkenli yöntemlerin statik veya dinamik stabil genotipleri ayırt etme yetenekleri incelenen bitkisel özelliklere göre değişmektedir. Fakat

parametrik olmayan yöntemlerin statik ya da dinamik stabil genotipleri ayırt etme yetenekleri TV ve PO özelliklerine göre değişmeden aynı kalabilmektedir (Çizelge 4.10).

Becker ve Leon (1988) bazı stabilite parametrelerinin hem statik ve hem de dinamik genotiplerin belirlenmesine uygun olabileceğini bildirmiştir. Dinamik ve statik genotiplerin ayrılmasında en etkili yöntemler hiç kuşkusuz çok değişkenli yöntemlerdir. Çünkü bu yöntemlerle genotipler stabilite, PO değeri, özel veya genel adaptasyon yeteneklerine göre sınıflandırılabilir. Dolayısıyla görsel değerlendirmelerin yapılabildiği çok değişkenli yöntemler, parametrik ve parametrik olmayan stabilite yöntemlerine göre bazı avantajlar sağlamaktadır. Çizelge 4.10'da görüldüğü gibi PO için özellikle AMMI-Biplot ve GGE-Biplot yöntemleriyle özel veya genel adaptasyon yeteneği üstün olan genotipler dinamik veya statik stabilite tiplerine göre kolayca ayrılabilir. AMMI-Biplot yöntemine göre özel adaptasyon yeteneği üstün olan genotiplerden H10, Ç5 ve Ç1 statik stabil iken H14 hem AMMI-Biplot ve hem de GGE-Biplot yöntemlerine göre statik stabil olarak belirlenmiştir. Yine özel adaptasyon yeteneği üstün olan genotiplerden H6 AMMI-Biplot yöntemine göre; H11, H9, H3 ve H4 GGE-Biplot yöntemine göre; H13, H14 ve Ç4 ise her iki yöntemle göre dinamik stabil genotipler olarak belirlenmiştir.

4.2.6. Protein Oranı ile İlgili Sonuçların Değerlendirilmesi

Genetik faktörlerin kalite özellikleri ve stabilitesi üzerine etkisi yüksek olmakla birlikte, çevrenin etkisi gözardı edilemeyecek boyuttadır. Nitekim aynı genotipin, farklı çevrelerde değişik kalite değerlerini vermesinin nedeni de GÇE'nin varlığına işaret etmektedir (Sade, 2010).

PO, denemede ele alınan en önemli kalite kriterlerinden birisidir. TMO'unun buğday alımında başvurduğu en önemli kalite kriteridir (<http://www.tmo.gov.tr>). TMO, PO % 11.6 ve üzeri olan buğdaylara fiyat indirimi uygulamamaktadır. Denemede kullanılan 20 ekmeçlik buğday genotipinin PO ortalaması % 13.1 olmuş ve TMO'nun sınır değerini (% 11.6) geçmiştir.

Denemede kullanılan genotipler içerisinde Ç2, H2, H3, H4 ve H9 hem yüksek PO değerleri ve hem de stabiliteleriyle ön plana çıkan genotipler olmuşlardır. Bu genotiplerin pedigrileri yakından incelendiğinde, H2'nin Romanya'dan Boema ve Ülkemizden Altay-2000 çeşitlerini melezinde taşıdığı görülmektedir (Çizelge 3.3). Boema çeşidi, Romanya'nın Fundulea Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından 2000 yılında tescil ettirilmiş, kışlık, yarı bodur, kırmızı sert daneli olup, Orta Anadolu Bölgesi'nin kurak alanlarına adaptasyonu zayıftır (<http://wheatpedigree.net>). Altay-2000 çeşidi, Eskişehir

Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından 2000 yılında tescil ettirilmiş, kışlık, orta erkenci, tanesi beyaz ve orta sert olup, Orta Anadolu Bölgesi'nin kurak alanları için tavsiye edilmektedir. Ekmeklik kalitesi Gerek-79'dan daha iyidir (<http://www.gktaem.gov.tr>). PO, en yüksek genotipler arasında ilk beş içerisinde yer alan H3'ün melezlerine bakıldığında, Avustralya orijinli Sunco ve Cunningham çeşitlerin yer aldığı görülecektir. Sunco çeşidi, 1986 yılında ve Cunningham ise 1990 yılında Avustralya'da tescil ettirilmiştir. Her iki çeşitte yazlık karakterde olup, Avustralya'nın en iyi kalite sınıfı olan Australian Prime Hard (APH) sınıfına girmektedirler. H4'e gelince, melezinde Sunco ve Pastor çeşitlerini bulundurmaktadır. Pastor çeşidi, CIMMYT-Meksika orijinli olup, dane rengi beyaz ve kalitesi orta düzeydedir. H4'in PO'nun yüksek olmasının nedeni, muhtemelen Avustralya orijinli Sunco çeşidinden kaynaklanmaktadır. Hiç kuşkusuz denemede kullanılan genotipler içerisinde en karmaşık ebeveynler, H9'a aittir. Öyle ki, H9'a dâhil olmuş yerel bir buğday çeşidi dahi vardır. Zincirli (ZCL), Ülkemizin yerel buğday materyalinden gelmektedir. Panguifen (PGFN) Şili orijinlidir. Ciano-67(CNO67), Sonora-64(SON64), Nadadores-63 (NAD) ve Kutzman (ZM) çeşitleri CIMMYT-Meksika menşeyli olup, H9'ün pedigrisinde bulunmaktadır. Güney ve Orta Amerika kökenli genotiplerin tümü, yazlık ve kırmızı sert danelidir (<http://wheatpedigree.net>). Beyaz sert daneli Zincirli yerel buğday çeşidinin kalitesi oldukça yüksektir. Ülkemizde mevcut beyaz taneli ve ekmeklik kalitesi yüksek olan Zerun, Köse (220/39), Kırık, Kıraç-66 gibi eski buğday çeşitleriyle Zincirli yerel buğday çeşidinin akraba olabileceğini tahmin etmek hiçte zor değildir. Öte yandan PO ve stabilitesi en yüksek genotipler içerisinde sadece bir çeşit yer almıştır. Ç2 koduyla verilen Karahan-99, Konya Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından 1999 yılında Orta Anadolu Bölgesi'nin kurak alanları için tescil ettirilmiştir. Kışlık, beyaz yarı sert daneli, ekmeklik kalitesi Gerek-79'dan daha iyidir. Karahan-99'un ekmeklik kalitesinin ortanın üzerinde olmasının muhtemel nedeni, pedigrisinde bulunan Kıraç-66'dan kaynaklanmaktadır.

Genotiplerin PO yönüyle stabilitelelerini belirlemek için kullanılan 20 stabilite parametresinden çevre varyansı (S_{xi}^2) (Roemer, 1917), Huehn (1979)'nün 4 parametresi ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$), AMMI-Biplot ve GGE-Biplot yöntemlerinin özel adaptasyon modülü hariç diğer tüm yöntemlerin dinamik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olduğu ortaya konmuştur. Diğer bir ifadeyle ekmeklik buğdayda yüksek PO (> % 11.6, <http://www.tmo.gov.tr>) ve stabilitesinin statik stabil genotiplerle sağlanması pek mümkün

görünmemektedir. Çünkü statik stabil genotiplerin yüksek stabiliteye sahip olmalarından dolayı, PO değerlerinin iyileşen çevre şartlarında artış eğilimi göstermesi, tatmin edici düzeyde olmamaktadır. Dolayısıyla ekmeklik buğday üreticileri, statik stabil ekmeklik buğday çeşitlerini tercih etmemektedir.

PO açısından dinamik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olan yöntemlerden 7 tanesi parametrik, 4 tanesi parametrik olmayan, 3 tanesi ise çok değişkenli (PO ortalaması da dahil) olmak üzere 15 yöntemden oluşmaktadır. Parametrik yöntemlerden stabilite varyansı (σ_i^2) (Shukla, 1972) ve ekovalansa (W_i^2) (Wrickle, 1962) göre genotiplerin stabilite sıralamaları değişmemektedir (Wricke ve Weber, 1980). Hal böyle olunca, genotiplerin stabilite seviyelerinin belirlenmesinde bu iki yöntemden birisi tercih edilebilir. Stagnari ve ark. (2013) makarnalık buğdayda PO'nun stabilitesini Shukla (1972)'nin stabilite varyansını (σ_i^2) kullanarak belirlemişlerdir.

Parametrik yöntemlerden regresyon katsayısı (b_i) ve regresyondan sapmalar kareler ortalaması (S_{ai}^2) (Eberhart ve Russell, 1966), genotiplerin PO yönüyle stabilitelerinin belirlenmesinde 50 yıldan beri kullanılmaktadır. Söz konusu yöntemlerin başarılı olmasının en önemli nedeni, geliştirilen parametre ile genotiplerin performans ortalamalarının eş zamanlı olarak değerlendiriliyor olmasıdır. Koç ve ark. (2000) ve Sakin ve ark. (2011b) makarnalık buğdayda PO'nun stabilitesini belirlemek için b_i ve S_{ai}^2 (Eberhart ve Russell, 1966) yöntemlerini kullanmışlardır. Bazı genotiplerin b_i değerini 1'den oldukça yüksek veya düşük bulmalarına rağmen regresyon parametrelerinin stabilite analizlerinde etkili bir şekilde kullanılabilceğini bildirmişlerdir.

Denemede kullandığımız son iki parametrik yöntem ise varyasyon katsayısı (CV_i) (Francis ve Kannenberg, 1978) ve üstünlük ölçütü (P_i) (Lin ve Binns, 1988)'dir. Regresyon parametrelerinde olduğu gibi genotiplerin stabilitelere göre birbiriyle kıyaslanması esnasında hem CV_i (Francis ve Kannenberg, 1978) ve P_i (Lin ve Binns, 1988) değerleri ve hem de PO değerleri kullanılmaktadır. Sonuç itibarıyla genotiplerin hem yüksek PO ve hem de stabilite değerlerine göre karşılaştırılması, hem ıslahçı ve hemde yetiştirici açısından arzu edilen bir durumdur. Koppel ve Ingver (2010) ekmeklik buğdayda PO yönüyle genotiplerin stabiliteğini belirlemek için CV_i (Francis ve Kannenberg, 1978) ve P_i (Lin ve Binns, 1988) yöntemlerini kullanmışlar ve her iki yöntemde PO yüksek ve stabil genotiplerin belirlenmesinde faydalı olduğunu ortaya koymuşlardır.

Çizelge 4.10. Protein oranı için tüm stabilite yöntemlerinin ve seçilmiş genotiplerin değerlendirilmesi

Stabilite Yöntemleri	Seçilen Genotipler	Stabilite Tipi
-Protein oranı (PO)	H9, H4, H3, H7 ve H2 (Yüksek PO)	Dinamik (D)
Parametrik Yöntemler		
-Çevre varyansı (S_{xi}^2) (Roemer, 1917)	H10, H8 ve Ç5 (Düşük PO) Ç4 ve Ç2 (Yüksek PO)	Statik (S) + D
-Regresyon katsayısı (b_i) ve Regresyondan sapm. (S_{di}^2) (Eberhart ve Russell, 1966)	H9, H4, H3, H2, H7 ve Ç2 (Yüksek PO)	D
-Belirtme katsayısı (r_i^2) (Pinthus, 1973)	H2, Ç2, H11, Ç3 ve H15 (Yüksek PO)	D
-Stabilite varyansı (σ_i^2) ve (Shukla, 1972) Ekoyalans (W_i^2) (Wrickle, 1962)	Ç2, H2, H3, H9 ve H4 (Yüksek PO)	D
-Varyasyon katsayısı (CV_i) (Francis ve Kannenberg, 1978)	H3, H9 ve H4, Ç4 ve Ç2 (Yüksek PO)	D
-Üstünlük ölçütü (P_i) (Lin ve Binns, 1988)	H9, H4, H3, H7 ve H2 (Yüksek PO)	D
Parametrik Olmayan Yöntemler		
- $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$ (Huehn, 1979)	Ç2, H2, H3 ve H4 (Yüksek PO) Ç5 (Düşük PO)	S + D
-Sıra-Toplam (RS) (Kang, 1988)	H9, H3, H4, H2 ve Ç2 (Yüksek PO)	D
-En üst sıra (TOP) (Fox ve ark., 1990)	H9, H4, H3, Ç4 ve H6 (Yüksek PO)	D
-Sıra ortalaması (RM) ve Sıranın standart sapması (SDR) (Ketata, 1988)	H9, H4, ve H3 (Yüksek PO)	D
Çok Değişkenli Yöntemler		
-PA-CA (Alagarswamy ve Chandra, 1998)	Ç3, H11, H12, H13, H6, Ç2, H2, H15, H7, H3, H4 ve H9 (Yüksek PO)	D
-PA-Biplot (Alagarswamy ve Chandra, 1998)	-(H15, Ç2, H2 ve H7) Genel adaptasyon -(Ç4, H13, H6, H9, H4 ve H3) Özel adaptasyon	D D
-AMMI-Biplot (Gauch ve Zobel, 1996)	-(Ç2, H9, H3, H2 ve H7) Genel adaptasyon -(H10, Ç4, Ç5, H13, H14, H6 ve Ç1) Özel adaptasyon	D S + D
-GGE-Biplot (Yan ve ark., 2000)	-(H7, H2, H15 ve Ç2) Genel adaptasyon -(H13, H11, H9, H3, H4, Ç4 ve H14) Özel adaptasyon -(H15, Ç2, H2, H7, H13 ve H11) Yüksek PO ve stabil	D S + D D

Genotiplerin stabiliteilerinin belirlenmesi için kullanılan 8 parametrik olmayan stabilite yönteminden 4 tanesinin ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$) dinamik stabilite yaklaşımına uygun olmadığı tespit edilmiştir. Mut ve ark. (2010a), ekmeçlik buğdayda PO'nun

stabilitesini belirlemek için Huehn (1996)'nın ilk iki parametresini kullanmışlardır. Diğer taraftan geriye kalan 4 parametrik olmayan stabilite yönteminin (sıra ortalaması (RM) ve sıranın standart sapması (SDR) (Ketata, 1988), sıra-toplam (RS) (Kang, 1988) ve en üst sıra (TOP) (Fox ve ark., 1990)) teorik olarak birbirine benzerlikleri yüksektir. Dolayısıyla stabilite analizlerinde bu yöntemlerden herhangi birisinin kullanılması önerilebilir. Yapılan literatür taramasına göre herhangi bir bitkide PO açısından parametrik olmayan stabilite yöntemlerinden sıra ortalaması (RM) ve sıranın standart sapması (SDR) (Ketata, 1988), sıra-toplam (RS) (Kang, 1988) ve en üst sıra (TOP) (Fox ve ark., 1990) yöntemlerinin kullanıldığına dair herhangi bir yayına rastlanılmamıştır.

Kalite özelliklerinin stabilite analizlerinde çok değişkenli yöntemlerin kullanıldığına dair sadece 4 adet yayına rastlanmıştır. Rharrabti ve ark. (2003) ve Haile ve ark. (2007) makarnalık buğdayda; Morgounov ve ark (2007) ve Mladenov ve ark. (2012) ise ekmeklik buğdayda PO stabilitesini belirlemek için çok değişkenli yöntemlerden AMMI-Biplot ve GGE-Biplot tekniklerini kullanmışlardır. Aynı çalışmalarda genotiplerin PO yönüyle özel ve genel adaptasyon yetenekleri ve yüksek PO veren çevreler görsel olarak tespit edilmiştir. Söz konusu araştırmaların bulguları ile mevcut çalışmamızın bulguları arasında yüksek oranda bir uyum söz konusudur. Diğer taraftan denememizde kullandığımız bir diğer çok değişkenli yöntem olan PA-CA + PA-Biplot üzerine yayınlanmış herhangi bir literatür bulgusuna rastlanmamıştır.

Sonuç olarak, ekmeklik buğdayda birden fazla çevrede yürütülecek çalışmalarında PO yönüyle genotiplerin stabiliteilerinin belirlenmesi hedefleniyorsa, genotiplerin PO değerlerinin genel ortalamanın üzerinde olması koşuluyla parametrik (çevre varyansı (S_{xi}^2) (Roemer, 1917) hariç), parametrik olmayan (Huehn (1979)'nün 4 parametresi ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$) hariç) ve çok değişkenli yöntemlerden herhangi birisinin veya birkaçının tercih edilmesinde herhangi bir sakınca yoktur. Doğal olarak araştırmacının hem analizi ve hem de yorumlanması kolay olan yöntemleri tercih etmesi beklenmektedir.

4.3. Glüten Oranı

4.3.1. Varyans Analizi

Deneme, 2012-2013 ve 2013-2014 yetiştirme sezonlarında OAB'nin 3 ilinde (Konya, Eskişehir ve Ankara) 20 ekmeklik buğday genotipi (5 çeşit + 15 hat) kullanılarak yürütülmüştür. Denemede kullanılan genotiplerin gluten oranı (GO) için birleştirilmiş varyans analizi yapılarak Genotip (G), Yıl (Y) ve Lokasyon (L) ana etkileri ile Genotip x

Yıl Etkileşimi (GYE), Genotip x Lokasyon Etkileşimi (GLE) ve Genotip x Yıl x Lokasyon Etkileşimi (GYLE)'nin istatistiksel olarak önemlilik düzeyleri belirlenmiştir (Çizelge 4.11).

Varyans analizi sonuçlarına göre Y ve G ana etkisi ile Yıl x Lokasyon Etkileşimi (YLE), GYE, GLE ve GYLE $P < 0.01$ düzeyinde, L ana etkisi $P < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Y, L ve G ana etkileri ile bunların birbirleriyle olan etkileşimlerinin önemli çıkması, genotiplerin stabilitelerinin belirlenmesi için GO değerlerine stabilite analiz yöntemlerinin uygulanabileceğini göstermiştir. Ayrıca denemeye ait CV değerinin % 3.44 ve R^2 değerinin 0.96 çıkması, deneme hatasının kabul edilebilir düzeyde olduğunu göstermektedir (Gomez ve Gomez, 1984; Bowley, 1999).

Çizelge 4.11. Glüten oranının genotip, yıl ve lokasyon üzerinden birleştirilmiş varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F	% ^a
Genotip, Yıl ve Lokasyon Etkileşimi					
Yıl (Y)	1	1478.21	1478.21	1109.61**	30
Lokasyon (L)	2	1689.43	844.72	16.45*	34
Y x L Etkileşimi (YLE)	2	102.68	51.34	38.54**	2
Tekerrür (Y x L)	6	51.35			1
Genotip (G)	19	702.36	36.97	7.02**	14
G x Y Etkileşimi (GYE)	19	100.12	5.27	3.96**	2
G x L Etkileşimi (GLE)	38	501.39	13.19	2.53**	10
G x Y x L Etkileşimi (GYLE)	38	198.25	5.22	3.92**	4
Hata	114	151.87	1.33		3
Genel	239	4975.66			100
Genotip ve Çevre Etkileşimi					
Çevre (Ç)	5	3270.32	654.06	76.42**	66 ^b
Tekerrür (Ç)	6	51.35	8.56		1
Genotip (G)	19	702.36	36.97	4.39**	14 ^c
G x Ç Etkileşimi (GÇE)	95	799.76	8.42	6.32**	16 ^d
Hata	114	151.87	1.33		3
Genel	239	4975.66			100
CV (%) = 3.44	$R^2 = 0.96$	Deneme Ortalaması = 33.6 (%)			

*,** sırasıyla $P < 0.05$ ve $P < 0.01$ seviyesinde önemli; ^a Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması (varyans payı), ^b Çevre varyansı (Yıl + Lokasyon + Y x L Etkileşimine ait varyans paylarının toplamı), ^c Genotip varyansı, ^d Genotip x Çevre Etkileşimi varyansı (G x Y + G x L + G x Y x L Etkileşimlerine ait varyans paylarının toplamı)

Varyasyon kaynakları içerisinde Y (% 30) ve L (% 34) ana etkileri, GO üzerine en fazla etki eden unsurlar olmuşlardır (Çizelge 4.11). Diğer taraftan YLE'nin etkisi (% 2) düşük seviyede kalmıştır. Y, L ve YLE üçü birlikte Çevre (Ç) etkisini oluşturmuş ve Ç'nin tüm varyasyon içindeki payı % 66 olmuştur. G ana etkisinin (% 14) toplam varyasyondaki payı, Y ve L ana etki paylarının yaklaşık 1/2'si kadar olmuştur. GYE, GLE ve GYLE üçü birlikte Genotip x Çevre Etkileşimi (GÇE)'ni oluşturmuş ve GÇE'nin toplam varyasyondaki payı % 16 civarında olmuştur.

Birden fazla çevrede yürütülen denemelerde, Ç ana etkisinin toplam varyasyondaki payı % 80-90 arasında değişirken, GÇE'nin payı, G ana etkisinin payından çoğunlukla daha yüksektir (Romagosa ve Fox, 1993). Genel olarak G, Ç ve GÇE'nin toplam varyasyondaki payları sırasıyla % 10, % 70 ve % 20 şeklinde bildirilmiştir (Gauch ve Zobel, 1996).

Denemede GO için tespit edilen G, Ç ve GÇE'nin toplam varyasyondaki payları (sırasıyla % 14, % 66 ve % 16) Romagosa ve Fox (1993) ve Gauch ve Zobel (1996) tarafından bildirilen paylarla benzerlik göstermektedir.

Borghini ve ark. (1997) ekmeklik buğdayda GO için Ç payını, hem G ve hem de GÇE paylarından daha yüksek bularak deneme bulgularımızı desteklemişlerdir. Aynı zamanda Akdeniz ikliminin egemen olduğu yerlerde GÇE'nin hem dane verimi ve hemde kalite özelliklerini etkilediğinden dolayı çeşit ve yer seçiminin önemli olduğunu vurgulamışlardır.

4.3.2. Ortalamaların Karşılaştırılması

Denemenin GO ortalaması % 33.6 olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.12). Denemede önemli bir kalite kriteri olarak incelediğimiz GO, Toprak Mahsulleri Ofisi Hububat Alım ve Satış Esaslarına İlişkin Uygulama Yönetmeliği buğday alım kriterleri içerisinde yer almamaktadır (<https://www.tmo.gov.tr>). Diğer taraftan un fabrikaları buğday alımı yaparken kalite laboratuvarlarında GO'nı belirlemekte ve fiyatlandırmada kullanmaktadır. Genelde GO % 30'un altındaki buğdayların alımı yapılmamaktadır.

Y, L, G ve bunların birbirleriyle olan etkileşimlerine ait GO değerleri Çizelge 4.12'de verilmiştir. Denemenin yürütüldüğü iki yıl (2012-2013 ve 2013-2014 yetiştirme sezonları) ve üç lokasyon (Konya, Eskişehir ve Ankara) kendi aralarında karşılaştırıldığında, ikinci yılda (% 35.8) birinci yıldan (% 31.5) % 4.3 daha yüksek GO elde edilirken, lokasyonlarda en yüksek GO, Eskişehir (% 36.2) lokasyonundan, en düşük GO, Ankara (% 30.4) lokasyonundan alınmıştır. YLE'ne ait GO değerleri incelendiğinde,

her iki yılda en düşük GO Ankara lokasyonundan (sırasıyla % 28.2 ve 32.5) alınırken, buna mukabil en yüksek GO, birinci yılda Eskişehir lokasyonundan (% 35.5) ve ikinci yılda Konya lokasyonundan (% 37.9) alınmıştır.

Denemede yer alan genotipler yıl ve lokasyon üzerinden GO değerleriyle kıyaslandığında en yüksek ilk 5 genotip sırasıyla H7, H9, H4, H6 ve H3 olurken, en düşük ilk 5 genotip ise sırasıyla H5, Ç1, H1, H8 ve H13 olmuştur (Çizelge 4.12). En yüksek GO'na sahip genotipler içerisinde herhangi bir çeşit yer almamıştır. GO en düşük ve en yüksek genotipler içerisinde hatların yer alması, denemede kullandığımız genotipler arasında GO özelliği açısından genetik bir varyasyonun olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.12. Gluten oranının genotip, yıl ve lokasyon ile etkileşimlerine ait ortalamaları

Genotip	2012-2013				2013-2014				İki Yıl Ort.			
	K [†]	E	A	Ort.	K	E	A	Ort.	K	E	A	Gen. Ort.
Ç1	27.5	30.8	25.6	28.0	33.8	34.2	30.8	32.9	30.6	32.5	28.2	30.4
Ç2	30.0	32.8	26.8	29.8	38.8	44.2	35.2	39.4	34.4	34.5	29.9	34.6
Ç3	28.4	31.2	26.3	28.6	37.9	40.8	35.2	38.0	33.2	34.6	29.5	33.3
Ç4	31.5	37.3	29.3	32.7	38.1	33.2	29.5	33.6	34.8	36.4	29.4	33.1
Ç5	30.2	34.6	27.4	30.7	37.4	32.5	33.1	34.3	33.8	30.5	27.8	32.5
H1	30.3	32.9	25.9	29.7	34.6	40.3	28.8	34.6	32.4	32.3	26.8	32.1
H2	32.1	40.2	26.3	32.9	39.5	37.3	34.9	37.2	35.8	35.1	30.0	35.0
H3	31.3	36.5	28.5	32.1	43.5	38.5	34.0	38.7	37.4	38.1	31.3	35.4
H4	30.3	40.1	29.5	33.3	40.3	38.4	34.5	37.7	35.3	38.4	32.0	35.5
H5	32.0	32.5	28.4	31.0	27.6	32.5	25.9	28.7	29.8	32.9	29.6	29.8
H6	34.5	40.6	30.5	35.2	35.8	39.9	31.2	35.6	35.2	32.9	34.5	35.4
H7	32.8	36.4	28.9	32.7	42.3	39.0	36.3	39.2	37.6	36.3	31.1	35.9
H8	31.5	41.5	33.6	35.5	32.4	28.0	25.5	28.6	32.0	30.9	28.1	32.1
H9	32.3	42.5	29.8	34.9	38.3	36.5	35.1	36.6	35.3	37.1	32.6	35.7
H10	38.6	35.4	35.6	36.5	35.6	27.4	25.8	29.6	37.1	28.4	30.3	33.1
H11	28.6	36.5	27.2	30.8	41.8	38.5	35.5	38.6	35.2	34.0	29.3	34.7
H12	28.9	31.5	25.6	28.7	38.9	42.9	39.7	40.5	33.9	34.1	31.1	34.6
H13	25.6	30.3	27.0	27.6	40.0	38.5	32.6	37.0	32.8	34.4	31.3	32.3
H14	28.6	32.8	26.5	29.3	42.6	38.6	35.9	39.0	35.6	34.5	26.6	34.2
H15	29.8	32.8	26.4	29.6	39.8	36.1	31.0	35.6	34.8	34.9	27.9	32.6
Ort.	30.7	35.5	28.2	31.5	37.9	36.9	32.5	35.8	34.3	36.2	30.4	33.6

Y LSD_(0.05) = 2.1 (%), L LSD_(0.05) = 1.8 (%), YLE LSD_(0.05) = 3.2 (%), G LSD_(0.05) = 2.5 (%), GYE LSD_(0.05) = 4.2 (%), GLE LSD_(0.05) = 4.5 (%), GYLE LSD_(0.05) = 6.3 (%)

[†] K, Konya; E, Eskişehir; A, Ankara

Genotiplerin yıllarla olan etkileşimi (GYE) incelendiğinde (Çizelge 4.12), en yüksek GO'nun birinci yılda (2012-2013 yetiştirme sezonu) sırasıyla H10, H8, H6, H9 ve H4'ten, ikinci yılda (2013-2014 yetiştirme sezonu) sırasıyla H12, Ç2, H7, H14, H13 ve H3'den, en

düşük GO'nun ise birinci yılda sırasıyla H13, Ç1, Ç3, H12 ve H14'ten, ikinci yılda sırasıyla H8, H5, H10, Ç1 ve Ç4'ten elde edildiği görülmüştür.

Genotiplerin lokasyonlarla olan etkileşimi (GLE) ele alındığında (Çizelge 4.12), en yüksek GO'nun Eskişehir lokasyonundan sırasıyla H4, H3 ve H9'dan ve Konya lokasyonundan sırasıyla H7, H3 ve H10'dan, en düşük GO'nun ise Ankara lokasyonundan sırasıyla H14, H1, Ç5 ve H15'ten elde edildiği görülmüştür. Lokasyonlara göre genotiplerin GO sıralamalarının değişmesi, yani yüksek GO'na sahip olan genotipler ile düşük GO'na sahip olan genotiplerin lokasyonlara göre farklılık göstermesini, Baker (1988) çapraz etkileşim olarak ifade etmiş ve bu tip etkileşimin GO yüksek genotiplerin geliştirilme sürecini zorlaştırdığını bildirmiştir. Çünkü bu tip genotiplerin, GO değerleri lokasyondan lokasyona farklılık gösterebilmekte ve çoğunlukla genel adaptasyon yetenekleri düşük iken özel adaptasyon yetenekleri yüksek olmaktadır.

Denemede yer alan 3 konuya (G, Y ve L) ait etkileşimin (GYLE) GO değerleri yakından incelendiğinde (Çizelge 4.12), birinci yılda (2012-2013 yetiştirme sezonu) en düşük GO'nun Konya (sırasıyla H13, Ç1, Ç3, H14 ve H11) ve Ankara (sırasıyla Ç1, H12, H1, Ç3 ve H2) lokasyonlarından, birinci yılda en yüksek GO'nun Eskişehir lokasyonundan (sırasıyla H9, H8, H6, H2 ve H4) alındığı; buna mukabil ikinci yılında en düşük GO'nun Ankara lokasyonundan (sırasıyla H8, H10 ve H5), ikinci yılda en yüksek GO'nun Eskişehir (sırasıyla Ç2, H12, Ç3 ve H1) ve Konya (sırasıyla H3, H14, H7 ve H11) lokasyonlarından alındığı tespit edilmiştir.

4.3.3. Parametrik Stabilite Yöntemleri

Denemede 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeklik buğday genotipinin GO yönüyle stabilitelerini belirlemek için 8 parametrik stabilite yöntemi kullanılmıştır (Çizelge 4.13). İlk sırada yer alan çevre varyansı (S_{xi}^2) Roemer (1917) tarafından önerilmiştir. S_{xi}^2 değerleri, sıfıra yakın olan genotipler stabil olarak kabul edilmektedir (Lin ve ark., 1986; Becker ve Leon, 1988). S_{xi}^2 değeri sıfıra en yakın genotipler sırasıyla H5, Ç1, Ç5, Ç4 ve H6 olurken, S_{xi}^2 değeri en yüksek genotipler ise sırasıyla H12, Ç2, H14, H13 ve H11 olmuştur. Genotipler içerisinde 3 çeşit ve 2 hattın stabilite seviyeleri en yüksek olurken, 1 çeşit ve 4 hattın ise stabilite seviyeleri en düşük olmuştur.

Eberhart ve Russell (1966) stabilite analizlerinde doğrusal regresyon katsayısı (b_i) ve regresyondan sapmalar kareler ortalamasının (S_{di}^2) stabilite parametresi olarak kullanılabilceğini; stabil bir genotipin b_i değerinin 1 civarında, GO'nun genel ortalamasının

üstünde ve S_{di}^2 değerinin sıfıra yakın olması gerektiğini bildirmişlerdir. Eberhart ve Russell (1966)'ın 3 parametresine göre en stabil genotipler sırasıyla H9, H7, H4 ve H1 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.13). En stabil 4 genotipin sadece hatlardan oluşması, çeşit geliştirme sürecinde yüksek GO değeri ve stabilitesinin dikkate alındığını göstermektedir. Diğer taraftan bazı genotiplerin b_i değerinin 1'den çok yüksek (H14, H11 ve Ç2 için $b_i > 1.4$) ya da 1'den çok düşük (H8, H10 ve H5 için $b_i < 0.4$) olduğu belirlenmiştir. Finlay ve Wilkinson (1963) arpada, Sakin ve ark. (2011b) makarnalık buğdayda yaptıkları çalışmalarda bazı genotiplerin b_i değerlerini 1'den yüksek ve/veya çok düşük bulmuşlardır. Finlay ve Wilkinson (1963)'a göre b_i değeri sıfıra yakın genotipler, kötü çevrelerde yüksek GO verirken, b_i değeri 1'den yüksek olan genotipler ise iyi çevrelerde yüksek GO vermektedir. Aynı zamanda b_i değeri sıfıra yakın genotiplerin stabiliteyi ortalamasının üstünde, b_i değeri 1'den yüksek olan genotiplerin ise stabiliteyi ortalamasının altındadır.

Pinthus (1973), belirtme katsayısının (r_i^2) bir stabilite parametresi olarak kullanılabileceğini bildirmiştir. r_i^2 değeri 1'e yakın olan genotipler stabil olarak kabul edilmektedir (Pinthus, 1973). r_i^2 değeri en yüksek (1'e yakın) genotipler sırasıyla H3, H7, H11, Ç1, H4 ve H15 olurken en düşük genotipler (r_i^2 değeri sıfıra yakın) ise sırasıyla H8, H5, H10, H6 ve H12 olmuştur (Çizelge 4.13).

Wrickle (1962), stabiliteyi bir genotipin GÇE'ne katkısı olarak belirlemiştir. Bir genotipin GÇE içerisindeki payını, Wrickle (1962) ekovalans (W_i^2) olarak tanımlamış ve W_i^2 değeri sıfıra yakın olan genotiplerin stabil olacağını bildirmiştir. Wricke (1962)'in W_i^2 yöntemine alternatif olarak Shukla (1972), stabilite varyansını (σ_i^2) önermiştir. Wricke ve Weber (1980), σ_i^2 ile W_i^2 arasında doğrusal bir ilişki olduğunu ve her iki yöntemle göre genotiplerin stabilite sıralamalarının aynı olacağını bildirmişlerdir. Çizelge 4.13'de verilen σ_i^2 ve W_i^2 değerlerine bakıldığında, her iki yöntemle göre genotiplerin sıralamalarının aynı olduğu görülmektedir. İki parametreye göre en stabil genotipler sırasıyla Ç1, H7, H11, H4 ve Ç5 olurken stabilitesi en düşük olan genotipler ise sırasıyla H10, H8, H12, H5 ve Ç2 olmuştur.

Parametrik stabilite yöntemlerine ilave olarak Francis ve Kannenberg (1978) varyasyon katsayısı (CV_i) yöntemini önermiştir. Bu yöntemle göre stabil bir genotipin CV_i değeri sıfıra yakın ve GO değeri, genel ortalamasının üstünde olmalıdır. Bu iki stabilite parametresine göre en stabil genotipler sırasıyla H6, H9, H7, H4 ve H2 olurken stabilitesi en düşük genotipler ise sırasıyla H12, H13, Ç2, H14 ve H8 olmuştur (Çizelge 4.13).

Fakat stabil olmayan genotipler içerisinde H12, Ç2 ve H14'ün GO değerleri, genel ortalamanın (% 33.6) üzerinde gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.13. Glütten oranı için parametrik stabilite yöntemleri

Genotip	\bar{X}^\dagger	S_{xi}^2	b_i	S_{di}^2	r_i^2	W_i^2	σ_i^2	CV_i	P_i
Ç1	30.4	11.55	0.86	1.33	0.92	5.79	0.61	11.16	52.78*
Ç2	34.6	39.07	1.41*	15.96	0.71	65.41**	13.86*	18.04	23.98
Ç3	33.3	31.68	1.26	11.91	0.72	49.42*	10.31*	16.90	31.78
Ç4	33.1	14.51	0.82	7.56	0.66	26.25	5.16	11.49	30.94
Ç5	32.5	12.01	0.81	3.96	0.80	14.20	2.48	10.65	34.82
H1	32.1	25.33	1.14	11.36	0.72	35.70	7.26	15.66	39.03
H2	35.0	27.33	1.29	3.09	0.86	24.31	4.73	14.91	18.39
H3	35.4	28.53	1.37*	0.87	0.93	18.71	3.48	15.10	17.05
H4	35.5	23.32	1.22	1.80	0.91	13.75	2.38	13.59	15.23
H5	29.8	8.28	0.13**	8.98	0.03	93.07**	20.01*	9.65	64.62**
H6	35.4	17.98	0.83	5.50	0.55	42.08*	8.68	11.97	16.37
H7	35.9	21.91	1.19	1.35	0.92	11.05	1.78	13.02	12.98
H8	32.1	30.28	0.08**	32.66	0.01	209.97**	45.98**	17.15	53.55*
H9	35.7	20.07	0.96	3.05	0.65	34.36	6.96	12.53	15.06
H10	33.1	26.76	0.34**	41.71	0.06	254.14**	55.80**	15.64	49.02*
H11	34.7	32.43	1.45*	3.46	0.92	26.49	5.21	16.42	21.63
H12	34.6	47.29	1.39*	29.19	0.58	109.49**	23.66*	19.88	28.16
H13	32.3	34.95	1.36*	6.43	0.76	51.37*	10.74*	18.28	40.57*
H14	34.2	37.08	1.46*	4.61	0.81	49.04*	10.22*	17.82	26.95
H15	32.6	22.59	1.21	0.21	0.91	11.94	1.98	14.55	34.26
Ort.	33.6	25.65	1.03	9.75	0.67	57.33	12.06	14.72	31.36

*, ** sırasıyla $P < 0.05$ ve $P < 0.01$ seviyesinde önemli (stabil değil)

$\dagger \bar{X}$, Glütten oranı (%); S_{xi}^2 , Çevre varyansı (Roemer, 1917); b_i , Regresyon katsayısı (Eberhart ve Russell, 1966); S_{di}^2 , Regresyondan sapmalar kareler ortalaması (Eberhart ve Russell, 1966); r_i^2 , Belirtme katsayısı (Pinthus, 1973); W_i^2 , Ekovalans (Wricke, 1962); σ_i^2 , Stabilite varyansı (Shukla, 1972); CV_i , Varyasyon katsayısı (Francis ve Kanenberg, 1978); P_i , Üstünlük ölçütü (Lin ve Binns, 1988)

Üstünlük ölçütü (P_i), bir çevrede denemeye alınan bir genotipin GO değeri ile o çevrede denemeye alınan diğer genotipler arasında maksimum GO'nı veren genotipin değeri arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır (Lin ve Binns, 1988). Bir genotipin GO'nun farklı çevrelerde sürekli yüksek seyretmesi, o genotipin GO'nun maksimum GO'na yakın olacağı anlamına gelmektedir. Dolayısıyla bir genotipin P_i değeri sıfıra yakın ise stabilitesi yüksek demektir. Lin ve Binns (1988), P_i değerinin aynı zamanda genotiplerin genel adaptasyon yeteneklerinin bir göstergesi olduğunu ve çevreler üzerinden performans ortalamalarına göre kıyaslama yapılmasının doğru olacağını bildirmişlerdir. P_i ve GO değerleri birlikte değerlendirildiğinde en stabil genotipler sırasıyla H7, H9, H4, H6 ve H3 olurken stabilitesi en düşük olan genotipler ise sırasıyla H5, H8, Ç1, H10 ve H13 olmuştur

(Çizelge 4.13). Stabilitesi en yüksek genotiplerin aynı zamanda GO değerleri genel ortalamanın üstünde iken, stabilitesi en düşük olan genotiplerin GO değerleri ise genel ortalamanın altında kalmıştır. Stabilitesi en yüksek ilk beş genotipin denemede kullanılan hatlardan oluşması ve çeşitlerin yer almaması önemli bir ayrıntı olarak belirtilmelidir.

4.3.4. Parametrik Olmayan Stabilitate Yöntemleri

Denemede 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeklik buğday genotipinin GO yönüyle stabiliteelerini belirlemek için 8 parametrik olmayan stabilite yöntemi kullanılmıştır (Çizelge 4.14).

Denemede kullanılan parametrik olmayan stabilite yöntemlerinden ilk dördü ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$) Huehn (1979) tarafından geliştirilmiştir (Çizelge 4.14). Stabil bir genotipin $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$ değerleri sıfıra yakın olmalıdır (Huehn, 1996). Huehn (1979)'ün 4 parametrik olmayan stabilite yöntemine ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$) göre en stabil genotipler sırasıyla H7, H3, Ç1, Ç5, H4 ve H15 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.14). Stabilitesi en düşük olan genotipler ise sırasıyla H10, H8, H12 ve H5 olarak tespit edilmiştir.

Kang (1988), parametrik olmayan stabilite yöntemi olarak Sıra-Toplam (RS) yöntemini önermiştir. Deneme çevreleri üzerinden en yüksek GO'na sahip genotipe sıra değeri olarak 1 (rakamla bir) verilirken, en düşük GO'na sahip genotipe ise sıra değeri olarak en yüksek değer (genotip sayısı kadar) verilir. Kang (1988), aynı zamanda Shukla (1972)'nin stabilite varyansını da (σ_i^2) RS yöntemine dâhil etmiştir. Her bir genotip için σ_i^2 değeri hesaplandıktan sonra en düşük σ_i^2 değerine sahip genotipe sıra değeri olarak 1 verilirken (GO sıralamasında yapıldığı gibi), en yüksek σ_i^2 değerine sahip genotipe en yüksek sıra değeri (genotip sayısı kadar) verilir. Hem GO ve hem de Shukla (1972)'nin stabilite varyansı (σ_i^2) değerlerine göre oluşturulan sıra değerleri toplanarak RS değerleri elde edilmektedir. RS değeri en düşük olan genotip, en yüksek stabiliteye sahip olmaktadır (Kang, 1988). Bu tanıma göre en yüksek stabiliteye sahip genotipler sırasıyla H7, H4, H3, H9 ve H2 olurken en düşük stabiliteye sahip genotipler ise sırasıyla H5, H8, H10, H13 ve H1 olmuştur (Çizelge 4.14). RS yöntemine göre stabilitesi en yüksek ve en düşük genotiplerin tümünün hatlardan oluşması ve denemede kullanılan 5 çeşitten hiçbirisinin bu sıralamada yer almaması önemli bir ayrıntı olarak vurgulanmalıdır.

Fox ve ark. (1990), parametrik olmayan stabilite yöntemi olarak en üst sıra (TOP), orta sıra (MIDDLE) ve alt sıra (BOTTOM) yöntemlerini önermişlerdir. Söz konusu üç

yöntem içerisinde en yayın olarak kullanılanı, en üst sıra (TOP) yöntemidir. En üst sıra (TOP) yönteminde, birden fazla çevrede denemeye alınan genotiplerin, her bir çevrede ilk üç sırada yer alma oranı belirlenmektedir. En üst sıra (TOP) değeri 100'e en yakın olan genotip, en stabil olarak kabul edilmektedir. Yüksek TOP değeri bir genotipin genel adaptasyon yeteneğini de göstermektedir. Fox ve ark. (1990), tarafından yapılan tanıma göre en yüksek stabiliteye sahip genotipler, GO değerleriyle birlikte değerlendirildiğinde sırasıyla H7, H6 (TOP değeri = 66.6), H9 ve H4 (TOP değeri = 50) olurken en üst sıraya (TOP) giremeyen genotipler ise Ç1, Ç5 ve H15'den oluşmuştur. En stabil genotipler içerisinde 4 hat yer almıştır (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Glütten oranı için parametrik olmayan stabilite yöntemleri

Genotip	\bar{X}^\dagger	$S_i^{(1)}$	$S_i^{(2)}$	$S_i^{(3)}$	$S_i^{(6)}$	RS	TOP	RM	SDR
Ç1	30.4	4.33	12.86	1.20	0.58	20	0.00	17.5	2.0
Ç2	34.6	8.13	46.66	14.14	2.61	24	33.33	9.3	5.2
Ç3	33.3	8.12	43.86	17.50	2.62	25	33.33	12.3	6.4
Ç4	33.1	6.60	33.36	10.60	2.31	20	33.33	10.5	4.8
Ç5	32.5	4.46	19.76	3.03	1.01	20	0.00	12.5	2.6
H1	32.1	6.53	28.25	11.09	1.94	28	16.66	13.0	5.4
H2	35.0	6.16	26.24	12.13	2.39	13	33.33	9.0	4.8
H3	35.4	4.20	18.30	7.17	1.73	11	16.66	7.2	3.2
H4	35.5	4.60	14.16	5.56	2.04	7	50.00	7.7	3.0
H5	29.8	9.26*	57.10*	10.83	1.91	37	16.66	14.5	5.6
H6	35.4	7.80	48.16	23.53	4.19	16	66.66	6.8	5.7
H7	35.9	4.16	12.26	7.60	2.80	3	66.66	5.0	2.8
H8	32.1	10.46**	87.10**	32.91	4.01	37	33.33	11.7	8.7
H9	35.7	5.93	25.36	15.80	3.30	12	50.00	6.7	4.6
H10	33.1	10.66**	79.20**	33.20	3.85	33	33.33	11.2	8.6
H11	34.7	7.33	36.26	12.90	2.42	16	33.33	8.7	4.5
H12	34.6	10.33**	76.96**	29.12	3.73	27	33.33	10.7	8.0
H13	32.3	8.33	48.30	12.51	2.07	31	16.66	13.3	5.6
H14	34.2	8.73	54.56*	20.62	3.45	23	33.33	9.3	6.2
H15	32.6	5.01	16.70	3.38	0.92	17	0.00	13.2	3.1
Ort.	33.6	7.05	39.25	14.24	2.49	21	30.00	10.51	5.04

*, ** sırasıyla $P < 0.05$ ve $P < 0.01$ seviyesinde önemli (stabil değil)

† \bar{X} , Glütten oranı (%); Huehn (1979)'ün parametreleri $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$; RS, Sıra-Toplam (Kang, 1988); TOP, Fox ve ark. (1990)'nın en üst sıra parametresi; RM, Sıra ortalaması (Ketata, 1988); SDR, Sıranın standart sapması (Ketata, 1988)

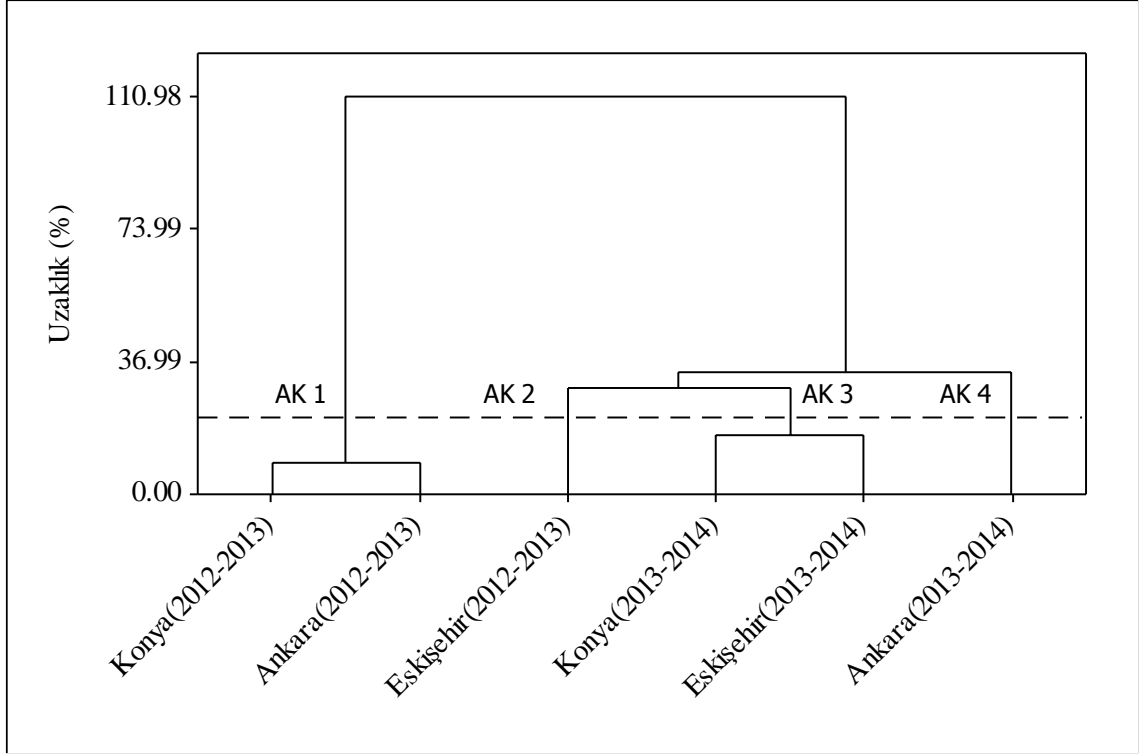
Ketata (1988), sıranın ortalaması (RM) ve standart sapmasını (SDR) parametrik olmayan stabilite yöntemleri olarak önermiştir. Söz konusu yöntemler uygulanırken, genotipler her bir çevrede büyüklüklerine göre sıralanmakta ve en yüksek GO'na sahip

genotipe sıra değeri olarak 1 (rakamla bir) değeri verilmektedir. Daha sonra farklı çevrelerdeki sıra değerlerinin ortalaması ve standart sapması hesaplanmaktadır. Bu bilgiler doğrultusunda, düşük RM ve SDR değerlerine sahip genotipler (sırasıyla H7, H9, H3 ve H4) yüksek GO'na sahip ve stabil (izelge 4.14); düşük RM ve yüksek SDR değerlerine sahip genotipler (sırasıyla H6, H11, H2, 2 ve H14) yüksek GO'na sahip ve stabil değil; yüksek RM ve SDR değerlerine sahip genotipler (sırasıyla 4, H12, H10, H8 ve 3) düşük GO'na sahip ve stabil değil; yüksek RM ve düşük SDR değerlerine sahip genotipler (1, 5 ve H15) ise düşük GO'na sahip ve stabil olarak değerlendirilmektedir.

4.3.5. Çok Değişkenli (Multivariate) Yöntemler

Denemede 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeklik buğday genotipinin GO yönüyle stabilitelerini belirlemek için 3 çok değişkenli yöntem kullanılmıştır.

Çok değişkenli yöntemlerden ilki olan Pattern Analizi (PA); hem Kümleme (CA) ve hem de Ana Bileşenler Analiz (PCA) yöntemlerini içermektedir (Alagarswamy ve Chandra, 1998). PA-CA sonuçlarına göre denemenin yürütüldüğü çevreler dört alt kümeye (AK 1, AK 2, AK 3 ve AK 4) ayrılmıştır (Şekil 4.11). Birinci alt kümeyi (AK 1) Konya (2012-2013) ve Ankara (2012-2103) evreleri; ikinci alt kümeyi (AK 2) sadece Eskişehir (2012-2013) evresi; üçüncü alt kümeyi Konya (2013-2014) ve Eskişehir (2013-2014) evreleri ve dördüncü alt kümeyi ise sadece Ankara (2013-2014) evresi oluşturmuştur. Daha önceki konuda ele alınan PO özelliğinde, çevrelerin oluşturduğu dendrogram (Şekil 4.6) ile GO için çevrelerin oluşturduğu kümelenme şekli farklılık arz etmektedir (Şekil 4.11). Örneğin AK 1'de yer alan çevreler denemenin ilk yılına ait olup Konya ve Ankara lokasyonlarını kapsarken, denemenin ilk yılına ait Eskişehir lokasyonu münferit olarak AK 2'de yer almaktadır. Bu durumunun sebebi, birinci yıla ait Eskişehir evresinin yine ilk yıla ait Konya ve Ankara çevrelerinden farklı olmasıyla izah edilebilir. Benzer şekilde ikinci yıla ait Konya ve Eskişehir lokasyonları, AK 3'de yer alırken, ikinci yıla ait Ankara lokasyonu ferdi olarak AK 4'de yer almıştır. Yine bu durum, ancak ikinci yılda oluşan çevreler arası farklılıkla izah edilebilir. Fakat asıl vurgulanması gereken husus, AK 1 ile diğer alt kümelerin farklı olmasıdır. Çünkü nihayi olarak AK 2, AK 3 ve AK 4 alt kümeleri büyük alt kümeyi oluştururken, AK 1 ise ferdi olarak başka bir büyük alt kümeyi oluşturmaktadır. Bu durum çevrelerin kümeleşme şekli üzerine hem yılın ve hem de lokasyonun etkili olduğunu göstermektedir (Şekil 4.11).

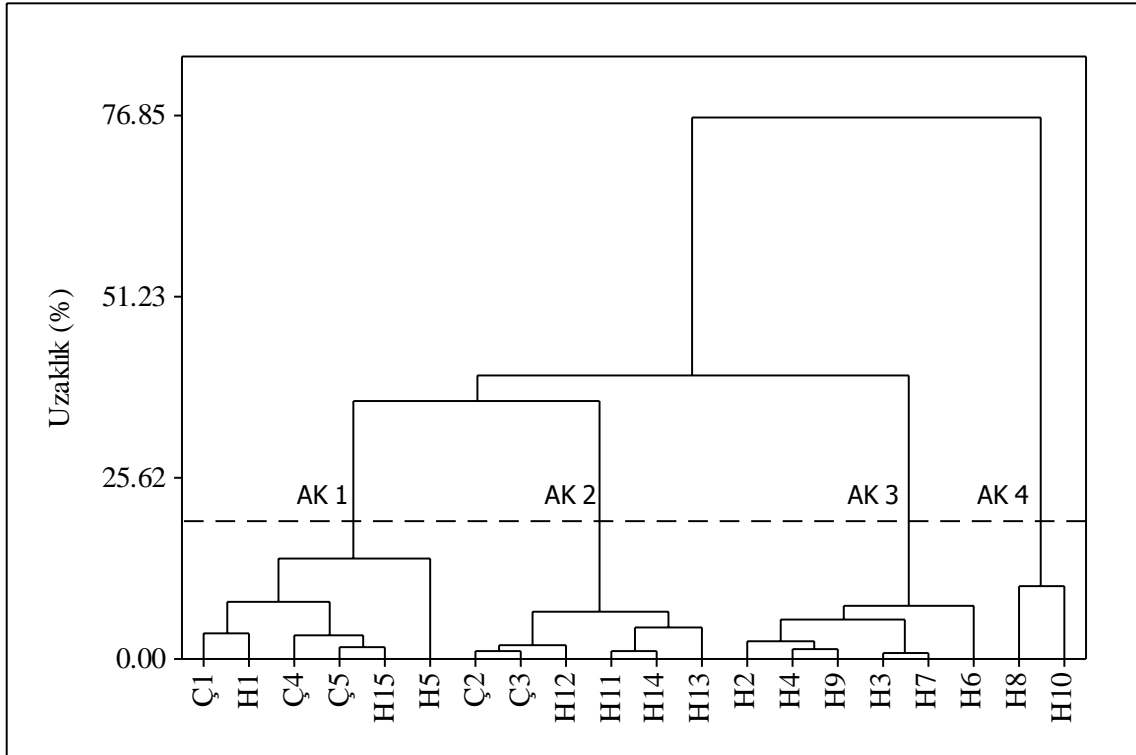


Şekil 4.11. Glütten oranı için lokasyonların yıllara göre dendrogramı (AK, Alt Küme; Uzaklık % 20)

Denemede yer alan genotiplerin PA-CA'ndan elde edilen dendrogramı Şekil 4.12'de verilmiştir. PA-CA'ne göre genotipler, GO için 4 tane alt kümeye (AK 1, AK 2, AK 3 ve AK 4) ayrılmışlardır. AK 1'de 6 genotip (Ç1, H1, Ç4, Ç5, H15 ve H5), AK 2'de 6 genotip (Ç2, Ç3, H12, H11, H14 ve H13), AK 3'de 6 genotip (H2, H4, H9, H3, H7 ve H6) ve AK 4'de 2 genotip (H8 ve H10) yer almıştır. Alt kümelerden AK 2 ve AK 3 yer alan 12 genotipin (Ç3 ve H13 hariç) GO değerleri, genel ortalamadan (% 33.6) yüksek olmuştur (Çizelge 4.12). Diğer taraftan AK 1 ve AK 4'de yer alan 8 genotipin GO değerleri, genel ortalamasının altında kalmıştır. Yüksek ve/veya düşük GO'na sahip genotiplerin aynı alt küme içerisinde yer alması (AK 2 hariç), genotiplerin kümelenme davranışlarının yorumlanmasında GO özelliğinin tek başına yeterli olamayacağı ifade edilebilir.

PA'nin ikinci aşaması olan Ana Bileşenler Analizi (PCA)'yle elde edilen PA-Biplot'u Şekil 4.13'de verilmiştir. PCA'nin ilk iki ana bileşeni GÇE'nin kareler toplamının % 80'ini (sırasıyla PC1 = % 56 ve PC2 = % 24) açıklamıştır. PA-Biplot'un orijininin geçen vektörler çevreleri, H (Hat) ve Ç (Çeşit) sembolleri ise genotipleri göstermektedir (Şekil 4.13). Çevre vektörleri arasındaki açılar, çevrelerin birbirine benzerlik ya da uzaklığını göstermektedir (Yan, 2001). Dolayısıyla Konya (2012-2013), Ankara (2012-2013) ve Eskişehir (2012-2013) çevrelerine ait vektörler arasındaki açı $< 90^\circ$ olup, bu üç

çevre arasında benzerliğin yüksek olduğu söylenebilir. Konya (2012-2013) ile Ankara (2012-2013) çevrelerinin birbirine, Eskişehir (2012-2013) çevresine kıyasla daha yakın olmaları, PA-CA analizi bulgularıyla (Şekil 4.11) benzerlik göstermesine (özellikle AK 1 ve AK 2) rağmen, PA-CA analizinde Eskişehir (2012-2013) çevresinin münferit bir alt küme (AK 2) oluşturması, PA-Biplot ile PA-CA bulgularının uyumunu azaltmaktadır.

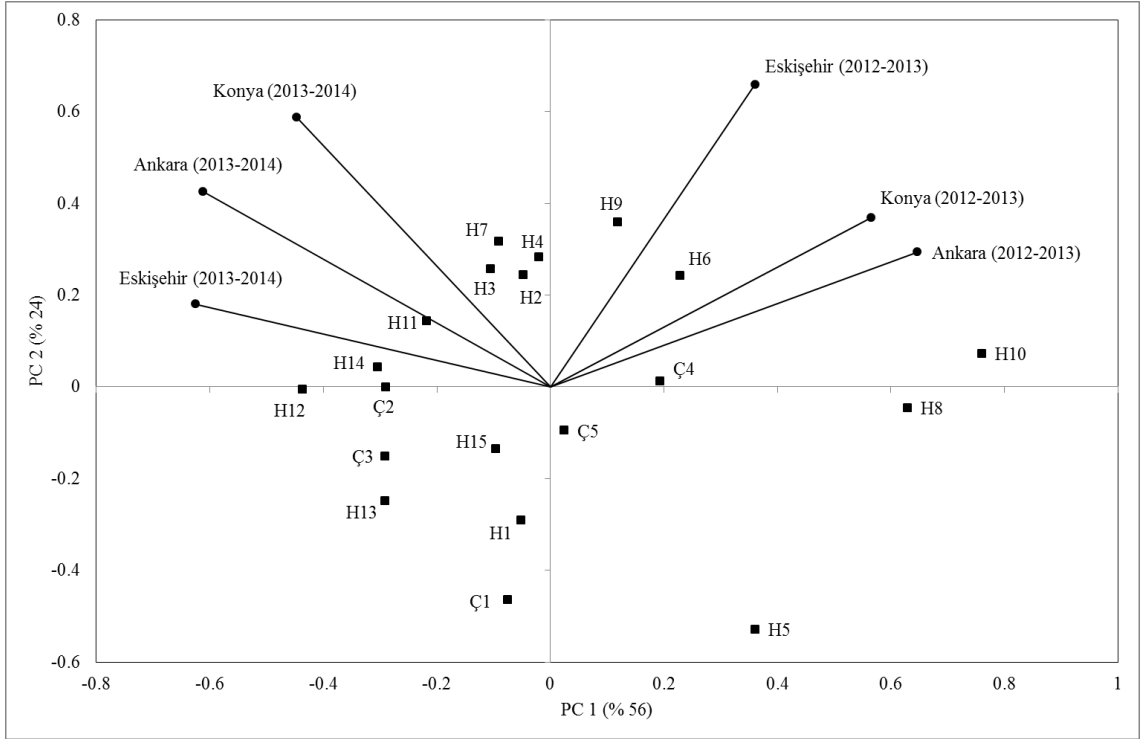


Şekil 4.12. Glüten oranı için genotiplerin dendrogramı (AK, Alt Küme; H, Hat; Ç, Çeşit; Uzaklık % 20)

PA-Biplot üzerinde Ankara (2013-2014) çevresinin Konya (2013-2014) ve Eskişehir (2013-2014) çevreleri arasında yer alması bu çevrelerin birbirine benzerliğini göstermektedir. Fakat PA-CA bulguları doğrultusunda Konya (2013-2014) ile Eskişehir (2013-2014) çevrelerinin AK 3’de, Ankara (2013-2014) çevresinin ise AK 4’de yer alması PA-Biplot bulgularıyla uyumu azaltmaktadır. Buna rağmen PA-Biplot bulguları (Şekil 4.13) dikkate alındığında, bu üç çevrenin arasındaki açı $< 90^\circ$ olduğundan dolayı birbirleriyle pozitif ilişkili olduğu ifade edilebilir.

PA-Biplot (Şekil 4.13) incelendiğinde birinci yıla ait çevrelerin biplotun birinci ekseninin (PC 1) pozitif kısmında, ikinci yıla ait çevrelerin ise biplotun birinci ekseninin (PC 1) negatif kısmında yer aldığı görülmektedir. Diğer taraftan tüm çevreler biplotun ikinci ekseninin pozitif kısmında yer almıştır. Biplotun her iki eksenini, birbiriyle

karşılaştırıldığında birinci eksenin çevreleri ayırma yeteneğinin daha güçlü olduğu söylenebilir. Bir başka deyişle birinci eksenin ayırma yeteneğinin yıl ile ilişkili düşünülmektedir. Çünkü çevreler ikinci eksen üzerinde tek bir grup oluştururken birinci eksen üzerinde yıllara göre aynı lokasyonlar farklı çevrelere ayrılmıştır.



Şekil 4.13. Glütten oranının PA-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit)

Birbirine benzer olan genotipler PA-Biplot (Şekil 4.13) üzerinde birbirine yakın olarak yer almaktadır (Yan, 2001). Birbirinden uzak (farklı) olan genotipler ise biplot üzerinde zıt yerlerde toplanmaktadır. H9, H6, Ç4, Ç5, H10, H8 ve H5 kodlu genotipler ana bileşen eksenini 1 (PC 1)'in pozitif kısmında; H2, H4, H7, H3, H11, H14, H12, Ç2, Ç3, H15, H13, H1 ve Ç1 ise PC 1'in negatif kısmında yer almışlardır (Şekil 4.13). Bu durum, iki genotip grubunun birbirinden farklı GO değerlerine sahip olduğunu göstermektedir. İlk grupta yer alan genotiplerden H9, H6 ve Ç4, en iyi performansı ya da adaptasyonu sırasıyla Eskişehir (2012-2013), Konya (2012-2013) ve Ankara (2012-2013) çevrelerinde gösterirken, ikinci grup genotiplerden H3, H11 ve H14, en iyi adaptasyonu sırasıyla Konya (2013-2014), Ankara (2013-2014) ve Eskişehir (2013-2013) çevrelerinde göstermişlerdir. Aynı zamanda birinci grup genotiplerden H10, H8 ve H5 ile ikinci grup genotiplerden Ç3, H13, H1 ve Ç1'in tüm çevrelere adaptasyonu düşük olmuştur. Diğer taraftan, PA-Biplot'un ikinci ekseninin (PC 2) pozitif kısmında yer alan H9, H4, H2 ve H3 kodlu

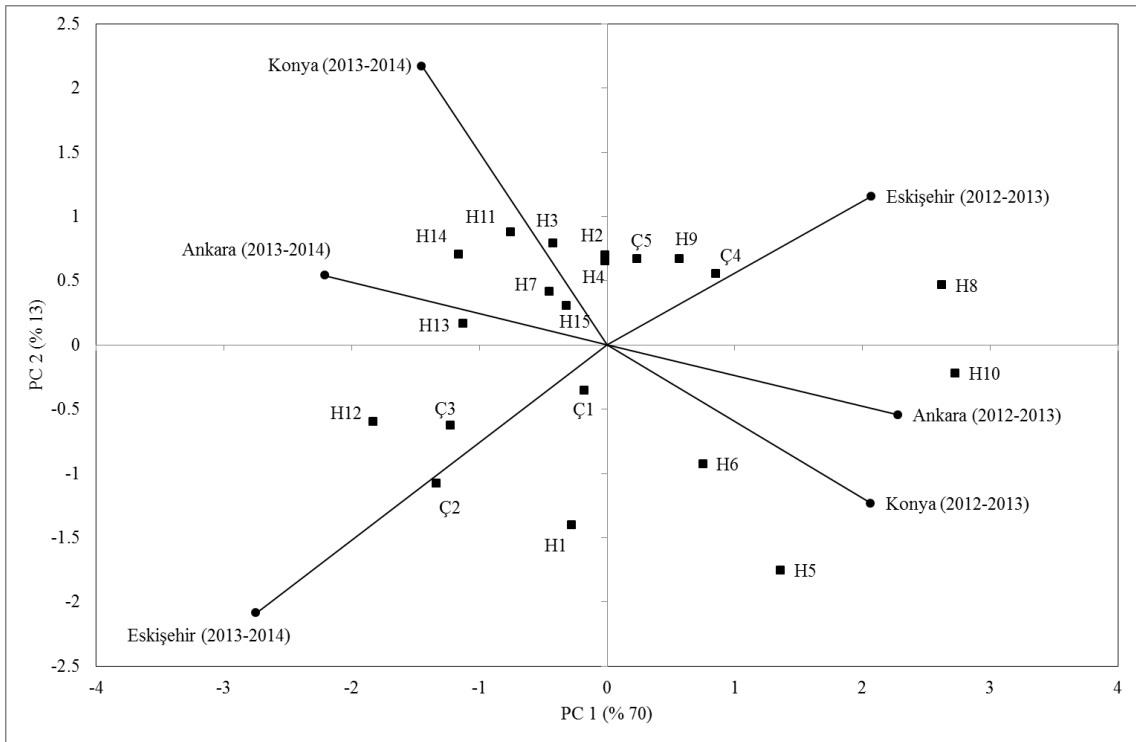
genotiplerin Konya (2013-2014) ile Eskişehir (2012-2013) çevrelerine adaptasyonlarının yüksek olduğu belirlenmiştir. PA-Biplot'unun merkezinde (orijininde) yer alan genotiplerin (Ç5 ve H15) tüm çevrelere adaptasyonları yüksek olmasına rağmen bu genotiplerin GO ortalamaları genel ortalamanın altında kalmıştır (Çizelge 4.12).

Denemede kullanılan çok değişkenli yöntemlerden ikincisi, AMMI (Eklemeli Ana Etkiler ve Çarpımsal Etkileşimler Analizi) analiz yöntemidir. AMMI analizinden elde edilen AMMI-Biplot grafiği Şekil 4.14'de verilmiştir. GO'na ait GÇE kareler toplamının % 77'si, AMMI-Biplot'un ilk iki eksenine (sırasıyla PC 1 = % 70 ve PC 2 = % 13) açıklanmıştır. Bu oran (% 83), PA-Biplot'un (Şekil 4.14) oranıyla (% 80) benzerlik göstermektedir. Dolayısıyla her iki biplotun GÇE'ni açıklama oranı oldukça yüksektir. Diğer taraftan, AMMI-Biplot'un ilk ekseninin (PC 1) münferit olarak GÇE'ni açıklama oranı % 70 olup, GO için yapılacak yorumlarda sadece PC 1'in kullanılmasının yeterli olacağını göstermektedir (Gauch, 1988).

AMMI-Biplot üzerinde (Şekil 4.14) genotipler ve çevre vektörlerinin dağılımlarına bakıldığında PA-Biplot'tan (Şekil 4.13) farklı olduğu görülmektedir. AMMI-Biplot'ta Konya (2012-2013) ile Ankara (2012-2013) çevre vektörleri arasında benzerlik ilişkisi, PA-Biplot (Şekil 4.13) ve PA-CA'da (Şekil 4.11) olduğu (alt küme AK 1) gibi yüksektir. Fakat Eskişehir (2012-2013) çevresinin Konya (2012-2013) ve Ankara (2012-2013) çevreleriyle AMMI-Biplot'ta herhangi bir ilişki göstermemesi ($\approx 90^\circ$), PA-Biplot sonuçlarından farklılık gösterirken, PA-CA bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Diğer taraftan ikinci yıldaki çevrelerin AMMI-Biplot üzerindeki dağılışı PA-Biplot bulgularıyla farklılık göstermektedir. Çevrelerin PA-CA analizinde Konya (2013-2014) ile Eskişehir (2013-2014) çevreleri aynı alt kümede yer almasına rağmen (AK 3), AMMI-Biplot'ta bu iki çevre arasında herhangi bir ilişki söz konusu değildir. Yine AMMI-Biplot'ta Ankara (2013-2014) çevresi ile Eskişehir (2013-2014) çevresi arasında pozitif ilişki olmasına rağmen, bu iki çevrenin benzerlik oranı düşüktür. AMMI-Biplot üzerinde çevrelerin pozisyonları incelendiğinde ilk yıla ait çevrelerin ana eksen bileşeni 1 (PC 1)'in pozitif kısmında, ikinci yıla ait çevrelerin ise ana eksen bileşeni 1 (PC 1)'in negatif kısmında yer aldığı görülmektedir (Şekil 4.14). İlave olarak AMMI-Biplot'un ana eksen 2 (PC 2) üzerinde çevrelerin aldığı pozisyonlar, PA-Biplot'tan farklılık göstermektedir. AMMI-Biplot'un ana eksen 2 (PC 2)'nin pozitif kısmında Eskişehir (2012-2013), Konya (2013-2014) ve Ankara (2013-2014) çevreleri yer alırken, AMMI-Biplot'un ana eksen 2 (PC 2)'nin negatif kısmında ise Ankara (2012-2013), Konya (2012-2013) ve Ankara (2013-2014) çevreleri yer almıştır. AMMI-Biplot'un ana eksen 2 (PC 2)'nin pozitif kısmında her

iki yıla ait farklı çevrelerin ve AMMI-Biplot'un ana eksenini 2 (PC 2)'nin negatif kısmında yine her iki yıla ait farklı çevrelerin yer alması, GÇE üzerine yıl ve lokasyonunun etkili olduğunu göstermektedir.

Genotiplerle çevreler arası ilişkiler incelendiğinde (Şekil 4.14), H10'un Ankara (2012-2013) çevresinde; H6 ve H5'in Konya (2012-2013) çevresinde; Ç4, H9 ve H8'in Eskişehir (2012-2013) çevresinde; H2, H4, H3, H11, H7'nin Konya (2013-2014) çevresinde; H13'ün Ankara (2013-2014) çevresinde ve H12, Ç3 ve Ç2'nin Eskişehir (2013-2014) çevresinde en iyi adaptasyonu sağladığı belirlenmiştir. AMMI-Biplot'un merkezinde yer alan genotiplerin (H15 ve Ç1) tüm çevrelere adaptasyonu yüksek olup, 1 çeşit ve 1 hattan oluşmaktadır.



Şekil 4.14. Glütten oranının AMMI-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit)

Çok değişkenli yöntemlerden üçüncüsü, GGE-Biplot analiz yöntemi olup bu yöntemle elde edilen GGE-Biplot grafiği Şekil 4.15'de verilmiştir. GGE-Biplot'un ilk iki ana bileşeni, G ana etkileri ile GÇE'nin kareler toplamlarının % 81'i (sırasıyla PC 1 = % 57 ve PC 2 = % 24) açıklamıştır. GÇE'nin istatistiksel olarak önemli çıktığı denemelerde, ilk iki ana bileşenlerin (PC 1 ve PC 2) toplam varyasyonun en az % 70'ini açıklaması beklenmektedir (Gauch, 1988). GGE-Biplot'un açıklama oranı (% 81), AMMI-Biplot (% 83) ve PA-Biplot'un (% 80) açıklama oranlarıyla benzerlik göstermiştir.

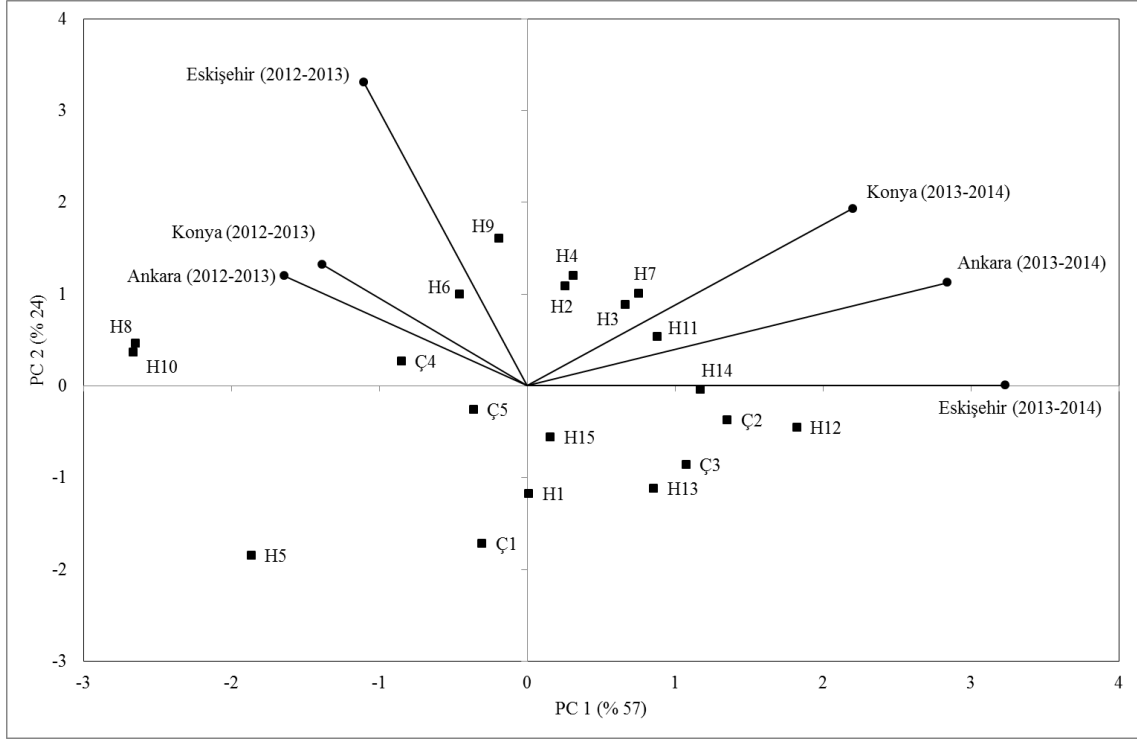
Denemenin yürütüldüğü çevrelerin vektörel ilişkileri ele alındığında (Şekil 4.15), PA-Biplot'ta (Şekil 4.13) olduğu gibi, Ankara (2012-2013), Eskişehir (2012-2013) ve Konya (2012-2013) çevreleri arasındaki benzerlik oranı yüksek bulunmuştur. Denemenin ikinci yılda da Ankara (2013-2014), Eskişehir (2013-2014) ve Konya (2013-2014) arasındaki ilişkiler pozitif yönde olmuştur. GGE-Biplot üzerinde çevrelerin dağılış şekli ile PA-Biplot üzerinde çevrelerin dağılış şekli yüksek oranda benzerlik göstermiştir. Söz konusu iki biplot arasındaki en önemli farklılık, çevre vektörlerinin zıt yönlerde yer almasıdır. Fakat bu farklılık sadece biplot analiz tekniğinin uygulanmasından kaynaklanmakta olup, herhangi bir yorum farklılığına neden olmamaktadır.

Her üç biplot yöntemiyle elde edilen çevre vektörlerinin büyüklükleri birbirleriyle kıyaslandığında, GGE-Biplot çevre vektörlerinin büyüklükleri ile AMMI-Biplot çevre vektörlerinin büyüklükleri birbirine benzer iken, PA-Biplot'in çevre vektörleri diğerlerine göre farklılık göstermektedir. Yan ve ark. (2000), çevre vektörlerinin uzunlukları ile çevrelerin genotipleri ayırma yetenekleri arasında olumlu bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. İkinci yıla ait çevre vektörlerinin büyüklükleri, birinci yıla ait çevre vektörlerinin büyüklüklerinden daha fazla olmuştur (Şekil 4.15). Bu cümleden hareketle, Ankara (2013-2014), Eskişehir (2012-2013) ve Eskişehir (2013-2014) çevreleri, genotipleri GO yönüleri en güçlü ayırma yeteneğine sahip iken, Konya (2012-2013), Konya (2013-2014) ve Ankara (2012-2013) çevrelerinin ayırma yetenekleri nisbi olarak düşük seviyede kalmıştır (Yan ve ark., 2000). Sonuç itibariyle her iki yılda da Eskişehir lokasyonunun ön plana çıkması, genotiplerin GO yönüyle farklılıklarının ortaya konmasında kilit rol üstlendiğini göstermektedir.

Genotiplerin özel adaptasyon yetenekleri incelendiğinde (Şekil 4.15) Eskişehir (2013-2014), Ankara (2013-2014) ve Konya (2013-2014) çevrelerine sırasıyla H12, Ç2, H14, H11, H3 ve H7'nin; Eskişehir (2012-2013), Konya (2012-2013) ve Ankara (2012-2013) çevrelerine ise sırasıyla H9, H6, Ç4, H8 ve H10'un en iyi adaptasyonu sağladığı belirlenmiştir. Genel adaptasyon yeteneği en iyi genotipler biplotun merkezinde yer almaktadır. Bu genotipler ise H15 ve Ç5'den oluşmaktadır.

Çevrelerin biplot üzerinde aynı yönde veya farklı yönde yer almaları genotiplerin çapraz (çevreler üzerinden GO sıralaması değişen) veya çapraz olmayan (çevreler üzerinden GO sıralaması değişmeyen) etkileşimleriyle ilişkilidir (Yan, 2001). Örneğin PC 1'in pozitif kısmında (Şekil 4.15) ikinci yıla ait 3 çevre yer alırken (Konya (2013-2014), Eskişehir (2013-2014) ve Ankara (2013-2014)), PC 1'in negatif kısmında birinci yıla ait 3 çevre (Konya (2012-2013), Ankara (2012-2013) ve Eskişehir (2012-2013)) yer almıştır.

Çevrelerin biplot üzerinde farklı yönde yer alması, GÇE’nde çapraz etkileşimlerinin etkili olduğunu ve yıl faktörünün büyük oranda çapraz etkileşimin ortaya çıkmasına neden olduğunu göstermektedir (Yan, 2001).



Şekil 4.15. Glüten oranının GGE-Biplot’u (H, Hat; Ç, Çeşit)

GGE-Biplot’u oluşturan ilk ana eksenin (PC 1) pozitif kısmında yer alan 12 genotipten 8’inin (H15, H1, H13 ve Ç3 hariç) GO, genel ortalamanın (% 33.6) üzerinde, ilk ana eksenin (PC 1) negatif kısmında yer alan 8 genotipten 6’sının (H9 ve H6) GO ise genel ortalamanın altındadır (Çizelge 4.12 ve Şekil 4.15). Buna göre H12, Ç2, H14, H11, H7, H3, H4, H2, H9 ve H6’nın GO, genel ortalamanın üstünde olup performansları yüksek iken diğer genotiplerin GO, genel ortalamanın altında olup, performansları da düşüktür (Çizelge 4.12).

GGE-Biplot’u oluşturan ikinci ana eksen (PC 2) genotiplerin stabilitelelerini göstermektedir. Stabil genotiplerin mutlak PC 2 değerleri sıfıra yakın iken stabil olmayan genotiplerin mutlak PC 2 değerleri sıfırdan yüksek olduğundan dolayı biplotun orijininin uzakta yer almaktadır (Yan, 2001). Bu tanıma göre genotiplerden H12, Ç2, H14 ve H11 yüksek GO’na sahip ve stabil, H7, H3, H4, H2, H9 ve H6 yüksek GO’na sahip ve stabil olmayan, H8, H10, Ç4, Ç5 ve H15 düşük GO’na sahip ve stabil, Ç3, H13, H1, Ç1 ve H5 ise düşük GO’na sahip ve stabil olmayan şeklinde belirlenmiştir.

Denemede 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeklik buğday genotipinin GO yönüyle stabilitelelerini belirlemek için kullanılan tüm stabilite yöntemlerinin (GO + 8 parametrik + 8 parametrik olmayan + 3 çok değişkenli) ve seçilmiş genotiplerin özeti Çizelge 4.15’de verilmiştir. Genotipler içerisinde H7, H4 ve H9 nolu hatlar sırasıyla 19, 17 ve 12 stabilite parametresine göre en stabil ve yüksek GO’na sahip genotipler olarak belirlenirken, çeşitlerden Ç5 ve Ç1 sırasıyla 10 ve 9 stabilite parametresine göre en stabil fakat düşük GO’na sahip genotipler olarak tespit edilmiştir. Anılan hatlar (H7, H4 ve H9) hem stabil ve hem de yüksek GO’na sahip olmalarından dolayı dinamik stabil tipine girmiştir. Dinamik stabil bir genotipin iyi çevre şartlarına ve agronomik uygulamalara tepkilerinin yüksek olması beklenmektedir (Kang, 1994). Fakat stabilitesi yüksek çeşitler (Ç1 ve Ç5) için durum zıtlık arz etmektedir. Stabiliteleleri yüksek olmasına rağmen GO değerleri genel ortalamanın altında kaldığı için bu iki çeşit, statik stabil olarak değerlendirilmelidir. Çünkü bu tür genotiplerin stabiliteleleri yüksek olmasına rağmen iyi çevrelere ya da agronomik uygulamalara tepkileri düşük kalmaktadır (Kang, 1994).

Stabilite yöntemlerinin genotipleri, statik veya dinamik stabilite tiplerine göre ayırma yetenekleri farklı olabilmektedir (Çizelge 4.15). Deneme bulguları, stabilite analizlerinde kullanılan yöntemlerden GO, regresyon katsayısı (b_i), regresyondan sapmalar kareler ortalaması (S_{di}^2) (Eberhart ve Russell, 1966), varyasyon katsayısı (CV_i) (Francis ve Kannenberg, 1978), üstünlük ölçütü (P_i) (Lin ve Binns, 1988), sıra-toplam (RS) (Kang, 1988), en üst sıra (TOP) (Fox ve ark., 1990), sıra ortalaması (RM) ve sıranın standart sapması (SDR) (Ketata, 1988) yöntemlerinin dinamik stabil genotiplerin belirlenmesinde kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Diğer taraftan hem statik ve hem de dinamik stabil genotiplerin belirlenmesinde çevre varyansı (S_{xi}^2) (Roemer, 1917), belirtme katsayısı (r_i^2) (Pinthus, 1973), stabilite varyansı (σ_i^2), (Shukla, 1972) ekovalans (W_i^2) (Wrickle, 1962), Huehn (1979)’nün 4 parametresi ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$), Pattern Analizi (CA ve Biplot), AMMI-Biplot ve GGE-Biplot yöntemlerinin uygun olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.15).

Denemede kullanılan genotiplerin, statik veya dinamik stabilite yaklaşımına göre sınıflandırılması ele alınan bitkisel özelliğe göre değişebilmektedir. Örneğin TV’ne göre statik stabil genotiplerin belirlenmesi için uygun olduğu tespit edilen çevre varyansı (S_{xi}^2) (Roemer, 1917), PO ve GO için hem statik ve hem de dinamik genotiplerin belirlenmesine uygun olabilmektedir. Ya da PO’na göre dinamik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olan belirtme katsayısı (r_i^2) (Pinthus, 1973), stabilite varyansı (σ_i^2) ve (Shukla, 1972) ekovalans (W_i^2) (Wrickle, 1962) yöntemleri, TV ve GO için hem statik ve hem de dinamik

genotiplerin belirlenmesine uygun olabilmektedir. Parametrik ve çok değişkenli yöntemlerin statik ve/veya dinamik stabil genotipleri ayırt etme yetenekleri incelenen bitkisel özelliklere göre değişmektedir. Fakat parametrik olmayan yöntemlerin statik ve/veya dinamik stabil genotipleri ayırt etme yetenekleri TV, PO ve GO özelliklerine göre değişmemiştir (Çizelge 4.5, 4.10 ve 4.15).

Çizelge 4.15. Glüten oranı için tüm stabilite yöntemlerinin ve seçilmiş genotiplerin değerlendirilmesi

Stabilite Yöntemleri	Seçilen Genotipler	Stabilite Tipi
-Glüten oranı (GO)	H7, H9, H4, H6 ve H3 (Yüksek GO)	Dinamik (D)
Parametrik Yöntemler		
-Çevre varyansı (S_{xi}^2) (Roemer, 1917)	H5, Ç1, Ç5 ve Ç4 (Düşük GO) H6 (Yüksek GO)	Statik (S) + D
-Regresyon katsayısı (b_i) ve Regresyondan sapm. (S_{di}^2) (Eberhart ve Russell, 1966)	H9, H7, H4 ve H2 (Yüksek GO)	D
-Belirtme katsayısı (r_i^2) (Pinthus, 1973)	H3, H7, H11 ve H4 (Yüksek GO) Ç1 ve H15 (Düşük GO)	S + D
-Stabilite varyansı (σ_i^2) ve Ekovalans (W_i^2) (Wrickle, 1962)	H7, H11 ve H4 (Yüksek GO) Ç5 ve Ç1 (Düşük GO)	S + D
-Varyasyon katsayısı (CV_i) (Francis ve Kannenberg, 1978)	H6, H9, H7, H4 ve H2 (Yüksek GO)	D
-Üstünlük ölçütü (P_i) (Lin ve Binns, 1988)	H7, H9, H4, H6 ve H3 (Yüksek GO)	D
Parametrik Olmayan Yöntemler		
$-S_i^{(1)}, S_i^{(2)}, S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$ (Huehn, 1979)	H7, H3 ve H4 (Yüksek GO) Ç1, Ç5 ve H15 (Düşük GO)	S + D
-Sıra-Toplam (RS) (Kang, 1988)	H7, H4, H3, H9 ve H2 (Yüksek GO)	D
-En üst sıra (TOP) (Fox ve ark., 1990)	H7, H6 H9 ve H4 (Yüksek GO)	D
-Sıra ortalaması (RM) ve Sıranın standart sapması (SDR) (Ketata, 1988)	H7, H9, H3 ve H4 (Yüksek GO)	D
Çok Değişkenli Yöntemler		
-PA-CA (Alagarswamy ve Chandra, 1998)	H2, H4, H9, H3, H7 ve H6 (Yüksek GO)	D
-PA-Biplot (Alagarswamy ve Chandra, 1998)	-(Ç5 ve H15) Genel adaptasyon (GA) -(H9, H6 ve Ç4, H3, H11 ve H14) Özel adaptasyon (ÖA)	S D
-AMMI-Biplot (Gauch ve Zobel, 1996)	-(H15 ve Ç1) Genel adaptasyon -(H10, H6, H5, Ç4, H9, H8, H2, H4, H3, H11, H7, H13, H12, Ç3 ve Ç2) ÖA	S S + D
-GGE-Biplot (Yan ve ark., 2000)	-(H15 ve Ç5) GA -(H12, Ç2, H14, H11, H3, H7, H9, H6, Ç4, H8 ve H10) ÖA -(H12, Ç2, H14 ve H11) Yüksek GO ve stabil	S S + D D

Becker ve Leon (1988) bazı stabilite parametrelerinin hem statik ve hem de dinamik genotiplerin belirlenmesine uygun olabileceğini bildirmiştir. Dinamik ve/veya statik genotiplerin ayrıştırılmasında en etkili yöntemler, hiç kuşkusuz çok değişkenli yöntemlerdir. Çünkü bu tip yöntemlerle genotipler stabilite, GO, özel veya genel adaptasyon yeteneklerine göre sınıflandırılabilir. Dolayısıyla görsel değerlendirmelerin yapılabildiği çok değişkenli yöntemler, parametrik ve parametrik olmayan stabilite yöntemlerine göre bazı avantajlar sağlamaktadır. Çizelge 4.15’de görüldüğü gibi GO için Pattern Analizi (CA ve Biplot), AMMI-Biplot ve GGE-Biplot yöntemleriyle özel veya genel adaptasyon yeteneği üstün olan genotipler, dinamik veya statik stabilite tiplerine göre kolayca ayrılabilir. Özel adaptasyon yeteneği üstün olan H6, H9 ve H3 nolu hatlar, her üç çok değişkenli yöntemle dinamik stabil olarak belirlenmiştir. Diğer taraftan genel adaptasyon yeteneği yüksek olan H15 nolu hat, yine 3 yöntemle göre statik stabil olarak ortaya konmuştur.

4.3.6. Glüten Oranıyla İlgili Sonuçların Değerlendirilmesi

Glüten, tanedeki proteinin temel-yapısal unsurudur. Hamura elastikiyet ve direnç sağlamaktadır. Ekmeklik unda gluten miktarının ve kalitesinin yüksek olması arzu edilmektedir. GO yüksek ekmeklik buğday çeşitlerinin, ekmeklik kaliteleri de yüksek olmaktadır (McFall ve Fowler, 2009).

Her ne kadar TMO’nun buğday alım kriterleri içerisinde GO, henüz yer almasada, un fabrikaları buğday alımı yapmadan önce, alacağı üründe mutlaka GO’nu belirlemekte ve fiyatlandırmada kalite kriteri olarak kullanmaktadır. Genelde, GO % 30’un üzerinde olan buğdaylar tercih etmektedir (<http://www.ktb.org.tr>).

Denemede GO ortalaması, istenen minimum değerin (% 30) üzerinde olup, bazı genotiplerin GO değerleri düşük iken bazılarının ise yüksek olması, genotipler arasında GO yönüyle genetik bir varyasyonun ve stabilitesinin olduğunu göstermektedir. Fakat Elgün ve ark. (2001), GO üzerine genotip ve çevrenin birlikte etki ettiğini bildirmişlerdir.

Denemede kullanılan genotipler içerisinde H4, H7 ve H9 hem yüksek GO ve hemde yüksek stabilite, Ç1 ve Ç5 ise yüksek stabilite fakat düşük GO yönüyle ön plana çıkmışlardır. Dinamik stabil (Kang, 1994) genotiplerden H4’ün melezinde Sunco ve Pastor çeşitleri mevcuttur (Çizelge 3.3). Pastor çeşidi, CIMMYT-Meksika orijinli olup, tane rengi beyaz ve kalitesi orta düzeydedir. H4’in GO’nun yüksek olmasının muhtemelen sebebi, Sunco çeşidinden kaynaklanmaktadır. Zira Sunco, Avustralya’nın birinci sınıf kaliteli buğday çeşitleri arasında yer almaktadır (Carson ve Edwards, 2009). H7 pedigrisinde 6

ebeveyn barındırmaktadır. Bunlardan Vratza (VRZ), 1976 yılında Bulgaristan'da tescil ettirilmiş, kışlık, tanesi kırmızı ve orta sert, kalitesi melezinde bulunan Bezostaya-1'den dolayı yüksektir. Citadel (TDL), Hollanda orijinli, kışlık, kırmızı taneli ve kalitesi orta düzeydedir. Bolillo (BLO) ve Opata-85, CIMMYT-Meksika menşeyli olup, beyaz taneli, yazlık ve kalitesi orta düzeydedir. Pony ise ABD'de 1985 yılında tescil ettirilmiş, kışlık, kırmızı sert taneli ve melezinde bulunan Scout çeşidinden dolayı kalitesi yüksektir. Hiç kuşkusuz denemede kullanılan genotipler içerisinde en karmaşık ebeveyne H9 nolu hat sahiptir. Öyle ki, H9'in melezine dâhil olmuş yerel bir buğday çeşidi dahi vardır. Zincirli (ZCL), Ülkemiz yerel buğday materyalinden seçilmiştir. Zincirli beyaz sert daneli olup, kalitesi oldukça yüksektir. Ülkemizde mevcut beyaz taneli ve ekmeklik kalitesi yüksek olan Zerun, Köse (220/39), Kırık, Kırış-66 gibi eski buğdaylarla Zincirli çeşidinin akraba olabileceğini tahmin etmek zor değildir. Panguifen (PGFN) Şili orijinli, Ciano-67 (CNO67), Sonora-64 (SON64), Nadadores-63 (NAD) ve Kutzman (ZM) çeşitleri ise CIMMYT-Meksika menşeyli çeşitler olup, H9'ün pedigrisinde bulunmaktadırlar. Güney ve Orta Amerika kökenli genotiplerin tümü, yazlık, kırmızı sert taneli karakterdedir (<http://wheatpedigree.net>). Öte yandan GO düşük olmasına rağmen stabilitesi en yüksek genotipler içerisinde iki çeşit (Ç1 ve Ç5) yer almıştır. Ç1 koduyla verilen Gerek-79, Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından 1979 yılında Orta Anadolu Bölgesi'nin kurak alanları için tescil ettirilmiştir. Kışlık, beyaz yumuşak taneli ve ekmeklik kalitesi düşüktür. Düşük kaliteli un ve bisküvi yapımında tercih edilen bir çeşittir. Fakat yeni ekmeklik buğday çeşitlerinin ekim alanlarının artmasıyla birlikte Gerek-79'un ekim alanı azalmıştır (Mazid ve ark., 2009). Ç1 (Gerek-79) ile Ç5 (Bayraktar-2000) arasındaki genetik ilişki oldukça ilginçtir. Bayraktar-2000, Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilen ve Orta Anadolu Bölgesi'nin yağmura bağlı şartları için 2000 yılında tescil ettirilen kışlık beyaz taneli bir çeşittir. Bayraktar-2000'nin pedigrisinde ABD Oklahoma Eyalet Üniversitesi tarafından geliştirilen erkenci, kışlık ve kırmızı taneli Chisholm ile Gerek-79 çeşitleri mevcuttur. Bayraktar-2000'nin melezinde Gerek-79'un bulunmasından dolayı ekmeklik kalitesi ya da GO düşüktür (<http://arastirma.tarim.gov.tr/tarlabitkileri>).

Denemede ekmeklik buğday genotiplerinin GO yönüyle stabilitelelerini belirlemek için kullanılan 20 stabilite parametresinden 4 tanesi (çok değişkenli yöntemlerin genel adaptasyon modülü hariç) statik stabil genotiplerin tespitine uygun bulunmuştur. Fakat ekmeklik buğdayda GO'nun yüksek olması istendiğinden dolayı (Elgün ve ark., 2001)

dinamik stabil genotipler tercih edilmesi beklenmektedir. Çünkü bu tip genotiplerin GO, genel ortalamanın üstünde ve stabiliteyi yüksektir (Kang, 1994).

GO'nun stabilitesini belirlemek için ön plana çıkan parametrik yöntemlerin tümü (regresyon katsayısı (b_i), regresyondan sapmalar kareler ortalaması (S_{di}^2) (Eberhart ve Russell, 1966), varyasyon katsayısı (CV_i) (Francis ve Kannenberg, 1978) ve üstünlük ölçütü (P_i)) genotiplerin ortalama performans ölçüleriyle eşzamanlı değerlendirmesini zorunlu kılan yöntemlerdir. Dolayısıyla bu tip yöntemler (eş zamanlı olarak yüksek GO'na sahip ve stabil genotipleri belirleyen) hem araştırmacı ve hem de buğday yetiştiricisi açısından büyük önem taşımaktadır (Kang ve Pham, 1991).

Makarnalık ve ekmeklik buğdayda GO üzerine GÇE'nin önemli etkisinin olduğunu belirleyen Letta ve ark. (2008), Sakin ve ark. (2011b) ve Castillo ve ark. (2012), stabilite analizlerinde regresyon parametrelerini (regresyon katsayısı (b_i), regresyondan sapmalar kareler ortalaması (S_{di}^2) (Eberhart ve Russell, 1966)) kullanmışlardır. Zecevic ve ark. (2010) buğdayın ekmeklik kalitesi üzerine GO ve gluten kalitesinin önemli etkide bulunduğunu, bir başka ifadeyle protein oranından ziyade protein fraksiyonlarının (gluten) önemli olduğunu bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar, ekmeklik buğdayda GO üzerine GÇE'ni ve genotiplerin stabiliteyi belirlemek için varyasyon katsayısı (CV_i) (Francis ve Kannenberg, 1978) yöntemini kullanmışlar ve söz konusu yöntemin hesaplanması ve yorumlanmasının kolay olması sebebiyle tercih edilebileceğine kanaat getirmişlerdir.

Parametrik olmayan yöntemlerin, parametrik yöntemlere göre bazı avantajları vardır. En önemlisi, incelenecek özelliklere ait verilerin varyans analiz varsayımlarına (normal dağılım gibi) uyma zorunluluğu yoktur (Huenh, 1996). Denemede 20 ekmeklik buğday genotipinin GO yönüyle stabiliteyi belirlemek için 8 parametrik olmayan yöntem kullanmış ve bunlardan 4 tanesinin ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$) (Huehn (1979)) statik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olduğu tespit edilmiştir. Geriye kalan 4 yöntemin (sıra-toplam (RS) (Kang, 1988), en üst sıra (TOP) (Fox ve ark., 1990), sıra ortalaması (RM) ve sıranın standart sapması (SDR) (Ketata, 1988)) ise dinamik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olduğu ortaya konmuştur. Fakat, yapılan literatür taramasına göre parametrik olmayan stabilite yöntemlerinin, GO'nun stabilitesini belirlemek için kullanıldığına dair herhangi bir yayına rastlanılmamıştır.

Çok değişkenli yöntemlerin analizi ve yorumlanması, parametrik ve parametrik olmayan stabilite yöntemlerine kıyasla karmaşık görülmüş, çok değişkenli yöntemler görsel şekillerin yardımıyla bulguların yorumlanmasını kolaylaştırmaktadır. Denemede

çok değişkenli yöntemlerle özel ve genel adaptasyon yeteneği üstün olan genotipler kolayca seçilebilmiştir. Fakat genel adaptasyon yeteneğine sahip olan genotiplerin tümünün stabilitesi yüksek olmasına rağmen GO değerleri düşük bulunmuştur. Bu durum melezlemede kullanılan genotiplerin ve seleksiyon sürecinin GO ve stabilitesi açısından gözden geçirilmesini zorunlu kılmaktadır. Sonuç itibariyle, yüksek stabiliteye sahip genotiplerin, yüksek GO'nı ileri generasyonlara aktaramadığı veya GO stabilitesinin düşük olduğunu, bu da GO kalıtımının düşük ve/veya GO üzerine GÇE'nin yüksek olduğunu göstermektedir (Yağdı ve ark., 2007).

GGE-Biprot yöntemini geliştiren Weiki Yan (Yan, 2001) 2003 yılında yayınladığı kitabında (Yan ve Kang, 2003) GGE-Biplot yönteminin ekmeklik buğdayda kalite kriterlerine nasıl uygulanabileceğini ve yorumlanabileceğini göstermiştir.

Ekmeklik buğdayda GO'nin GÇE ve stabilitesini belirlemek amacıyla AMMI-Biplot ve GGE-Biplot yöntemi, Castillo ve ark. (2012) tarafından kullanılmıştır. Her iki yöntemin birbirine benzer yönleri olsada bir başka deyişle analiz yöntemlerindeki farklılıklara rağmen genelde iki yönteminde sonuçları benzer bulunmuştur.

Çok değişkenli yöntemler arasında yer alan PA-CA ve PA-Biplot yönteminin, GO'nun stabilitesi ve GÇE'nin belirlenmesinde kullanıldığına dair herhangi bir yayına rastlanmamıştır.

4.4. Tane Sertliği

4.4.1. Varyans Analizi

Deneme, 2012-2013 ve 2013-2014 yetiştirme sezonlarında OAB'nin 3 ilinde (Konya, Eskişehir ve Ankara) 20 ekmeklik buğday genotipi (5 çeşit + 15 hat) kullanılarak yürütülmüştür. Denemede kullanılan genotiplerin tane sertliği (TS) için birleştirilmiş varyans analizi yapılarak Genotip (G), Yıl (Y) ve Lokasyon (L) ana etkileri ile Genotip x Yıl Etkileşimi (GYE), Genotip x Lokasyon Etkileşimi (GLE) ve Genotip x Yıl x Lokasyon Etkileşimi (GYLE)'nin istatistiksel olarak önemlilik düzeyleri belirlenmiştir (Çizelge 4.16).

Varyans analizi sonuçlarına göre Y ve G ana etkisi ile Yıl x Lokasyon Etkileşimi (YLE), GYE, GLE ve GYLE $P < 0.01$ düzeyinde, L ana etkisi ise $P < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Y, L ve G ana etkileri ile bunların birbirleriyle olan etkileşimlerinin önemli çıkması, genotiplerin stabilitelerinin belirlenmesi için TS değerlerine stabilite analiz yöntemlerinin uygulanabileceğini göstermiştir. Ayrıca denemeye ait CV değerinin % 6.26

ve R^2 değerinin 0.98 çıkması, deneme hatasının kabul edilebilir düzeyde olduğunu göstermektedir (Gomez ve Gomez, 1984; Bowley, 1999).

Çizelge 4.16. Tane sertliğinin genotip, yıl ve lokasyon üzerinden birleştirilmiş varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F	% ^a
Genotip, Yıl ve Lokasyon Etkileşimi					
Yıl (Y)	1	5404.86	5404.86	3159.38**	36
Lokasyon (L)	2	4994.88	2497.44	24.37*	33
Y x L Etkileşimi (YLE)	2	204.98	102.49	59.91**	1
Tekerrür (Y x L)	6	114.90			1
Genotip (G)	19	2049.65	107.88	3.75**	13
G x Y Etkileşimi (GYE)	19	546.22	28.75	16.80**	4
G x L Etkileşimi (GLE)	38	1300.59	34.23	3.29**	9
G x Y x L Etkileşimi (GYLE)	38	395.06	10.40	6.08**	3
Hata	114	195.02	1.71		1
Genel	239	15206.17			100
Genotip ve Çevre Etkileşimi					
Çevre (Ç)	5	10604.72	2120.94	110.75**	70 ^b
Tekerrür (Ç)	6	114.90	19.15		1
Genotip (G)	19	2049.65	107.88	4.57**	13 ^c
G x Ç Etkileşimi (GÇE)	95	2241.87	23.60	13.79**	15 ^d
Hata	114	195.02	1.71		1
Genel	239	15206.17			100

CV (%) = 6.26 $R^2 = 0.98$ Deneme Ortalaması = 20.9 (PSI)

*,** sırasıyla $P < 0.05$ ve $P < 0.01$ seviyesinde önemli; ^a Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması (varyans payı), ^b Çevre varyansı (Yıl + Lokasyon + Y x L Etkileşimine ait varyans paylarının toplamı), ^c Genotip varyansı, ^d Genotip x Çevre Etkileşimi varyansı (G x Y + G x L + G x Y x L Etkileşimlerine ait varyans paylarının toplamı)

Varyasyon kaynakları içerisinde Y (% 36) ve L (% 33) ana etkileri, TS üzerine en fazla etki eden unsurlar olmuştur (Çizelge 4.16). Diğer taraftan YLE'nin etkisi (% 1) oldukça düşük seviyede kalmıştır. Y, L ve YLE üçü birlikte Çevre (Ç) etkisini oluşturmuş ve Ç'nin tüm varyasyon içindeki payı % 70 civarında olmuştur. G ana etkisinin (% 13) toplam varyasyondaki payı, Y ve L ana etki paylarının yaklaşık 1/3'ü kadar olmuştur. GYE, GLE ve GYLE birlikte Genotip x Çevre Etkileşimi (GÇE)'ni oluşturmuş ve GÇE'nin toplam varyasyondaki payı % 15 civarında olmuştur.

Birden fazla çevre üzerinden yürütülen denemelerde, Ç ana etkisinin toplam varyasyondaki payı % 80-90 arasında değişmektedir. Diğer taraftan GÇE payı, G payından

genelde daha yüksek olmaktadır (Romagosa ve Fox, 1993). Gauch ve Zobel (1996) normal şartlarda G, Ç ve GÇE'nin toplam varyasyondaki paylarının sırasıyla % 10, % 70 ve % 20 olduğunu bildirmişlerdir.

Denemede TS için tespit edilen G, Ç ve GÇE'nin toplam varyanstaki payları (sırasıyla % 13, % 70 ve % 15) Romagosa ve Fox (1993) ve Gauch ve Zobel (1996) tarafından bildirilen varyans oranlarıyla benzerlik göstermektedir.

4.4.2. Ortalamaların Karşılaştırılması

Denemede tane sertliği (TS) ortalaması 20.9 (PSI) olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.17). Denemede önemli bir kalite kriteri olarak incelenen TS, Toprak Mahsulleri Ofisi Hububat Alım ve Satış Esaslarına İlişkin Uygulama Yönetmeliği buğday alım kriterleri içerisinde yer almamaktadır (<https://www.tmo.gov.tr>). Benzer şekilde un fabrikaları buğday alımı yaparken kalite labotaruvarlarında TS'ni belirlememekte ve fiyatlandırmada kullanmamaktadır. Genelde dünyada TS, 37-84 (NIR) veya 25-13 (PSI) arası (orta sert veya orta yumuşaktan serte kadar) olan ekmeklik buğdaylar tercih edilmektedir. TS değeri 7 PSI'den düşük olan buğdaylar ekstra sert, 8-12 PSI arası çok sert, 13-16 PSI arası sert, 17-20 PSI arası orta sert, 21-25 PSI arası orta yumuşak, 26-30 PSI arası yumuşak, 31-35 PSI arası çok yumuşak ve 35 PSI'den yüksek olan buğdaylar ise ekstra yumuşak olarak kabul edilmektedir (Hruskova ve Svec, 2009).

Elgün ve ark. (2001) sert buğdaylarda kabuk ile endosperm ayrışımı, un içerisinde sağlam endosperm hücre sayısı ve zedelenmiş nişasta oranının yüksek olmasından dolayı sert buğdayların un ve irmik veriminin yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bu sebeplerden ötürü, sert buğdayların ekmeklik kalitesi genelde yüksek olmaktadır. Buna mukabil, yumuşak buğdaylarda endospermin nişastaca zengin olmasından dolayı öğütme esnasında un, parçalanmış endosperm hücrelerini ve düzensiz nişasta taneciklerini içerir. Bu durum zedelenmiş nişasta oranını azaltmaktadır. Kabuk ile endosperm ayrışımının düşük olmasından dolayı ince kepek parçacıklarına yapışık endosperm kısımları yassılaştırılarak pulcuk oluşturmada, unun elenmesini güçleştirmekte ve neticede un verimini düşürmektedir. Genelleme yapılacak olur ise un sanayicileri çok sert (PSI değeri 12'den düşük) ve çok yumuşak (PSI değeri 30'dan fazla) buğdayları tercih etmemektedir. Çok sert buğdayların una dönüştürülmesi esnasında enerji sarfiyatı fazla olmakta ya da çok yumuşak buğdaylarda kepeğin undan ayrışması zor olduğundan dolayı un verimi düşük olmaktadır.

Çizelge 4.17. Tane sertliğinin genotip, yıl ve lokasyon ile etkileşimlerine ait ortalamaları

Genotip	2012-2013				2013-2014				İki Yıl Ort.			Gen. Ort.
	K [†]	E	A	Ort.	K	E	A	Ort	K	E	A	
Ç1	21.7	19.4	25.7	22.3	21.7	22.6	26.1	23.5	21.7	21.0	25.9	22.9
Ç2	21.4	18.5	25.6	21.8	23.4	21.1	25.9	23.5	22.4	19.8	25.7	22.6
Ç3	19.4	19.0	21.9	20.1	17.8	18.8	25.5	20.7	18.6	18.9	23.7	20.4
Ç4	18.7	19.2	19.9	19.3	14.3	14.6	14.7	14.5	16.5	16.9	17.3	16.9
Ç5	19.8	18.7	23.6	20.7	26.2	23.2	27.9	25.8	23.0	21.0	25.7	23.2
H1	21.4	24.0	26.0	23.8	21.5	19.2	23.9	21.6	21.4	21.6	25.0	22.7
H2	20.6	20.9	23.2	21.5	16.5	17.0	18.0	17.2	18.5	18.9	20.6	19.4
H3	19.5	18.7	22.5	20.2	17.0	16.6	19.6	17.7	18.2	17.7	21.0	19.0
H4	22.0	19.5	24.5	22.0	19.6	18.7	25.6	21.3	20.8	19.1	25.0	21.6
H5	19.9	20.0	22.6	20.8	21.3	18.7	20.4	20.1	20.6	19.4	21.5	20.5
H6	23.2	21.1	27.1	23.8	15.6	16.5	15.2	15.8	19.4	18.8	21.2	19.8
H7	21.5	22.0	23.9	22.5	17.2	17.8	22.0	19.0	19.4	19.9	23.0	20.7
H8	22.6	21.1	22.3	22.0	14.0	14.6	15.2	14.6	18.3	17.9	18.8	18.3
H9	22.3	20.7	27.0	23.3	15.4	14.4	15.8	15.2	18.9	17.6	21.4	19.3
H10	21.2	21.7	24.6	22.5	13.7	14.6	15.7	14.7	17.5	18.1	20.1	18.6
H11	25.4	23.8	23.1	24.1	14.1	13.7	15.0	14.3	19.7	18.8	19.0	19.2
H12	18.3	19.6	22.6	20.1	13.8	14.7	15.3	14.6	16.1	17.1	18.9	17.4
H13	22.8	20.6	24.1	22.5	25.0	23.6	29.2	25.9	23.9	22.1	26.7	24.2
H14	20.5	22.9	26.4	23.3	27.1	27.3	31.8	28.7	23.8	25.1	29.1	26.0
H15	22.0	23.5	26.2	23.9	22.7	25.0	27.6	25.1	22.4	24.2	26.9	24.5
Ort.	21.2	20.7	24.1	22.0	18.9	18.6	21.5	19.7	20.1	19.7	22.8	20.9

Y LSD_(0.05) = 1.3 (PSI), L LSD_(0.05) = 1.9 (PSI), YLE LSD_(0.05) = 2.1 (PSI), G LSD_(0.05) = 2.5 (PSI), GYE LSD_(0.05) = 3.4 (PSI), GLE LSD_(0.05) = 3.9 (PSI), GYLE LSD_(0.05) = 4.3 (PSI)

[†] K, Konya; E, Eskişehir; A, Ankara

Y, L, G ve bunların birbirleriyle olan etkileşimlerine ait TS değerleri Çizelge 4.17’de verilmiştir. Denemenin yürütüldüğü iki yıl (2012-2013 ve 2013-2014 yetiştirme sezonları) ve üç lokasyon (Konya, Eskişehir ve Ankara) karşılaştırıldığında ikinci yılda (19.7 PSI) birinci yıldan (22.0 PSI) daha yüksek TS elde edilirken, lokasyonlarda en yüksek TS Eskişehir (19.7 PSI - orta sert) lokasyonundan, en düşük TS ise Ankara (22.8 PSI - orta yumuşak) lokasyonundan alınmıştır. YLE’ne ait TS değerleri incelendiğinde, her iki yılda en düşük TS, Ankara lokasyonundan (sırasıyla 24.1 ve 21.5 PSI), buna mukabil en yüksek TS, her iki yılda Eskişehir lokasyonundan (sırasıyla 20.7 ve 18.6 PSI) alınmıştır.

Denemede yer alan genotipler yıl ve lokasyon üzerinden kıyaslandığında en yüksek (düşük PSI) ilk 5 genotip sırasıyla Ç4, H12, H8, H10 ve H3 (16.9-19.0 PSI – orta sert) olurken, en düşük ilk 5 genotip ise sırasıyla H14, H15, H13, Ç5 ve Ç1 (22.9-26.0 PSI – orta yumuşak/yumuşak) olmuştur (Çizelge 4.17). TS, en düşük ve en yüksek genotipler

içerisinde hem hatların ve hem de çeşitlerin yer alması, denemede kullandığımız genotipler arasında TS özelliği açısından genetik bir varyasyonun olduğunu göstermektedir.

Genotiplerin denemenin yürütüldüğü yıllar ile olan etkileşimi (GYE) incelendiğinde (Çizelge 4.17), en yüksek TS'nin birinci yılda (2012-2013 yetiştirme sezonu) sırasıyla Ç4, H12, Ç3, H3 ve Ç5 (20.1-20.7 PSI arası – orta sert/orta yumuşak arası)'den, ikinci yılda (2013-2014 yetiştirme sezonu) sırasıyla H11, Ç4, H8, H12 ve H10 (14.3-14.7 PSI arası-sert)'dan, en düşük ise birinci yılda sırasıyla H11, H15, H1, H6 ve H14 (24.1-23.3 PSI arası-orta yumuşak)'ten, ikinci yılda sırasıyla H14, H13, Ç5, H15 ve Ç1 (28.7-23.5 PSI yumuşak/orta yumuşak arası)'den elde edilmiştir.

Genotiplerin lokasyonlarla olan etkileşimi (GLE) ele alındığında (Çizelge 4.17), en yüksek TS Eskişehir lokasyonundan sırasıyla Ç4, H12, H9, H3 ve H8 (16.9-17.9 PSI - orta sert)'den, Konya lokasyonundan sırasıyla H12, Ç4, H10, H3 ve H8 (16.1-18.3 PSI - orta sert)'den ve Ankara lokasyonundan sırasıyla Ç4, H8, H12 ve H11 (17.3-19.0 PSI - orta sert)'den, en düşük TS ise Eskişehir lokasyonundan sırasıyla H14, H15, H13, H1 ve Ç1 (25.1-21.0 PSI – orta yumuşak)'den, Konya lokasyonundan sırasıyla H13, H14, Ç5, H15 ve Ç2 (23.9-22.4 PSI – orta yumuşak)'den ve Ankara lokasyonundan sırasıyla H14, H15, H13, Ç1 ve Ç5 (29.1-25.7 PSI – yumuşak/orta yumuşak)'ten elde edildiği görülmüştür. Lokasyonlara göre TS yüksek ilk 5 genotip içerisinde Ç4, H8 ve H12'nin her üç lokasyonda da yer alması, bu genotiplerin orta sert tane özelliği yönüyle stabil olduklarını göstermektedir. Yine TS düşük ilk 5 genotip içerisinde H13, H14 ve H15'in her üç lokasyonda da yer alması, bu genotiplerin yumuşak/orta yumuşak tane özelliği yönüyle stabil olduklarını göstermektedir. Fakat bazı genotiplerin TS sıralamalarının değişmesi yani yüksek TS'ne sahip olan genotipler (H9, H11, H10 gibi) ile düşük TS'ne sahip olan genotiplerin (H1, Ç1, Ç5 gibi) lokasyonlara göre farklılık göstermesini Baker (1988) çapraz etkileşim olarak ifade etmiş ve bu tip etkileşimin TS yüksek genotiplerin (13-16 PSI – sert) geliştirilme sürecini zorlaştırdığını bildirmiştir. Çünkü bu tip genotiplerin TS değerleri lokasyondan lokasyona farklılık gösterebilmekte ve çoğunlukla genel adaptasyon yetenekleri düşük iken özel adaptasyon yetenekleri yüksek olmaktadır.

Denemede yer alan 3 konuya (G, Y ve L) ait etkileşimin (GYLE) değerlerine yakından bakıldığında (Çizelge 4.17), birinci yılda (2012-2013 yetiştirme sezonu) en yüksek TS, Konya lokasyonunda sırasıyla H12, Ç4, Ç3, H3 ve Ç5 (18.3-19.8 PSI – orta sert)'ten, Eskişehir lokasyonunda sırasıyla Ç2, H3, Ç5, Ç3 ve Ç4 (18.5-19.2 PSI – orta sert)'ten ve Ankara lokasyonunda ise sadece Ç4 (19.9 PSI – orta sert)'ten alınırken, yine aynı yıl için en düşük TS, Ankara lokasyonundan sırasıyla H6, H9, H14, H15 ve H1 (27.1-

26.0 PSI – yumuşak)’den alınmıştır. Diğer taraftan denemenin ikinci yılda (2013-2014 yetiştirme sezonu) en yüksek TS, Konya lokasyonunda sırasıyla H10, H12, H8, H11 ve Ç4 (13.7-14.3 PSI – sert)’ten, Eskişehir lokasyonunda sırasıyla H11, H9, H10, H8 ve Ç4 (13.7-14.6 PSI – sert)’ten ve Ankara lokasyonunda ise sırasıyla Ç4, H11, H8, H6 ve H12 (14.7-15.3 PSI – sert)’den alınırken, yine aynı yıl için en düşük TS, Konya lokasyonunda sırasıyla H14 ve Ç5 (27.1-26.2 PSI – yumuşak)’den, Eskişehir lokasyonunda sadece H14 (27.3 PSI – yumuşak)’ten ve Ankara lokasyonunda ise sırasıyla H14, H13, Ç5, H15 ve Ç1 (31.8-26.1 PSI – yumuşak)’den alınmıştır. Deneme sonuçları iki yıl ve üç lokasyon üzerinden münferit olarak değerlendirildiğinde tüm yıl ve lokasyonlarda en yüksek TS’ne sahip olan genotipin Ç4, en düşük TS’ne sahip genotipin ise H14 olduğu belirlenmiştir.

4.4.3. Parametrik Stabilite Yöntemleri

Denemede 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeklik buğday genotipinin TS yönüyle stabiliteyi belirlemek için 8 parametrik stabilite yöntemi kullanılmıştır (Çizelge 4.18). İlk sırada yer alan çevre varyansı (S_{xi}^2) Roemer (1917) tarafından önerilmiştir. S_{xi}^2 değerleri, sıfıra yakın olan genotipler stabil olarak kabul edilmektedir (Lin ve ark., 1986; Becker ve Leon, 1988). S_{xi}^2 değeri sıfıra en yakın genotiplerden sırasıyla H5, H15, H3, H1 ve Ç1 (19.0-24.5 PSI – orta sert/orta yumuşak) iken, S_{xi}^2 değeri en yüksek olan genotipler ise sırasıyla H11, H9, H6, H10 ve H8 (18.3-19.8 PSI – orta sert) olarak belirlenmiştir. S_{xi}^2 değeri düşük olan genotiplerin genelde TS değerleri düşük (PSI değerleri yüksek) iken, S_{xi}^2 değeri yüksek olan genotiplerin ise genelde TS değerleri yüksek (PSI değerleri düşük) olmuştur. Bu ilginç durumun temel nedeni, stabilite yönteminin (S_{xi}^2) geliştirilme amacıyla ilgilidir. Tüm stabilite yöntemleri, TV’nin stabilitesini ölçmeye yönelik geliştirilmiştir. Henüz kalite kriterlerine özgün stabilite parametreleri ortaya konmuş değildir. Diğer taraftan bu durumun incelenen bitkisel özelliğin kendisiyle de ilişkisi vardır. Örneğin ıslahçı geliştirdiği genotipler içerisinde yüksek TV’ne sahip genotipleri seçerken, TS özeliğinde ise sert taneli yani PSI değeri 20’den düşük ve 13’den yüksek (13-20 arası) genotipleri seçmek zorunda kalmaktadır. Kısacası, TV rakamsal olarak yükselen değerleri, TS ise azalan değerleri ifade etmektedir. Bu zıt durumun izah edilmesi için mevcut stabilite parametrelerinin teorik temellerinin sorgulanması gerekmektedir.

Eberhart ve Russell (1966), stabilite analizlerinde doğrusal regresyon katsayısının (b_i) ve regresyondan sapmalar kareler ortalamasının (S_{di}^2) stabilite parametresi olarak

kullanılabileceğini; stabil bir genotipin b_i değerinin 1 civarında, TS'nin 13-20 PSI arasında ve S_{di}^2 değerinin ise sıfıra yakın olması gerektiğini bildirmişlerdir. Eberhart ve Russell (1966)'ın 3 stabilite kriterine göre en stabil genotipler sırasıyla H3, H2, Ç4, H12 ve H7 (16.9-20.7 PSI – orta sert) olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.18). En stabil 5 genotipten 4 tanesini hatların oluşturması, çeşit geliştirme sürecinde yüksek TS değeri (düşük PSI) ve stabilitesinin dikkate alındığını göstermektedir. Diğer taraftan bazı genotiplerin b_i değerleri, 1'den yüksek (H9, H6 ve H10 için $b_i > 1.4$) ya da 1'den düşük (Ç5, H13 ve H14 için $b_i < 0.4$) bulunmuştur. Finlay ve Wilkinson (1963) arpada, Sakin ve ark. (2011b) makarnalık buğdayda yaptıkları çalışmalarda bazı genotiplerin b_i değerlerini 1'den yüksek ve/veya düşük bulmuşlardır. Finlay ve Wilkinson (1963)'a göre b_i değeri sıfıra yakın genotipler, kötü çevrelerde düşük TS (yüksek PSI) verirken, b_i değeri 1'den yüksek olan genotipler ise iyi çevrelerde yüksek TS (düşük PSI) vermektedir. Aynı zamanda b_i değeri sıfıra yakın genotiplerin stabiliteyi ortalamanın üstünde, b_i değeri 1'den yüksek olan genotiplerin ise stabiliteyi ortalamanın altındadır (Finlay ve Wilkinson, 1963).

Pinthus (1973), belirtme katsayısının (r_i^2) bir stabilite parametresi olarak kullanılabileceğini bildirmiştir. r_i^2 değeri 1'e yakın olan genotipler stabil olarak kabul edilmektedir (Pinthus, 1973). r_i^2 değeri en yüksek (1'e yakın) genotipler sırasıyla H3, H7, H2, H1 ve H4 (19.0-22.7 PSI – orta sert/orta yumuşak) olurken en düşük genotipler (r_i^2 değeri sıfıra yakın) ise sırasıyla Ç5, H13, H14, H15 ve Ç2 (22.6-26.0 PSI – orta yumuşak) olmuştur (Çizelge 4.18).

Wricke (1962), stabiliteyi bir genotipin GÇE'ne katkısı olarak belirlemiştir. Bir genotipin GÇE varyansı içerisindeki payını, Wricke (1962) ekovalans (W_i^2) olarak tanımlamış ve W_i^2 değeri sıfıra yakın olan genotiplerin stabil olacağını bildirmiştir. Wricke (1962)'in W_i^2 yöntemine alternatif olarak Shukla (1972) stabilite varyansını (σ_i^2) önermiştir. Wricke ve Weber (1980), σ_i^2 ile W_i^2 arasında doğrusal bir ilişkinin olduğunu ve dolayısıyla her iki yöntemle göre genotiplerin stabilite sıralamalarının aynı olacağını bildirmişlerdir. Çizelge 4.13'de verilen σ_i^2 ve W_i^2 değerlerine bakıldığında, her iki yöntemle göre genotiplerinin sıralamalarının aynı olduğu görülmektedir. İki parametreye göre en stabil genotipler sırasıyla H3, H7, H1, H2 ve H5 (19.0-22.7 PSI – orta sert/orta yumuşak) olurken stabilitesi en düşük olan genotipler ise sırasıyla H11 (19.2 PSI – orta sert), H14 (26.0 PSI - yumuşak) ve Ç5 (23.2 PSI – orta yumuşak) olmuştur.

Parametrik stabilite yöntemlerine ilave olarak Francis ve Kannenberg (1978) varyasyon katsayısı (CV_i) yöntemini önermiştir. Bu yöntemle göre stabil bir genotipin CV_i

değeri sıfıra yakın ve TS değeri 13-20 PSI (sert/orta sert) arasında olmalıdır. Denemede kullanılan 20 genotip arasında bu iki stabilite parametresine uygun herhangi bir genotip bulunamamıştır. Diğer taraftan CV_i değeri sıfıra yakın fakat orta yumuşak grubuna giren (PSI değeri 17-25 arası) 5 genotip (H5, H15, H1, H3 ve Ç1 (19.0-24.5 PSI – orta sert/orta yumuşak)) tespit edilmiştir. Bu stabilite parametresinin (CV_i) ortaya koyduğu diğer bir ilginç durum ise CV_i değeri en yüksek ilk 5 genotipin (sırasıyla H11, H9, H6, H10 ve H8) TS değerlerinin (18.3-19.8 PSI) orta sert grubunda yer almasıdır (Çizelge 4.18). Diğer taraftan bu genotipler, CV_i değerlerine göre stabil olarak kabul edilmemesine rağmen TS değerleri arzu edilen düzeydedir.

Çizelge 4.18. Tane sertliği için parametrik stabilite yöntemleri

Genotip	\bar{X}^\dagger	S_{xi}^2	b_i	S_{di}^2	r_i^2	W_i^2	σ_i^2	CV_i	P_i
Ç1	22.9	41.2	0.71	47.2	0.51	152.1	31.1	11.2	62.9
Ç2	22.6	51.3	0.68	65.6	0.42	210.4	44.2	12.6	70.8
Ç3	20.4	50.9	0.83	44.1	0.51	166.8	34.3	13.8	148.5
Ç4	16.9	42.7	0.94	33.9	0.72	102.3	20.3	15.4	384.2**
Ç5	23.2	78.4	0.11**	129.3	0.22	546.1*	118.6*	15.2	54.2
H1	22.7	36.9	1.05	14.5	0.85	46.3	7.5	10.7	91.2
H2	19.4	42.2	1.13	16.5	0.86	52.9	9.1	13.4	237.9*
H3	19.0	28.4	1.06	0.13	0.99	0.9	2.5	11.2	234.5*
H4	21.6	51.6	1.14	22.8	0.83	97.2	18.8	13.2	109.1
H5	20.5	10.7	0.54**	6.9	0.56	66.7	12.1	6.38	157.7
H6	19.8	144.6	1.76**	87.7	0.60	380.1	81.7	24.3	279.1*
H7	20.7	43.4	1.23	5.6	0.88	32.9	4.5	12.7	162.5
H8	18.3	104.3	1.43*	84.6	0.59	286.4	60.9	22.3	336.2**
H9	19.3	151.7	1.89**	64.4	0.62	357.5	76.7	25.5	301.6**
H10	18.6	125.8	1.72**	69.7	0.66	296.4	63.1	24.1	328.3**
H11	19.2	186.3	1.58**	178.7	0.68	634.2**	138.2**	28.4	340.3**
H12	17.4	70.5	1.31	28.8	0.71	121.9	24.3	19.3	363.5**
H13	24.2	51.7	0.33**	79.7	0.35	349.4	74.9	11.8	27.2
H14	26.0	95.8	0.36**	155.6	0.38	620.9**	135.2**	15.1	13.2
H15	24.5	28.2	0.55**	37.9	0.41	152.9	31.2	8.6	28.5
Ort.	20.9	71.8	1.0	58.7	0.6	233.7	49.5	15.8	186.6

*, ** sırasıyla $P < 0.05$ ve $P < 0.01$ seviyesinde önemli (stabil değil)

$\dagger \bar{X}$, Tane sertliği (PSI); S_{xi}^2 , Çevre varyansı (Roemer, 1917); b_i , Regresyon katsayısı (Eberhart ve Russell, 1966); S_{di}^2 , Regresyondan sapmalar kareler ortalaması (Eberhart ve Russell, 1966); r_i^2 , Belirtme katsayısı (Pinthus, 1973); W_i^2 , Ekovalans (Wricke, 1962); σ_i^2 , Stabilite varyansı (Shukla, 1972); CV_i , Varyasyon katsayısı (Francis ve Kanenberg, 1978); P_i , Üstünlük ölçütü (Lin ve Binns, 1988)

Üstünlük ölçütü (P_i), bir çevrede denemeye alınan bir genotipin performans değeri ile o çevrede denemeye alınan diğer genotipler arasında maksimum performansı veren genotipin değeri arasındaki fark olarak tanımlamaktadır (Lin ve Binns, 1988). Bir

genotipin performansının farklı çevrelerde sürekli yüksek seyretmesi, o genotipin performansının maksimum olduğu anlamına gelmektedir. Dolayısıyla bir genotipin P_i değeri sıfıra yakınsa stabilitesi yüksek demektir. Lin ve Binns (1988), P_i değerinin aynı zamanda genotiplerin genel adaptasyon yeteneklerinin bir göstergesi olduğunu ve çevreler üzerinden performans ortalamalarına göre kıyaslama yapılmasının doğru olacağını bildirmişlerdir. P_i , stabilite parametresi olarak yüksek performanslı genotiplerin belirlenmesi için geliştirilmiştir. Hâlbuki TS özelliği azalan değerleri yani zıt bir durumu göstermektedir. Çizelge 4.18’de verilen P_i değerleri incelendiğinde en stabil genotiplerin (sırasıyla H14, H13, H15, Ç5 ve Ç1) TS değerleri 22.9-26.0 PSI arası (orta yumuşak/yumuşak) iken, P_i değerlerine göre stabil olmayan genotiplerin (sırasıyla Ç4, H12, H11, H8, H10, H9, H7, H2 ve H3) TS değerleri 18.3-19.8 PSI (orta sert) arasında değiştiği belirlenmiştir. Netice itibariyle P_i değerlerine göre stabil genotiplerin seçilmesi durumunda orta yumuşak/yumuşak TS’ne sahip genotipler seçilmiş olacaktır. Fakat TS değerleri düşük genotiplerin ekmek yapım kalitesi de düşük olacağından dolayı bu tip genotiplerin stabiliteyi yüksek olsa da (P_i değerleri düşük olduğundan) tercih edilmezler (Elgün ve ark., 2001). Bir diğer ilginç durum ise P_i değerleri yüksek olan genotiplerin (stabil olmayan) TS değerlerinin yüksek olması durumudur. Stabil olmamalarına rağmen (P_i değerleri yüksek olduğundan) TS değerlerinin yüksek olmasından dolayı bu tip genotipler hakkında yorum yaparken dikkatli olmakta fayda vardır. Zira TS yönüyle genotiplerin stabilite durumlarında belirleyici faktör genotiplerin performansındaki farklılıklardan değil, bizzat stabilite yönteminin (P_i) kendisinden kaynaklanmaktadır.

4.4.4. Parametrik Olmayan Stabilite Yöntemleri

Denemede 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeçlik buğday genotipinin TS yönüyle stabiliteyi belirlemek için 8 parametrik olmayan stabilite yöntemi kullanılmıştır (Çizelge 4.19).

Denemede kullanılan parametrik olmayan stabilite yöntemlerinden ilk dördü ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$) Huehn (1979) tarafından geliştirilmiştir (Çizelge 4.19). Stabil bir genotipin $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$ değerleri sıfıra yakın olmalıdır (Huehn, 1996). Huehn (1979)’ün 4 parametrik olmayan stabilite yöntemine ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$) göre en stabil genotipler sırasıyla Ç4, H12, H3 ve H2 (16.9-19.4 PSI – orta sert) olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.19). Stabilitesi en düşük olan genotipler ise sırasıyla H14, Ç5 ve H11 (19.2-26.0 PSI - orta sert/orta yumuşak/yumuşak) olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.19. Tane sertliği için parametrik olmayan stabilite yöntemleri

Genotip	\bar{X}^\dagger	$S_i^{(1)}$	$S_i^{(2)}$	$S_i^{(3)}$	$S_i^{(6)}$	RS	BOTTOM	RM	SDR
Ç1	22.9	6.4	28.2	9.8	2.1	25	16.6	13.5	3.8
Ç2	22.6	6.8	33.1	19.1	2.8	26	16.6	12.0	5.9
Ç3	20.4	6.4	29.3	10.1	2.1	21	50.0	7.7	5.2
Ç4	16.9	4.8	15.4	0.9	0.5	8	100.0	2.8	1.8
Ç5	23.2	10.5*	84.4*	27.8	4.1	35	33.3	11.7	7.3
H1	22.7	4.6	16.1	8.3	2.1	18	0.0	14.5	3.2
H2	19.4	3.7	9.8	1.1	0.5	12	0.0	8.8	1.6
H3	19.0	1.4	1.6	2.8	1.1	6	50.0	6.2	2.8
H4	21.6	4.1	12.1	3.5	1.2	19	16.6	11.7	2.6
H5	20.5	4.8	17.8	3.9	1.2	16	33.3	9.2	3.2
H6	19.8	9.2	56.4	25.3	3.7	26	50.0	11.5	7.0
H7	20.7	2.6	5.6	2.8	1.1	14	0.0	11.5	2.3
H8	18.3	8.9	59.8	14.1	2.3	16	66.6	7.5	6.3
H9	19.3	9.4	60.5	19.1	2.8	23	50.0	10.2	6.4
H10	18.6	9.5	63.5	10.8	1.9	18	50.0	8.2	5.2
H11	19.2	11.1**	90.1**	29.8	3.5	26	66.6	8.8	8.5
H12	17.4	5.7	21.8	2.1	0.7	10	83.3	4.7	2.7
H13	24.2	9.2	62.9	15.2	3.8	33	0.0	15.7	4.0
H14	26.0	10.6*	85.1*	32.1	5.1	39	16.6	17.0	5.1
H15	24.5	7.2	35.3	2.5	1.5	29	0.0	17.0	1.4
Ort.	20.9	6.8	39.4	12.1	2.2	21.0	34.9	10.5	4.3

*, ** sırasıyla $P < 0.05$ ve $P < 0.01$ seviyesinde önemli (stabil değil)

† \bar{X} , Tane sertliği (PSI); Huehn (1979)'ün parametreleri $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$; RS, Sıra-Toplam (Kang, 1988); BOTTOM, Fox ve ark. (1990)'nın en alt sıra parametresi; RM, Sıra ortalaması (Ketata, 1988); SDR, Sıranın standart sapması (Ketata, 1988)

Kang (1988), parametrik olmayan stabilite yöntemi olarak Sıra-Toplam (RS) yöntemini önermiştir. RS yönteminde deneme çevreleri üzerinden en yüksek TS'ne (düşük PSI) sahip genotipe sıra değeri olarak 1 (rakamla bir) verilirken, en düşük TS'ne sahip genotipe (yüksek PSI) ise en yüksek sıra değeri (genotip sayısı kadar) verilir. Kang (1988) aynı zamanda Shukla (1972)'nin stabilite varyansını da (σ_i^2) RS yöntemine dâhil etmiştir. Her bir genotip için σ_i^2 değeri hesaplandıktan sonra, en düşük σ_i^2 değerine sahip genotipe sıra değeri olarak 1 verilirken (TS sıralamasında yapıldığı gibi), en yüksek σ_i^2 değerine sahip genotipe ise en yüksek sıra değeri (genotip sayısı kadar) verilir. Hem TS ve hem de Shukla (1972)'nin stabilite varyansı (σ_i^2) değerlerine göre oluşturulan sıra değerleri, toplanarak RS değerleri elde edilmektedir. RS değeri en düşük olan genotip, en yüksek stabiliteye sahip olmaktadır (Kang, 1988). Bu tanıma göre en yüksek stabiliteye sahip genotipler sırasıyla H3, Ç4, H12 ve H2 (16.9-19.4 PSI – orta sert) olurken en düşük stabiliteye sahip genotipler ise sırasıyla H14, Ç5, H13 ve H15 (23.2-26.0 PSI – orta

yumuşak/yumuşak) olmuştur (Çizelge 4.19). RS yöntemine göre stabilitesi en yüksek ve en düşük 8 genotipten 6 tanesinin hatlardan oluşması önemli bir ayrıntı olarak belirtilmelidir. TS yönüyle genotipler arasında tespit edilen stabilite farklılığını sadece yıl ve lokasyon etkileşimi ile izah etmek mümkün olmayıp, bu farklılığın nedenlerinden biriside hiç kuşkusuz genotipler arası (genetik) farklılıklardan kaynaklanmaktadır.

Fox ve ark. (1990), parametrik olmayan stabilite yöntemi olarak en üst sıra (TOP), orta sıra (MIDDLE) ve en alt sıra (BOTTOM) yöntemlerini önermişlerdir. Söz konusu üç yöntem içerisinde en yaygın olarak kullanılanı, en üst sıra (TOP) yöntemidir. Fakat bu yöntem yüksek performans gösteren (TV, PO ve GO gibi) genotiplerin stabilitelelerinin belirlenmesine uygun olup yüksek TS'ne sahip genotiplerin (düşük PSI) belirlenmesine uygun değildir. Çünkü yüksek TS'ne sahip genotipler sıralamada yukarıda değil aşağıda yer almaktadır. Dolayısıyla Fox ve ark. (1990) tarafından önerilen üçüncü yöntem (en alt sıra - BOTTOM), yüksek TS'ne sahip genotiplerin belirlenmesine uygundur. En alt sıra (BOTTOM) yöntemine göre farklı çevrelerde denemeye alınan genotiplerin en yüksek TS'ne sahip genotipten başlamak üzere TS sıralamasına göre her çevrede son üç sırada yer alma oranı belirlenmektedir. En alt sıra (BOTTOM) değeri 100'e en yakın olan genotip, en stabil olarak kabul edilmektedir. Fox ve ark. (1990) tarafından yapılan tanıma göre en yüksek stabiliteye sahip genotipler, yüksek TS değerleriyle birlikte değerlendirildiğinde sırasıyla Ç4 (BOTTOM değeri = 100.0 ve TS = 16.9 PSI – orta sert), H12 (BOTTOM değeri = 83.3 ve TS = 17.4 PSI – orta sert) ve H8 ve H11 (BOTTOM değeri = 66.6 ve TS = 18.3-19.2 PSI – orta sert) olurken, en alt sıraya (BOTTOM) giremeyen genotipler ise H15, H13, H1, H7 ve H2 (19.4-24.5 PSI – orta sert/orta yumuşak) olarak belirlenmiştir. En stabil 4 genotip arasında 3 tane hat ve 1 çeşit yer alırken, stabilitesi en düşük genotiplerin tümünü, hatlar oluşturmuştur (Çizelge 4.19).

Ketata (1988), parametrik olmayan stabilite yöntemleri olarak sıra ortalaması (RM) ve sıranın standart sapması (SDR) yöntemlerini önermiştir. Bu iki yöntem uygulanırken, genotipler her bir çevrede TS değerlerine göre sıralanmakta ve en yüksek TS'ne (en düşük PSI) sahip genotipe sıra değeri olarak 1 verilmektedir. Daha sonra farklı çevrelerdeki sıra değerlerinin ortalaması ve standart sapması hesaplanmaktadır. Genotiplerin RM ve SDR değerleri dikkate alınarak stabilite ve adaptasyon durumları hakkında yorum yapılabilmektedir. Bu bilgiler doğrultusunda, düşük RM ve SDR değerlerine sahip genotipler (sırasıyla Ç4, H12, H3 ve H2) yüksek TS'ne sahip (16.9-19.4 PSI – orta sert) ve stabil (Çizelge 4.19); düşük RM ve yüksek SDR değerlerine sahip genotipler (sırasıyla H8, Ç3, H10, H11 ve H5) yüksek TS'ne sahip (18.3-20.5 PSI – orta sert/orta yumuşak) ve

stabil değil; yüksek RM ve SDR değerlerine sahip genotipler (sırasıyla H14, H13, Ç2 ve Ç5) düşük TS'ne sahip (22.6-26.0 PSI – orta yumuşak) ve stabil değil; yüksek RM ve düşük SDR değerlerine sahip genotipler (H15, H1, Ç1, H4 ve H7) ise düşük TS'ne sahip (20.7-24.5 PSI – orta yumuşak) ve stabil olarak değerlendirilmektedir.

Genel olarak parametrik olmayan stabilite yöntemleri, sert/orta sert (13-20 PSI arası) gruba giren genotiplerin stabilitelelerinin belirlenmesine uygun olduğu, parametrik stabilite yöntemlerinin ise yumuşak gruba (>20 PSI) giren genotiplerin stabilitelelerinin belirlenmesine uygun olduğu tespit edilmiştir.

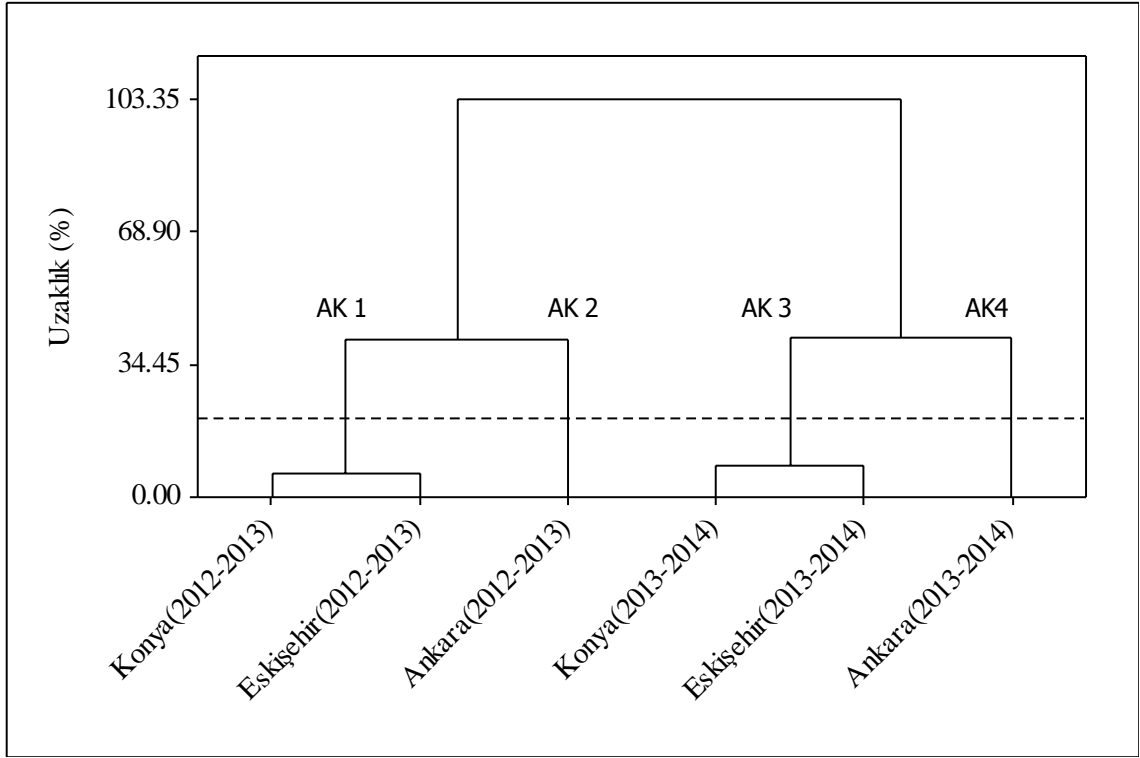
4.4.5. Çok Değişkenli (Multivariate) Yöntemler

Denemede 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeklik buğday genotipinin TS yönüyle stabilitelelerini belirlemek için 3 çok değişkenli yöntem kullanılmıştır.

Çok değişkenli yöntemlerin ilki olan Pattern Analizi (PA), hem Kümeleme (CA) ve hem de Ana Bileşenler Analiz (PCA) yöntemlerini içermektedir (Alagarswamy ve Chandra, 1998). PA-CA sonuçlarına göre denemenin yürütüldüğü çevreler dört alt kümeye (AK 1, AK 2, AK 3 ve AK 4) ayrılmıştır (Şekil 4.16). Birinci alt kümeyi (AK 1) Konya (2012-2013) ve Eskişehir (2012-2103) çevreleri; ikinci alt kümeyi (AK 2) sadece Ankara (2012-2013) çevresi; üçüncü alt kümeyi Konya (2013-2014) ve Eskişehir (2013-2014) çevreleri ve dördüncü alt kümeyi ise sadece Ankara (2013-2014) çevresi oluşturmuştur. Daha önceki konularda ele alınan örneğin PO için AK 1'de (Şekil 4.6) yer alan çevreler denemenin ilk yılına ait olup Konya ve Ankara lokasyonlarını kapsarken, denemenin ilk yılına ait Eskişehir lokasyonu münferit olarak AK 2'de yer almıştır. Hâlbuki TS için AK 1 ve 2'de yer alan çevreler yine denemenin ilk yılına ait olup TS ile PO kümelenmesindeki farklılık, AK 1 ve 2' deki çevrelerden Eskişehir ve Ankara (2012-2013)'nın farklı kümelerde yer almasından kaynaklanmaktadır. PO ile TS için AK 3 ve 4'de yer alan çevrelerin dendrogramları aynı şekilde oluşmuştur. Yani, AK 3'de Konya (2013-2014) ve Eskişehir (2013-2014) çevreleri yer alırken, AK 4'de sadece Ankara (2013-2014) çevresi yer almıştır. TS ile PO için PA-CA sonuçlarının benzerlik göstermesi, bu iki özellik arasında olumlu bir ilişkinin varlığına işaret etmektedir (Şekil 4.6 ve 4.16).

Denemede yer alan genotiplerin PA-CA'nden elde edilen dendrogramı Şekil 4.17'de verilmiştir. PA-CA'ne göre genotipler 4 alt kümeye (AK 1, AK 2, AK 3 ve AK 4) ayrılmıştır. AK 1'de 5 genotip (Ç1, Ç2, H4, H13 ve Ç5), AK 2'de 3 genotip (H1, H15 ve H14), AK 3'de 5 genotip (Ç3, H3, H5, Ç4 ve H12) ve AK 4'de 7 genotip (H2, H7, H8, H10, H6, H9 ve H11) yer almıştır. AK 1 ve 2'de yer alan 8 genotipin TS değerleri düşük

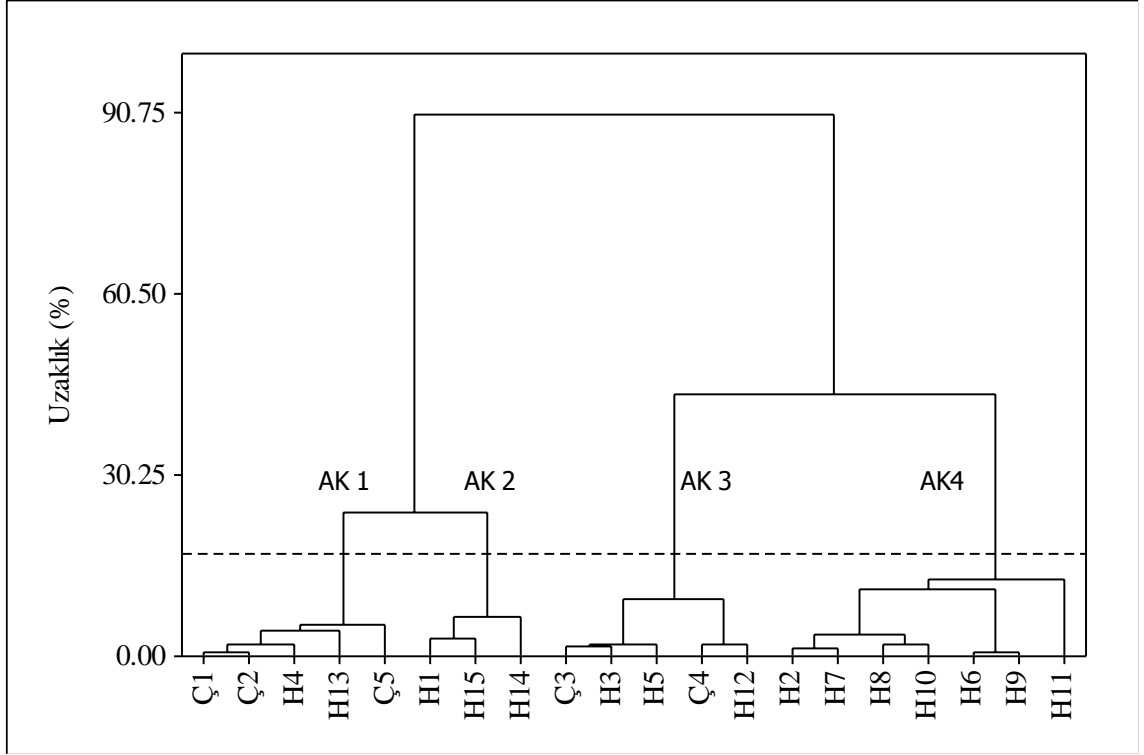
(22.6-26.0 PSI – orta yumuşak) seviyede gerçekleşmiştir (Çizelge 4.17). Diğer taraftan AK 3 ve 4’de yer alan 12 genotipin TS değerleri, yüksek (16.9-20.7 PSI – orta sert) düzeyde kayda girmiştir. Sonuçta, genotiplerin PA-CA dendrogramına göre iki büyük alt kümeye ayrıldığı belirlenmiştir (Şekil 4.17). İki büyük alt kümenin ilkini, AK 1 ve 2 oluştururken, diğer ikincisini ise AK 3 ve 4 oluşturmuştur. Birinci büyük alt kümede bulunan tüm genotipler, TS yönüyle orta-yumuşak sınıfta yer alırken, ikinci büyük alt kümede bulunan tüm genotipler ise orta-sert sınıfta yer almışlardır. Bu durum, genotiplerin TS açısından ayırt edilebilecek şekilde farklı genetik yapıya sahip olduklarını göstermektedir.



Şekil 4.16. Tane sertliği için lokasyonların yıllara göre dendrogramı (AK, Alt Küme; Uzaklık % 20)

PA'nin ikinci aşaması olan Ana Bileşenler Analizi (PCA)'yle elde edilen PA-Biplot'u Şekil 4.18'de verilmiştir. PCA'nin ilk iki ana bileşeni, GÇE'nin kareler toplamının % 82'ini (sırasıyla PC1 = % 51 ve PC2 = % 31) açıklamıştır. PA-Biplot'un orijininin geçen vektörler çevrelere, H (Hat) ve Ç (Çeşit) sembolleri ise genotiplere işaret etmektedir. Çevre vektörleri arasındaki açılar çevrelerin birbirine benzerlik ya da uzaklığını göstermektedir. Konya (2012-2013), Ankara (2012-2013) ve Eskişehir (2012-2013) çevrelerine ait vektörler arasındaki açı $< 90^\circ$ olup, bu üç çevre arasında benzerliğin yüksek olduğunu göstermektedir. Çevrelerin PA-Biplot üzerinde pozisyonları (Şekil 4.18)

ile PA-CA dendrogramındaki kümelenmeleri (Şekil 4.16) kıyaslandığında, PA-CA analizinde Konya (2012-2013) ile Eskişehir (2012-2013) çevrelerinin AK 1’de ve Ankara (2012-2013) çevresinin münferit olarak AK 2’de yer alması, PA-Biplot ile uyumunu düşürmüştür. Diğer taraftan PA-Biplot üzerinde Ankara (2013-2014) çevresinin, Konya (2013-2014) ile Eskişehir (2013-2014) çevrelerinden uzakta yer alması bu çevrelerin birbirine benzerliğinin düşük olduğunu göstermektedir.

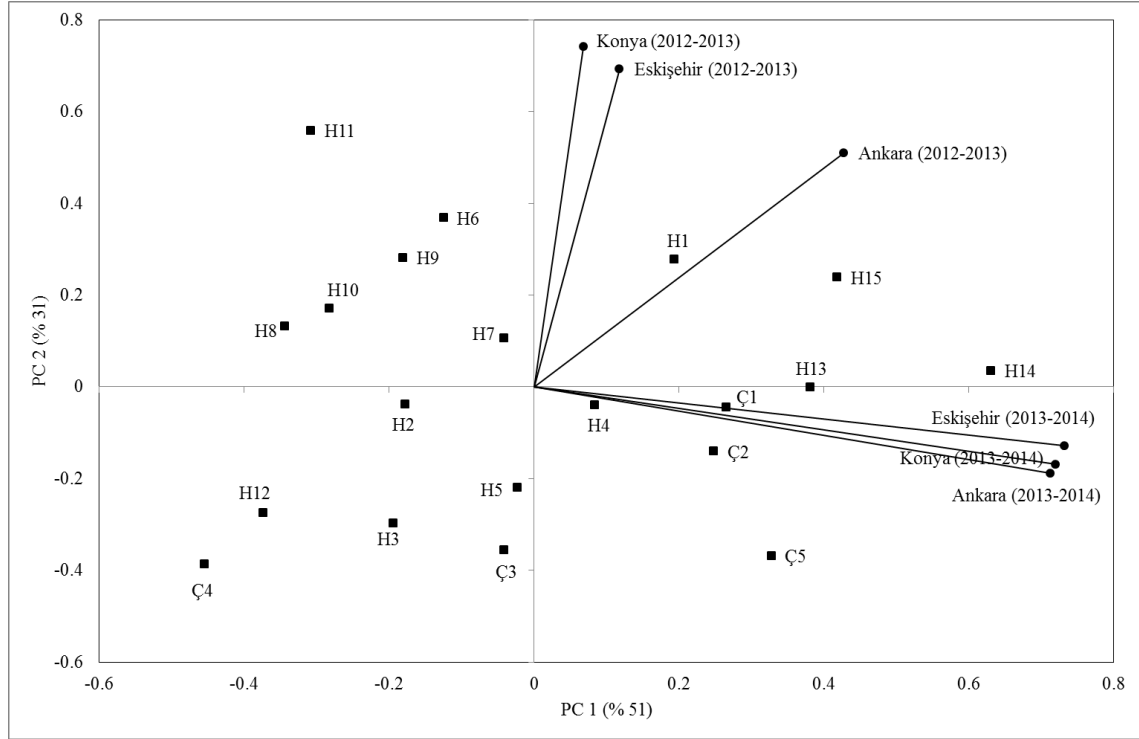


Şekil 4.17. Tane sertliği için genotiplerin dendrogramı (AK, Alt Küme; H, Hat; Ç, Çeşit; Uzaklık % 20)

Denemenin ikinci yılına ait çevreler için oluşturulan PA-CA dendrogramı (Şekil 4.16) ile PA-Biplot bulguları birbirini desteklemektedir. Diğer bir ifadeyle Konya (2013-2014) ile Eskişehir (2013-2014) çevrelerinin AK 3’de, Ankara (2013-2014) çevresinin ise ferdi olarak AK 4’de yer alması, PA-Biplot’un bulgularıyla uyum içerisindedir.

PA-Biplot (Şekil 4.18) incelendiğinde, hem birinci ve hem de ikinci yıla ait çevrelerin biplotun birinci ekseninin (PC 1) pozitif kısmında yer aldığı görülmektedir. Diğer taraftan birinci yıla ait çevrelerin biplotun ikinci ekseninin (PC 1) negatif kısmında, ikinci yıla ait çevrelerin ise biplotun ikinci eksenin (PC 1) pozitif kısmında yer aldığı belirlenmiştir. Biplotun her iki ekseni, birbiriyle karşılaştırıldığında ikinci eksenin çevreleri ayırma yeteneğine sahip olduğu gözlemlenmiştir. İkinci eksenin çevreleri ayırma

yeteneğinin yıl ile ilişkili olduğu görülmektedir. Çünkü çevreler birinci eksen üzerinde tek bir grup oluştururken ikinci eksen üzerinde yıllara göre aynı lokasyonlar farklı çevrelere ayrılmıştır. Birinci eksen üzerinde çevrelerin farklı grup oluşturmasının nedeni, genotiplerin lokasyonlara göre farklı TS değerleri oluşturmasıyla ilişkilidir.



Şekil 4.18. Tane sertliğinin PA-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit)

Birbirine benzer olan genotipler, PA-Biplot'un (Şekil 4.18) üzerinde birbirine yakın olarak yer almaktadır. Birbirinden farklı olan genotipler ise biplot üzerinde zıt yerlerde toplanmaktadır. H1, H15, H14, H13, Ç1, H4, Ç2 ve Ç5 kodlu genotipler (21.6-26.0 PSI – orta yumuşak) ana bileşen eksenini 1 (PC 1)'in pozitif kısmında H11, H6, H9, H10, H8, H7, H2, H12, Ç4, H3, H5 ve Ç3 kodlu genotipler (16.9-20.7 PSI – orta sert) ise PC 1'in negatif kısmında yer almışlardır (Şekil 4.13). Bu durum, iki genotip grubunun birbirinden farklı TS değerlerine sahip olduğunu göstermektedir. İlk grupta yer alan genotiplerden H14, H13 Ç1 ve Ç2 en iyi performansı ya da adaptasyonu sırasıyla Eskişehir (2012-2013), Konya (2012-2013) ve Ankara (2012-2013) çevrelerinde gösterirken, ikinci grup genotiplerden H15, H1, H6 ve H9 ise en iyi adaptasyonu sırasıyla Ankara (2013-2014), Konya (2013-2014) ve Eskişehir (2013-2013) çevrelerinde göstermişlerdir. Aynı zamanda birinci grup genotiplerden Ç5 ile ikinci grup genotiplerden H11, H10, H8, H12, Ç4, H3 ve Ç3'ün tüm çevrelere adaptasyonu düşük olmuştur. PA-Biplot'unun merkezinde (orijininde) yer alan

genotiplerin (H7, H4, H2 ve H5) tüm çevrelere adaptasyonları yüksek olmasına rağmen bu genotiplerin TS değerleri 19.4-21.6 PSI arasında (orta sert/orta yumuşak) yer almıştır (Çizelge 4.12).

Denemede kullanılan çok değişkenli yöntemlerden ikincisi AMMI (Eklemeli Ana Etkiler ve Çarpımsal Etkileşimler Analizi) analiz yöntemidir. AMMI analizinden elde edilen AMMI-Biplot grafiği Şekil 4.19'da verilmiştir. AMMI-Biplot'un ilk iki eksenini, GÇE'nin % 90'nı (sırasıyla PC 1 = % 85 ve PC 2 = % 5) açıklamıştır. Bu oran (% 90), PA-Biplot'un (Şekil 4.18) oranıyla (% 82) benzerlik göstermektedir. Dolayısıyla her iki biplotun GÇE'ni açıklama oranı oldukça yüksektir. AMMI-Biplot'un ilk ekseninin (PC 1) münferit olarak GÇE'ni açıklama oranı % 85 olup, bu oran TS için yapılacak yorumlarda sadece PC 1'in kullanılmasının yeterli olacağını göstermektedir (Gauch, 1988).

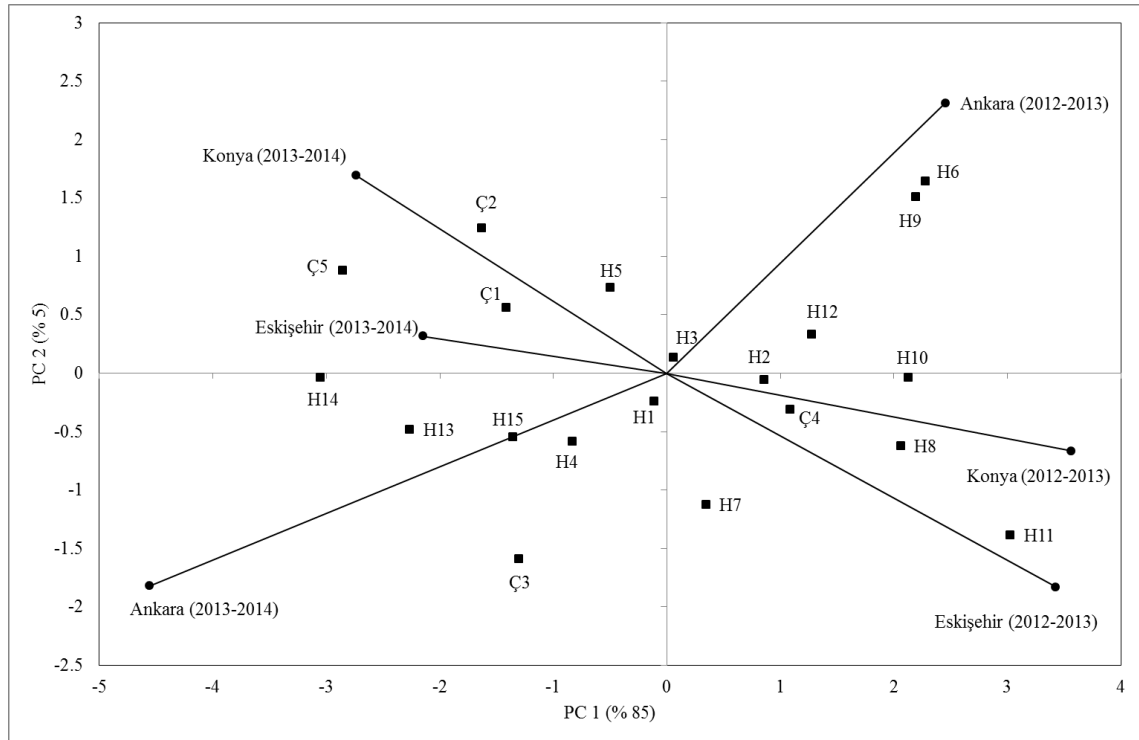
AMMI-Biplot'un üzerinde dağılışı gösteren genotipler ve çevre vektörlerinin birbiriyle olan ilişkilerine bakıldığında (Şekil 4.19), PA-Biplot'tan (Şekil 4.18) farklı olduğu görülmektedir. AMMI-Biplot'ta (Şekil 4.19) Konya (2012-2013) ile Eskişehir (2012-2013) çevre vektörleri arasında benzerlik, PA-Biplot (Şekil 4.18) ve PA-CA analizinde (Şekil 4.16) olduğu (alt küme AK 1) gibi yüksektir. Fakat Eskişehir (2012-2013) çevresinin Konya (2012-2013) ve Ankara (2012-2013) çevreleriyle AMMI-Biplot'ta herhangi bir ilişkisi belirlenememiştir ($\approx 90^\circ$). Bu durum PA-CA bulgularıyla benzerlik gösterirken, PA-Biplot bulgularıyla çelişmiştir. Diğer taraftan ikinci yıla ait çevrelerin AMMI-Biplot üzerindeki dağılışı PA-Biplot bulgularıyla benzerlik göstermiştir. İlave olarak, PA-CA analizinde Konya (2013-2014) ile Eskişehir (2013-2014) çevrelerinin aynı alt kümede yer alması (AK 3), AMMI-Biplot bulgularıyla doğrulanmıştır. Yine AMMI-Biplot'ta Ankara (2013-2014) çevresi ile Eskişehir (2013-2014) çevresi arasında pozitif ilişki olmasına rağmen, bu iki çevrenin benzerlik oranı düşük seviyede kalmıştır.

AMMI-Biplot üzerinde çevrelerin pozisyonları incelendiğinde ilk yıla ait çevrelerin ana eksen bileşeni 1 (PC 1)'in pozitif kısmında, ikinci yıla ait çevrelerin ise ana eksen bileşeni 1 (PC 1)'in negatif kısmında yer aldığı görülmektedir (Şekil 4.19). Fakat AMMI-Biplot'un ikinci ana ekseninin (PC 2) üzerinde çevrelerin aldığı pozisyonlar, PA-Biplot'tan farklılık göstermektedir. AMMI-Biplot'un ana eksenini 2 (PC 2)'nin pozitif kısmında Ankara (2012-2013), Eskişehir (2013-2014) ve Konya (2013-2014) çevreleri yer alırken, ana eksenini 2 (PC 2)'nin negatif kısmında ise Ankara (2013-2014), Konya (2012-2013) ve Eskişehir (2012-2013) çevreleri yer almıştır. AMMI-Biplot'un ana eksenini 2 (PC 2)'nin pozitif kısmında her iki yıla ait farklı çevrelerin ve ana eksenini 2 (PC 2)'nin negatif

kısımında yine her iki yıla ait farklı çevrelerin yer alması, GÇE üzerine yıl ve lokasyonun birlikte etki ettiğini göstermektedir (Çizelge 4.16).

AMMI-Biplot'un birinci ana eksenin (PC 1) pozitif kısmında yer alan tüm genotiplerin (H6, H9, H12, H3, H2, H10, Ç4, H8, H7 ve H11) TS değerleri orta sert (16.9-20.7 PSI) sınıfa girmektedir (Şekil 4.19 ve Çizelge 4.17). Fakat birinci eksenin (PC 1) negatif kısmında yer alan tüm genotipler (H5, Ç5, Ç1, Ç5, H14, H13, H15, H4, Ç3 ve H1) ise orta sert (20.4-26.0 PSI) TS sınıfına dâhil olmuşlardır. AMMI-Biplot'un ilk ana eksenini, genotipleri TS değerlerine göre ayırmayı başarabilmiştir.

Genotiplerle çevreler arası ilişkiler yakından incelendiğinde (Şekil 4.19), H11'in Eskişehir (2012-2013) çevresinde, H8, Ç4, H10 ve H2'nin Konya (2012-2013) çevresinde; H6, H9 ve H12'nin Eskişehir (2012-2013) çevresinde; H5, Ç2 ve Ç1'in Konya (2013-2014) çevresinde; Ç5 ve H14'ün Eskişehir (2013-2014) çevresinde ve H13, H15 ve H4'ün Ankara (2013-2014) çevresinde en iyi adaptasyonu sağladığı belirlenmiştir. AMMI-Biplot'un merkezinde yer alan genotiplerin (H1 ve H3) tüm çevrelere adaptasyonu yüksek olup 2 hattan oluşmaktadır.



Şekil 4.19. Tane sertliğinin AMMI-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit)

Çok değişkenli yöntemlerden üçüncüsü, GGE-Biplot analiz yöntemidir. TS için elde edilen GGE-Biplot grafiği, Şekil 4.20'de verilmiştir. GGE-Biplot'un ilk iki ana bileşeni, G

ana etkileri ile GÇE'nin kareler toplamalarının % 92'si (sırasıyla PC 1 = % 84 ve PC 2 = % 8) açıklamıştır. Birden fazla çevre ve genotip ile yürütülen denemelerde GÇE'nin istatistiksel olarak önemli çıkması durumunda, ilk iki ana bileşenin (PC 1 ve PC 2) toplam varyasyonun en az % 70'ini açıklaması beklenmektedir (Gauch, 1988). GGE-Biplot'un açıklama oranı (% 92), AMMI-Biplot (% 90) ve PA-Biplot'un oranlarıyla (% 82) benzerlik göstermiştir. Her üç biplot tekniğinin ilk iki ana ekseninin, GÇE'ni açıklama oranları kıyaslandığında, GGE-Biplot'un sırasıyla % 84 (PC 1) ve % 8 (PC 2) açıklama oranları ile AMMI-Biplot'un sırasıyla % 85 (PC 1) ve % 5 (PC 2) açıklama oranları benzerlik gösterdiği halde PA-Biplot'un sırasıyla % 51 (PC 1) ve % 31 (PC 2) açıklama oranları, diğer iki teknikten farklılık göstermiştir.

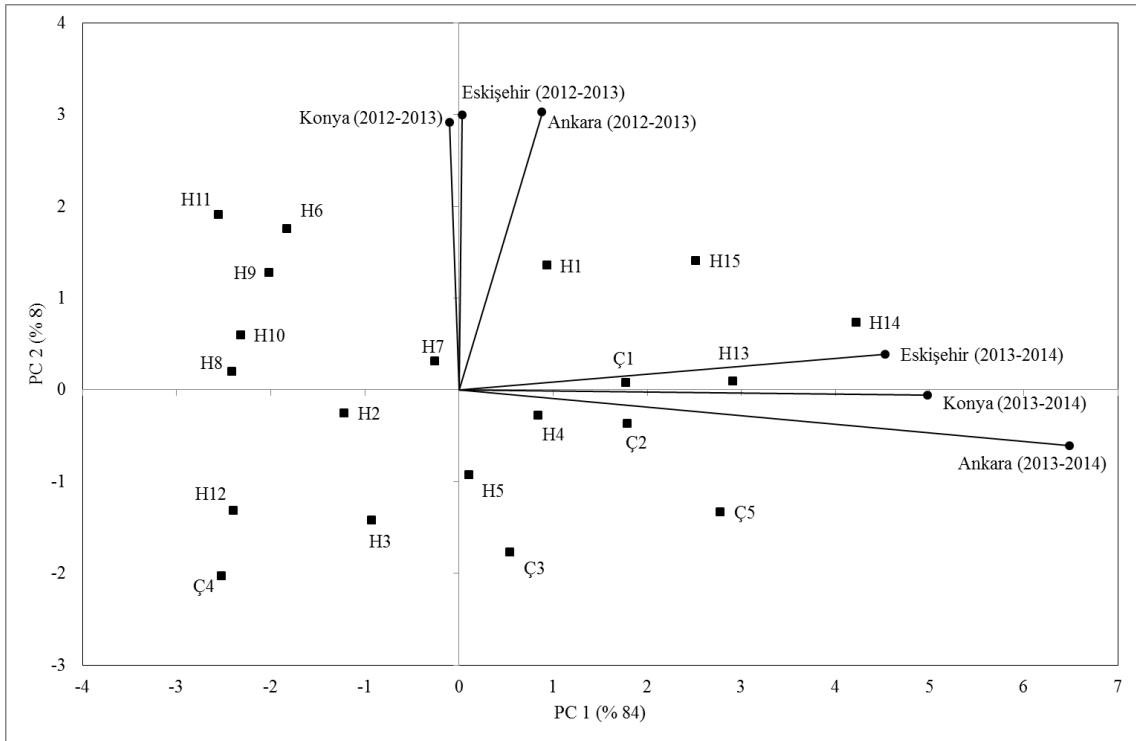
Denemenin yürütüldüğü çevrelerin vektörel ilişkileri ele alındığında (Şekil 4.20), PA-Biplot'ta (Şekil 4.18) olduğu gibi GGE-Biplot'ta Ankara (2012-2013), Eskişehir (2012-2013) ve Konya (2012-2013) çevreleri arasındaki benzerlik, yüksek bulunmuştur. Yine denemenin ikinci yılda Ankara (2013-2014), Eskişehir (2013-2014) ve Konya (2013-2014) çevreleri arasındaki ilişkiler pozitif yönde olmuştur. Sonuç itibariyle GGE-Biplot üzerinde çevrelerin dağılım şekli ile PA-Biplot üzerinde çevrelerin dağılım şekli yüksek oranda benzerlik göstermektedir. Söz konusu iki biplot arasındaki en önemli farklılık, Ankara (2012-2013) çevre vektörünün GGE-Biplot'ta Konya (2012-2013) ve Eskişehir (2012-2013) çevre vektörlerine daha yakın olmasıdır (Şekil 4.18 ve 4.20). Fakat her iki biplotun sonuçları, PA-CA (Şekil 4.16) sonuçlarıyla uyum göstermemiştir.

Her üç biplot yöntemiyle elde edilen çevrelerin vektörel büyüklükleri kıyaslandığında, GGE-Biplot çevre vektörlerinin büyüklükleri ile AMMI-Biplot çevre vektörlerinin büyüklükleri birbirine benzer iken, PA-Biplot'in çevre vektörleri farklılık arz etmiştir. Yan ve ark. (2000) çevre vektörlerinin uzunlukları ile çevrelerin genotipleri ayırma yetenekleri arasında olumlu bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Netice itibariyle ikinci yıla ait Ankara çevresinin vektör büyüklüğü, tüm çevreler içerisinde en büyük vektör olmuştur. Diğer çevre vektörlerinin büyüklükleri (AMMI-Biplot'daki ikinci yıla ait Eskişehir çevre vektörü hariç) birbirine benzerlik göstermiştir (Şekil 4.20). Bu cümleden hareketle, Ankara (2013-2014) çevresinin vektörü, genotipleri TS değerlerine göre en güçlü ayırma yeteneğine sahip iken, diğer çevre vektörlerinin genotipleri ayırma yetenekleri nisbi olarak düşük seviyede kalmıştır (Yan ve ark., 2000).

Genotiplerin özel adaptasyon yetenekleri incelendiğinde (Şekil 4.20) Ankara (2013-2014), Eskişehir (2013-2014) ve Konya (2013-2014) çevrelerine sırasıyla Ç2, Ç1, H13 ve H14'ün, Ankara (2012-2013), Eskişehir (2012-2013) ve Konya (2012-2013) çevrelerine

ise sırasıyla H1'in en iyi adaptasyonu sağladığı belirlenmiştir. Genel adaptasyon yeteneği en iyi genotipler biplotun merkezinde yer almaktadır. Bu genotipler ise H7, H4, H5 ve H2'den oluşmaktadır.

Çevrelerin biplot üzerinde aynı yönde veya farklı yönde yer almaları genotiplerin çapraz (çevreler üzerinden TS sıralaması değişen) veya çapraz olmayan (çevreler üzerinden TS sıralaması değişmeyen) etkileşimleriyle ilişkilidir (Yan, 2001). Örneğin PC 1'in pozitif kısmında (Şekil 4.20) ikinci yıla ait 3 çevre (Konya (2013-2014), Eskişehir (2013-2014) ve Ankara (2013-2014)) ve birinci yıla ait 1 çevre (Ankara (2012-2013)) yer alırken, PC 1'in negatif kısmında birinci yıla ait 2 çevre (Konya (2012-2013) ve Eskişehir (2012-2013)) yer almıştır. Çevrelerin biplot üzerinde farklı yönde yer alması, GÇE'nde çapraz etkileşimlerinin etkili olduğunu ve yıl faktörünün bu etkileşimin ortaya çıkmasına neden olduğunu göstermektedir (Yan, 2001).



Şekil 4.20. Tane sertliğinin GGE-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit)

GGE-Biplot'u oluşturan ilk ana eksenin (PC 1) pozitif kısmında yer alan 10 genotipin (H15, H1, H14, H13, Ç1, H4, Ç2, H5, Ç5 ve Ç3) TS değerleri 20.4-26.0 PSI arasında (orta sert) iken, ilk ana eksenin (PC 1) negatif kısmında yer alan 10 genotipin (H11, H9, H6, H10, H8, H7, H2, H12, H3 ve Ç4) TS değerleri ise 16.9-20.7 PSI arasında (orta sert) değişmiştir (Çizelge 4.17 ve Şekil 4.20). Buna göre PC 1'in negatif kısmında yer

alan genotiplerin TS yüksek (PSI değerleri düşük) olup, arzu edilen düzeydedir (Elgün ve ark., 2001).

Çizelge 4.20. Tane sertliği için tüm stabilite yöntemlerinin ve seçilmiş genotiplerin değerlendirilmesi

Stabilite Yöntemleri	Seçilen Genotipler	Stabilite Tipi
-Tane sertliği (TS)	Ç4, H12, H8, H10 ve H3 (16.9-19.0 PSI – orta sert)	Statik (S)
Parametrik Yöntemler		
-Çevre varyansı (S_{xi}^2) (Roemer, 1917)	H5, H15, H3, H1 ve Ç1 (19.0-24.5 PSI – orta sert/orta yumuşak)	S + Dinamik (D)
-Regresyon katsayısı (b_i) ve Regresyondan sapm. (S_{di}^2) (Eberhart ve Russell, 1966)	H3, H2, Ç4, H12 ve H7 16.9-20.7 PSI – orta sert)	S
-Belirtme katsayısı (r_i^2) (Pinthus, 1973)	H3, H7, H2, H1 ve H4 (19.0-22.7 PSI – orta sert/orta yumuşak)	S + D
-Stabilite varyansı (σ_i^2) ve (Shukla, 1972)	H3, H7, H1, H2 ve H5 (19.0-22.7 PSI – orta sert/orta yumuşak)	S + D
Ekovalans (W_i^2) (Wrickle, 1962)		
-Varyasyon katsayısı (CV_i) (Francis ve Kannenberg, 1978)	Stabilite parametresine uygun herhangi bir genotip bulunamamıştır.	
-Üstünlük ölçütü (P_i) (Lin ve Binns, 1988)	Stabilite parametresine uygun herhangi bir genotip bulunamamıştır.	
Parametrik Olmayan Yöntemler		
- $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$ (Huehn, 1979)	Ç4, H12, H3 ve H2 (16.9-19.4 PSI – orta sert)	S
-Sıra-Toplam (RS) (Kang, 1988)	H3, Ç4, H12 ve H2 (16.9-19.4 PSI – orta sert)	S
-En alt sıra (BOTTOM) (Fox ve ark., 1990)	Ç4, H12, H8 ve H11 (16.9-19.2 PSI – orta sert),	S
-Sıra ortalaması (RM) ve Sıranın standart sapması (SDR) (Ketata, 1988)	Ç4, H12, H3 ve H2 16.9-19.4 PSI – orta sert)	S
Çok Değişkenli Yöntemler		
-PA-CA (Alagarswamy ve Chandra, 1998)	Ç3, H3, H5, Ç4, H12, H2, H7, H8, H10, H6, H9 ve H11 (16.9-20.7 PSI – orta sert)	S
-PA-Biplot (Alagarswamy ve Chandra, 1998)	-(H7, H4, H2 ve H5-19.4-21.6 PSI - orta sert/orta yumuşak) Genel adaptasyon (GA)	S + D
	-(H14, H13 Ç1, Ç2 H15, H1, H6 ve H9 19.3-26.0 PSI – orta sert/orta yumuşak) Özel adaptasyon (ÖA)	S + D
-AMMI-Biplot (Gauch ve Zobel, 1996)	-(H1 ve H3 – 19.0-22.7 PSI – orta sert/orta yumuşak) Genel adaptasyon	S + D
	-(H11, H8, Ç4, H10, H2, H6, H9, H12, H5, Ç2, Ç1, Ç5, H14, H13, H15 ve H4 – 16.9-26.0 PSI – orta sert/orta yumuşak/yumuşak) Özel adaptasyon	S + D
-GGE-Biplot (Yan ve ark., 2000)	-(H7, H4, H5 ve H2 – 19.4-21.6 PSI – orta sert/orta yum.) GA -(Ç2, Ç1, H13, H1 ve H14 – 22.6-26.0 PSI – orta yum.) ÖA -(H8, H10, H7 ve H2 - 18.3-20.7 PSI – orta sert) Yüksek TS ve stabil	S + D D S

GGE-Biplot'u oluşturan ikinci ana eksen (PC 2), genotiplerin stabilitelelerini göstermektedir. Stabil genotiplerin mutlak PC 2 değerleri sıfıra yakın iken stabil olmayan genotiplerin mutlak PC 2 değerleri ise yüksek olduğundan dolayı biplotun orijininin uzakta yer almaktadır (Yan, 2001). Bu tanıma göre genotiplerden Ç1, H13, H14, H4, Ç2 ve H5 düşük TS (yüksek PSI = 20.5-26.0 arası – orta yumuşak)'ne sahip ve stabil, H8, H10, H7 ve H2 yüksek TS (düşük PSI = 18.3-20.7 arası – orta sert)'ne sahip ve stabil, H1, H15, Ç3 ve Ç5 düşük TS (20.4-24.5 PSI – orta yumuşak)'ne sahip ve stabil olmayan, H11, H6, H9, H12, H3 ve Ç4 ise yüksek TS (16.9-19.8 PSI – orta sert)'ne sahip ve stabil olmayan şekilde belirlenmiştir.

Denemede 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeklik buğday genotipinin TS yönüyle stabilitelelerini belirlemek için kullanılan tüm stabilite yöntemlerinin (TS + 8 parametrik + 8 parametrik olmayan + 3 çok değişkenli) ve seçilmiş genotiplerin özeti Çizelge 4.20'de verilmiştir. Genotipler içerisinde H3, H2, Ç4 ve H12 sırasıyla 16, 15, 14 ve 13 stabilite parametresine göre en stabil ve yüksek TS'ne (16.9-19.4 PSI – orta sert) sahip genotipler olarak belirlenmiştir. Bir başka ifadeyle anılan 4 genotip, hem stabil ve hem de yüksek TS'ne sahip olmalarından dolayı statik stabil tipine dahil olmuşlardır (Kang, 1994). Çevre koşullarının iyi veya kötü yönde değişmesiyle birlikte TS değerlerinin düşmesi (yüksek PSI) arzu edilmemektedir. Dinamik stabil bir genotipin TS değerinin değişken olabileceği dikkate alındığında, sert/orta sert (13-20 PSI arası) taneli ekmeklik buğday çeşidinin geliştirilmesi sürecinde, dinamik stabilite yaklaşımının benimsenmesi beklenmemelidir. Zira böyle bir hedefin konulması gerekli de değildir. Çünkü TS'ni ortaya koyan genlerin varlığına rağmen TV'ni artırıcı uygulamalar TS'nin değerlerini düşürmektedir (Elgün ve ark., 2001).

Stabilite yöntemlerinin genotipleri statik veya dinamik stabilite durumlarına göre ayırma yetenekleri farklı olabilmektedir (Çizelge 4.20). Deneme bulguları, stabilite analizlerinde kullanılan yöntemlerden TS, regresyon katsayısı (b_i) ve regresyondan sapmalar kareler ortalaması (S_{di}^2) (Eberhart ve Russell, 1966), Huehn (1979)'nün 4 parametresi ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$), sıra-toplam (RS) (Kang, 1988), en alt sıra (BOTTOM) (Fox ve ark., 1990), sıra ortalaması (RM) ve sıranın standart sapması (SDR) (Ketata, 1988), PA-CA (Alagarwamy ve Chandra, 1998) ve GGE-Biplot (stabilite kısmı) (Yan, 2001) yöntemlerinin statik stabil genotiplerin belirlenmesinde kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Diğer taraftan hem statik ve hem de dinamik stabil genotiplerin belirlenmesinde çevre varyansı (S_{xi}^2) (Roemer, 1917), belirtme katsayısı (r_i^2) (Pinthus,

1973), stabilite varyansı (σ_i^2), (Shukla, 1972) ekovalans (W_i^2) (Wrickle, 1962), PA-Biplot (Alagarswamy ve Chandra, 1998), AMMI-Biplot (Gauch ve Zobel, 1996) ve GGE-Biplot (Yan, 2001) yöntemlerinin uygun olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.20).

Denemede kullanılan varyasyon katsayısı (CV_i) (Francis ve Kannenberg, 1978) ve üstünlük ölçütü (P_i) (Lin ve Binns, 1988) yöntemleri ne yazık ki yüksek TS'ne sahip ve stabil genotiplerin belirlenmesinde başarılı olamamışlardır.

Denemenin bir diğer önemli bulgusu, TS stabilitesinin belirlenmesinde parametrik stabilite yöntemlerine göre parametrik olmayan stabilite yöntemlerinin daha başarılı olduğudur (Çizelge 4.20). Halbu ki, daha önceki konularda incelenen TV, PO ve GO özelliklerinde parametrik ve çok değişkenli yöntemlerin genotiplerin stabilitelerinin belirlenmesinde daha başarılı olduğu, fakat parametrik olmayan yöntemlerin dikkat çekecek düzeyde etkili olmadığı görülmüştür.

4.4.6. Tane Sertliğiyle İlgili Sonuçların Değerlendirilmesi

Tane sertliği (TS), ekmeklik buğdayın ticari sınıflandırılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Buğday tanesinin tekstürü, kullanım amacını da belirlemektedir. Genelde sert buğdaylar ekmek yapımına, yumuşak buğdaylar ise bisküvi yapımına uygundur (Giroux ve Morris, 1998). Yumuşak buğdaylar, öğütme esnasında fazla direnç gösteremediklerinden dolayı kolayca una dönüşmekte, fakat zedelenmiş nişasta oranı düşük olmaktadır. Diğer taraftan sert buğdaylar, öğütme esnasında direnç gösterdikleri için daha fazla enerji kullanmakta, fakat zedelenmiş nişasta oranı yüksek olmaktadır (Ross ve Bettge, 2009; Wrigley ve ark., 2009). Nişasta zedelenmesinin makul seviyede yüksek olması, hamurun su kaldırma oranını olumlu yönde etkilemektedir (Elgün ve ark., 2001).

Ekmeklik buğdayda TS, 5D kromozomunun kısa kolu üzerinde bulunan 2 lokustaki Pin (Proindolin) genleri (Pina-D1 (a ve b allelleri) ve Pinb-D1 (çoklu alleler a-q)) tarafından kontrol etmektedir (Morris, 2002). Pin genlerinin farklı allellere göre buğdayın sertliği artmakta ya da azalmaktadır. Makarnalık buğdaylarda Pin genleri bulunmadığından dolayı yumuşak tane tekstürü mevcut değildir (Wrigley ve ark., 2009).

Ülkemizde, ekmeklik buğday çeşit tescil işlemlerini yürüten 'Tohum Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü', yeni tescil edilecek ekmeklik buğday çeşitlerine uygulanan teknik talimatta, TS'ni önemli bir kalite kriteri olarak deklere etmiştir (<http://www.tarim.gov.tr/BUGEM/TTSM>). Diğer taraftan, TMO'nun ekmeklik buğday alım kriterleri içerisinde TS yer almamaktadır. TMO, Ülkemizde yetiştirilen ekmeklik buğday çeşitlerini renk ve sertliklerine göre 4 gruba (1-Anadolu kırmızı sert, 2-Anadolu

beyaz sert, 3-diğer kırmızı ve 4-diğer beyaz buğdaylar) ayırmasına rağmen, alım esnasında TS ölçümlerini yapmamaktadır. Dahası, TMO ekmeklik buğday sınıflandırmasında TS'ni, kriter olarak sadece Anadolu tipi buğdayların karakteristik özellikleri olarak ele almakta ve geriye kalan 2 grubun farklılıklarını sadece tane rengine göre oluşturmaktadır (<http://www.tmo.gov.tr>). Hâlbuki ABD, Kanada ve Avustralya gibi ülkelerde tane rengi ve sertliği tüm kalite gruplarında kullanılmaktadır (Carson ve Edwards, 2009).

Ülkemizde un sanayicisi, TMO gibi, buğday alımı yaparken TS'ni, önemli bir kalite kriteri olarak ele almamakta ve analitik yöntemlerle belirlememektedir. Un sanayicisi ile yapılan görüşmelerde, hala çeşit bazlı buğday alımı yaptığından dolayı, TS'nin çeşide özgü (genetik) olduğu ve çoğunlukla değişmeyeceği (GEÇ'nin etkili olmayacağı), genelde sert buğdayların kalitelerinin yüksek, yumuşak buğdayların ise düşük kaliteli olduğu ifade edilmiştir. Un sanayicisine göre sert ve yumuşak buğdaylar (diğer kalite kriterleride dikkate alınarak) farklı un kalitesi oluşturmak için paçalın vazgeçilmez unsurlarıdır.

Denemede kullanılan 20 stabilite parametresine göre en stabil genotipler Ç4, H2, H3 ve H12 olarak belirlenmiştir. Ç4 koduyla verilen Müfitbey çeşidi (Çizelge 3.3), Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından 2006 yılında tescil ettirilmiş, kışlık, beyaz ve orta sert tanelidir (<http://arastirma.tarim.gov.tr/gktaem>).

Stabiliteyi yüksek olan hatların pedigrilerine yakından bakıldığında, H2'nin Romanya'dan Boema ve Ülkemizden Altay-2000 çeşitlerini melezinde taşıdığı görülmektedir (Çizelge 3.3). Boema çeşidi, Romanya'nın Fundulea Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından 2000 yılında tescil ettirilmiş, kışlık, yarı bodur, kırmızı sert taneli olup, OAB'nin kurak alanlarına adaptasyonu genelde orta düzeydedir (<http://wheatpedigree.net>). Altay-2000 çeşidi, Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından 2000 yılında tescil ettirilmiş, kışlık, orta erkenci, tanesi beyaz ve orta sert olup, OAB'nin kurak alanları için tavsiye edilmektedir. Ekmeklik kalitesi Gerek-79'dan daha iyidir (<http://www.gktaem.gov.tr>).

TS en yüksek genotipler arasında yer alan H3'ün melezlerine bakıldığında Avustralya orijinli çeşitler (Sunco ve Cunningham) görülecektir (Çizelge 3.3). Sunco çeşidi, 1986 yılında ve Cunningham ise 1990 yılında Avustralya'da tescil ettirilmiştir. Her iki çeşitte yazlık karakterde olup, Avustralya'nın en iyi kalite sınıfı olan Australian Prime Hard (APH) sınıfına girmektedirler. Denemede kullanılan genotipler içerisinde melezinde en çok ebeveyn barındıranlardan birisi de H12'dir (Çizelge 3.3). Vorona, Parus, Hatusha, Chiroca (CHRC) çeşitleri CIMMYT-Meksika tarafından geliştirilmiş, çoğu yazlık karakterde olup, tane renkleri kırmızı ve ekmeklik kaliteleri orta seviyededir. Lutescens-

112 (Lut-112), Rusya menşeyli bir çeşit olup, kırmızı sert taneli ve kalitesi yüksektir. Pehlivan çeşidi, Edirne Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından 1998 yılında tescil ettirilmiş, kışlık, kırmızı sert taneli ve ekmeklik kalitesi yüksektir (<http://arastirma.tarim.gov.tr/ttae>).

Şu ana kadar incelenen özellikler (TV, PO, GO ve TS) içerisinde stabilite parametreleri açısından en ilginç bulgular hiç şüphesiz TS özelliği için elde edilmiştir. Daha somut ifadeyle, 8 parametrik stabilite yönteminden sadece regresyon katsayısı (b_i) ve regresyondan sapmalar kareler ortalaması (S_{di}^2) (Eberhart ve Russell, 1966) yüksek TS yönüyle stabil genotiplerin belirlenmesinde başarılı olabilmektedir. Surma ve ark. (2012) ve Swanston ve ark. (2012) ekmeklik buğdayda TS'nin stabilitesini regresyon parametreleri ile incelemişler ve sonuçlarımıza benzer şekilde regresyon parametrelerinin TS stabilitesinin belirlenmesinde başarılı olduğu ortaya koymuşlardır. İlave olarak, Swanston ve ark. (2012) genotipler için hesaplanan regresyon katsayısı (b_i) değerlerini bazı genotipler için 1'den yüksek, bazı genotipler için 1'den düşük bulmuş olup, bulgularımızı desteklemişlerdir.

Geriye kalan 6 parametrik yöntemden iki tanesi (varyasyon katsayısı (CV_i) (Francis ve Kannenberg, 1978) ve üstünlük ölçütü (P_i) (Lin ve Binns, 1988)) yüksek TS'ne sahip ve stabil herhangi bir genotipin tespitinde başarı sağlayamamıştır. Aslında bu iki yöntemin başarısız olmasının sebebi, yöntemlerin geliştirilme teorisinden kaynaklanmaktadır. Örneğin bu iki yöntem TV değerlerine uygulandığında seçilen genotiplerin tümü istisnasız yüksek TV'ne sahip ve stabil olmaktadır. Çünkü TV değerlerinin yüksek olması, yöntemlerin geliştirilme teorisiyle ilişkilidir. Halbuki TS, PSI olarak ifade edilmekte ve azalan veya artan bir trend göstermektedir. TS için PSI değerleri azalan (sert/orta sert) bir eğilim göstermektedir. Çünkü yüksek PSI değerleri, TS'nin düşük olduğuna (yumuşak) işaret etmektedir (Hruskova ve Svec, 2009). Dolayısıyla varyasyon katsayısı (CV_i) (Francis ve Kannenberg, 1978) ve üstünlük ölçütü (P_i) (Lin ve Binns, 1988) yöntemleri üzerine elde edilen bulgular, bu yöntemlerin ekmeklik buğdayda TS stabilitesinin belirlenmesine uygun olmadığını göstermektedir.

Denemede kullanılan 8 parametrik olmayan yöntemlerin tümü, genotiplerin TS yönüyle stabilitesinin belirlenmesine uygun bulunmuştur. Bir genotipin TS stabilitesi, 2 kritere göre belirlenebilmektedir. Kriterlerden ilki, genotipin TS değeri, minimum kabul edilebilir değerin yani asgari olarak en az orta sert düzeyde olması gerekmektedir. Bir başka ifadeyle, TS açısından statik stabil genotiplerin tercih edilmesi daha uygun olmaktadır (Becker ve Leon, 1988; Kang, 1994). TS değerinin çevre ile etkileşiminin

düşük olması veya genotip (genetik) etkinin daha yüksek olması arzu edilir. Çünkü, TS'nin değişken olması, tanenin öğütülmesi esnasında un veriminin düşmesine, nişasta zedelenmesinin azalmasına, enerji gereksiniminin ayarlanmamasına neden olmaktadır (Elgün ve ark., 2001). Kriterlerden ikinci, stabilite parametresinin statik stabil genotipleri belirleme yeteneği ile ilgilidir. Denemede kullanılan 8 parametrik olmayan yöntem, bu kriterleri sağlamaktadır. Konu ile ilgili yapılan literatür taramasında sadece bir çalışmaya rastlanılmıştır. Hazen ve Ward (1997) ekmeklik buğdayda TS üzerine GÇE'nin önemli olduğunu, genotiplerin stabilitelerinin belirlenmesinde Huehn (1979)'nün parametrelerinden $S_i^{(1)}$ ve $S_i^{(2)}$ 'nin kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Ekmeklik buğdayda TS yönüyle genotiplerin stabilite, özel ve genel adaptasyon yeteneklerinin belirlenmesinde çok değişkenli yöntemlerin kullanıldığına dair birkaç çalışma mevcut olmasına rağmen, çalışma sayısı çok azdır. Bedoshvili (2000) ve Aucamp ve ark. (2006), kırmızı ve beyaz renkli, sert ve yumuşak taneli, kışlık, yazlık ve fakültatif ekmeklik buğday genotiplerinde TS üzerine G, Ç ve GÇE'nin önemli olduğunu bildirmişler ve genotiplerin stabilitelerini, özel ve genel adaptasyon yeteneklerini, AMMI-Biplot yöntemiyle belirlemişlerdir.

Yan ve Kang (2003), GGE-Biplot hakkında yazdıkları kitapta, ekmeklik buğdayda kalite özelliklerinin GGE-Biplot analizinde, TS özelliğini de incelemiştir. Bir başka çalışma örneği, makarnalık buğdaydan verilirse, makarnalık buğdayda TS yerine tane camsılığında bahsetmek daha doğru olacaktır. Zira makarnalık buğdayda tanede yumuşaklığı sağlayan genler olmadığından, makarnalık buğdayda tane tekstürü ya camsı ya da dönmeli olarak ifade edilmektedir (Morris ve ark, 2011). Brankovic ve ark. (2014) makarnalık buğdayda tane camsılığı üzerine G, Ç ve GÇE'nin etkisinin önemli olduğunu, genotiplerin camsılık yönüyle stabilite, özel ve genel adaptasyon yeteneklerini GGE-Biplot yöntemi kullanarak belirlemeyi çalışmışlardır. Her ne kadar AMMI-Biplot ve GGE-Biplot yöntemleri ekmeklik buğday genotiplerinin TS yönüyle stabilite, özel ve genel adaptasyon yeteneklerini belirlemek amacıyla yoğun olarak kullanılmamışsa da birkaç yayına rastlamak mümkün olmuştur. Fakat asıl yayın eksikliği denemede kullanılan PA-CA ve PA-Biplot yönteminde mevcuttur.

4.5. Zeleny Sedimentasyon Değeri

4.5.1. Varyans Analizi

Deneme, 2012-2013 ve 2013-2014 yetiştirme sezonlarında OAB'nin 3 ilinde (Konya, Eskişehir ve Ankara) 20 ekmeklik buğday genotipi (5 çeşit + 15 hat) kullanılarak

yürütülmüştür. Denemede kullanılan genotiplerin Zeleny sedimantasyon değeri (ZSD) için birleştirilmiş varyans analizi yapılarak Genotip (G), Yıl (Y) ve Lokasyon (L) ana etkileri ile Genotip x Yıl Etkileşimi (GYE), Genotip x Lokasyon Etkileşimi (GLE) ve Genotip x Yıl x Lokasyon Etkileşimi (GYLE)'nin istatistiksel olarak önemlilik düzeyleri belirlenmiştir (Çizelge 4.21).

Varyans analizi sonuçlarına göre Y ana etkisi ile Yıl x Lokasyon Etkileşimi (YLE), GYE ve GYLE $P < 0.01$ düzeyinde, L ve G ana etkisi ile GLE ise $P < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Y, L ve G ana etkileri ile bunların birbirleriyle olan etkileşimlerinin önemli çıkması, genotiplerin stabiliteilerinin belirlenmesi için ZSD değerlerine stabilite analiz yöntemlerinin uygulanabileceğini göstermiştir. Ayrıca denemeye ait CV değerinin % 5.48 ve R^2 değerinin 0.97 çıkması, deneme hatasının kabul edilebilir düzeyde olduğunu göstermektedir (Gomez ve Gomez, 1984; Bowley, 1999).

Çizelge 4.21. Zeleny sedimantasyon değerinin genotip, yıl ve lokasyon üzerinden birleştirilmiş varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F	% ^a
Genotip, Yıl ve Lokasyon Etkileşimi					
Yıl (Y)	1	8151.14	8151.14	2653.35**	44
Lokasyon (L)	2	6101.23	3050.62	20.17*	33
Y x L Etkileşimi (YLE)	2	302.54	151.27	49.24**	2
Tekerrür (Y x L)	6	149.87			1
Genotip (G)	19	2015.32	106.07	2.50*	11
G x Y Etkileşimi (GYE)	19	806.54	42.45	13.82**	4
G x L Etkileşimi (GLE)	38	502.64	13.23	1.68*	3
G x Y x L Etkileşimi (GYLE)	38	299.83	7.89	2.57**	2
Hata	114	350.21	3.07		2
Genel	239	18679.32			100
Genotip ve Çevre Etkileşimi					
Çevre (Ç)	5	14554.91	2910.98	116.54**	78 ^b
Tekerrür (Ç)	6	149.87	24.98		1
Genotip (G)	19	2015.32	106.07	6.26**	11 ^c
G x Ç Etkileşimi (GÇE)	95	1609.01	16.94	5.51**	9 ^d
Hata	114	350.21	3.07		2
Genel	239	18679.32			100
CV (%) = 5.48	$R^2 = 0.97$	Deneme Ortalaması = 32.0 (ml)			

*,** sırasıyla $P < 0.05$ ve $P < 0.01$ seviyesinde önemli; ^a Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması (varyans payı), ^b Çevre varyansı (Yıl + Lokasyon + Y x L Etkileşimine ait varyans paylarının toplamı), ^c Genotip varyansı, ^d Genotip x Çevre Etkileşimi varyansı (G x Y + G x L + G x Y x L Etkileşimlerine ait varyans paylarının toplamı)

Varyasyon kaynakları içerisinde Y (% 44) ve L (% 33) ana etkileri, ZSD üzerine en fazla etki eden unsurlar olmuştur (Çizelge 4.21). YLE'nin etkisi (% 2) ise oldukça düşük kalmıştır. Y, L ve YLE üçü birlikte Çevre (Ç) etkisini oluşturmuş ve Ç'nin tüm varyasyon içindeki payı % 78 civarında olmuştur. G ana etkisinin (% 11) toplam varyasyondaki payı, Y ve L ana etki paylarının yaklaşık 1/4'ü kadar olmuştur. GYE, GLE ve GYLE üçü birlikte Genotip x Çevre Etkileşimi (GÇE)'ni oluşturmuş ve GÇE'nin toplam varyasyondaki payı % 9 civarında olmuştur.

Birden fazla çevre üzerinden yürütülen denemelerde, Ç ana etkisinin toplam varyasyondaki payı % 80-90 arasında değişirken, GÇE payı ise G ana etkisinin payından genelde daha fazla olmaktadır (Romagosa ve Fox, 1993). Gauch ve Zobel (1996), G, Ç ve GÇE'nin toplam varyasyondaki paylarının sırasıyla % 10, % 70 ve % 20 şeklinde olduğunu bildirmişlerdir. Denemede tespit edilen G, Ç ve GÇE'nin toplam varyasyondaki payları (sırasıyla % 11, % 78 ve % 9) Romagosa ve Fox (1993) ve Gauch ve Zobel (1996) tarafından bildirilen paylarla benzerlik göstermektedir.

4.5.2. Ortalamaların Karşılaştırılması

Denemede ZSD ortalaması, 32.0 ml olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.22). Elgün ve ark. (2001), buğdayları; ZSD değerlerine göre düşük (15 ml ve altı), orta (16-24 ml arası), iyi (25-35 ml arası) ve çok iyi (36 ml ve üstü) olarak sınıflandırmışlardır. Bu sınıflandırmaya göre denemede kullanılan genotipler, genel ortalama itibariyle iyi sınıfa girmiştir.

Denemede önemli bir kalite kriteri olarak incelenen ZSD, TMO Hububat Alım ve Satış Esaslarına İlişkin Uygulama Yönetmeliği'nde zikredilen buğday alım kriterleri içerisinde yer almaktadır. Fakat 2017-2018 buğday alım dönemine kadar uygulamaya konulmayacağı ifade edilmektedir (<https://www.tmo.gov.tr>). Diğer taraftan un fabrikaları buğday alımı yaparken kalite labotaruvarlarında ZSD'nı belirlemekte ve fiyatlandırmada kullanmaktadır. Un fabrikaları genelde ZSD için 30 ml'yi alt sınır kabul etmekte ve bu değer altındaki buğdayların alımını yapmamaktadır. Denemenin ZSD ortalaması (32.0 ml), un sanayicisi tarafından kabul edilen alt sınırın (30 ml) üstünde yer almıştır. Bu durum denemede kullanılan bazı genotiplerin ZSD yönüyle yüksek performansa sahip olduğunu göstermektedir.

Y, L, G ve bunların birbirleriyle olan etkileşimlerine ait ZSD değerleri Çizelge 4.22'de verilmiştir. Denemenin yürütüldüğü iki yıl (2012-2013 ve 2013-2014 yetiştirme

sezonları) ve üç lokasyon (Konya, Eskişehir ve Ankara) karşılaştırıldığında ikinci yılda (35.3 ml) birinci yıldan (28.7 ml) 6.6 mL daha yüksek ZSD elde edilirken, lokasyonlarda en yüksek ZSD, Eskişehir (33.4 ml) lokasyonundan, en düşük ZSD ise Ankara (30.0 ml) lokasyonundan alınmıştır. YLE'ne ait ZSD değerleri incelendiğinde, her iki yılda en düşük ZSD, Ankara lokasyonundan (sırasıyla 27.0 ml ve 32.9 ml), buna mukabil en yüksek ZSD birinci yılda Eskişehir lokasyonundan (31.0 ml) ve ikinci yılda ise Konya lokasyonundan (37.2 ml) alınmıştır.

Çizelge 4.22. Zeleny sedimantasyon değerinin genotip, yıl ve lokasyon ile etkileşimlerine ait ortalamaları

Genotip	2012-2013				2013-2014				İki Yıl Ort.			Gen. Ort.
	K [†]	E	A	Ort.	K	E	A	Ort	K	E	A	
Ç1	30.4	25.2	25.8	27.1	21.2	25.1	22.8	23.0	25.8	25.2	24.3	25.1
Ç2	24.9	29.9	23.6	26.1	35.8	41.7	32.2	36.6	30.4	35.8	27.9	31.4
Ç3	23.7	31.4	25.6	26.9	39.2	37.3	34.1	36.9	31.5	34.4	29.9	31.9
Ç4	27.1	32.5	24.6	28.1	33.7	30.8	30.7	31.7	30.4	31.7	27.7	29.9
Ç5	30.4	28.1	29.1	29.2	27.1	29.2	24.1	26.8	28.8	28.7	26.6	28.0
H1	30.8	35.7	28.9	31.8	28.9	26.6	24.5	26.7	29.9	31.2	26.7	29.2
H2	25.7	30.6	27.8	28.0	42.8	39.9	36.5	39.7	34.3	35.3	32.2	33.9
H3	31.7	36.8	30.8	33.1	41.1	36.4	33.5	37.0	36.4	36.6	32.2	35.1
H4	30.5	37.3	27.9	31.9	43.6	40.8	35.6	40.0	37.1	39.1	31.8	36.0
H5	25.6	28.9	31.7	28.7	24.5	30.8	26.5	27.3	25.1	29.9	29.1	28.0
H6	30.7	27.8	25.9	28.1	43.8	40.6	37.9	40.8	37.3	34.2	31.9	34.5
H7	28.9	33.7	27.1	29.9	48.9	45.8	42.7	45.8	38.9	39.8	34.9	37.9
H8	34.8	33.6	30.6	33.0	28.2	26.1	23.2	25.8	31.5	29.9	26.9	29.4
H9	29.9	37.9	27.8	31.9	49.7	44.9	42.8	45.8	39.8	41.4	35.3	38.8
H10	27.6	32.7	26.3	28.9	38.1	34.9	36.1	36.4	32.9	33.8	31.2	32.6
H11	29.4	33.5	26.7	29.9	44.1	38.1	32.1	38.1	36.8	35.8	29.4	34.0
H12	26.7	25.4	25.9	26.0	39.8	43.3	45.7	42.9	33.3	34.4	35.8	34.5
H13	24.6	28.5	25.2	26.1	40.3	36.1	32.5	36.3	32.5	32.3	28.9	31.2
H14	28.5	24.1	25.1	25.9	36.1	33.1	33.3	34.2	32.3	28.6	29.2	30.0
H15	21.4	26.4	24.1	24.0	36.9	32.7	31.8	33.8	29.2	29.6	28.0	28.9
Ort.	28.2	31.0	27.0	28.7	37.2	35.7	32.9	35.3	32.7	33.4	30.0	32.0

Y LSD_(0.05) = 3.1 (ml), L LSD_(0.05) = 1.9 (ml), YLE LSD_(0.05) = 2.8 (ml), G LSD_(0.05) = 2.6 (ml), GYE LSD_(0.05) = 3.3 (ml), GLE LSD_(0.05) = 4.6 (ml), GYLE LSD_(0.05) = 5.2 (ml)

[†] K, Konya; E, Eskişehir; A, Ankara

Denemede yer alan genotipler yıl ve lokasyon üzerinden ZSD değerleriyle kıyaslandığında, en yüksek ilk 4 genotip sırasıyla H9,H7, H4 ve H3 (35.1-38.8 ml – çok iyi) olurken, en düşük ilk 4 genotip ise sırasıyla Ç1, Ç5, H5 ve H15 (25.1-28.9 ml – iyi) olmuştur (Çizelge 4.22). En yüksek ZSD'ne sahip genotipler içerisinde herhangi bir çeşit

yer almaz iken, en düşük ve en yüksek ZSD'ne sahip genotipler içerisinde hatların yer alması, denemede kullanılan genotipler arasında ZSD özelliği açısından genetik bir varyasyonun olduğunu göstermektedir.

Genotiplerin denemenin yürütüldüğü yıllar ile olan etkileşimi (GYE) incelendiğinde (Çizelge 4.22), en yüksek ZSD'nin birinci yılda (2012-2013 yetiştirme sezonu) sırasıyla H3, H8, H9, H4 ve H1 (31.8-33.1 ml – iyi)'den, ikinci yılda (2013-2014 yetiştirme sezonu) sırasıyla H9, H7, H12, H6 ve H4 (40.0-45.8 ml – çok iyi)'den, en düşük ZSD ise birinci yılda sırasıyla H15, H14, H12, H13 ve Ç2 (24.0-26.1 ml – iyi)'den, ikinci yılda sırasıyla Ç1, H8, H1, Ç5 ve H5 (23.0-27.3 ml – iyi)'den elde edilmiştir.

Genotiplerin lokasyonlarla olan etkileşimi (GLE) ele alındığında (Çizelge 4.22), en yüksek ZSD, Eskişehir lokasyonundan sırasıyla H9, H7, H4 ve H3 (36.6-41.4 ml – çok iyi)'den ve Konya lokasyonundan sırasıyla H9, H7, H6 ve H4 (39.8-37.1 ml – çok iyi)'den, en düşük ZSD ise her üç lokasyonda Ç1 (24.3-25.8 ml – iyi)'den alındığı belirlenmiştir. Lokasyonlara göre genotiplerin ZSD sıralamalarının değişmesi yani yüksek ZSD'ne sahip olan genotipler ile düşük ZSD'ne sahip olan genotiplerin lokasyonlara göre farklılık göstermesini Baker (1988) çapraz etkileşim olarak ifade etmiş ve bu tip etkileşimin ZSD yüksek genotiplerin geliştirilme sürecini zorlaştırdığını bildirmiştir. Çünkü bu tip genotiplerin ZSD değerleri lokasyondan lokasyona farklılık gösterebilmektedir. Bu tip genotiplerin çoğunlukla genel adaptasyon yetenekleri düşük iken özel adaptasyon yetenekleri yüksek olmaktadır. Diğer taraftan en yüksek ZSD'ne sahip ilk dört genotipten 3'ünün hem Konya ve hem de Eskişehir lokasyonlarında aynı genotiplerden oluşması, GÇE'nde çapraz olmayan etkileşimlerinde önemli düzeyde var olduğunu göstermektedir. Çapraz olmayan etkileşimlerden genelde genotiplerin çevreler üzerinden sıralamaları değişmemektedir. Bu durum genotiplerin stabilite düzeylerini artırmaktadır.

Denememizde yer alan 3 konuya (G, Y ve L) ait etkileşimin (GYLE) değerlerine yakından bakıldığında (Çizelge 4.22), birinci yılda (2012-2013 yetiştirme sezonu) en düşük ZSD'nin Konya lokasyonunda H15 ve Ç3 (21.4-23.7 ml – orta) ve Ankara lokasyonunda Ç2 (23.6 ml – orta)'den, en yüksek ZSD ise Eskişehir lokasyonunda sırasıyla H9, H4, H3 ve H1 (35.7-37.9 ml – çok iyi)'den alındığı; buna mukabil ikinci yılında en düşük ZSD'nin Ankara lokasyonunda sırasıyla Ç1 ve H8 (22.8-23.2 ml - orta) ve Konya lokasyonunda Ç1 (21.2 ml – orta)'den, en yüksek ZSD ise hem Eskişehir ve hem de Ankara lokasyonlarında sırasıyla H7, H9 ve H12 (42.7-45.8 ml – çok iyi)'den ve Konya lokasyonunda ise sırasıyla H9, H7, H11, H6 ve H4 (43.6-49.7 ml – çok iyi)'den alındığı tespit edilmiştir.

4.5.3. Parametrik Stabilite Yöntemleri

Denemede 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeklik buğday genotipinin ZSD yönüyle stabiliteelerini belirlemek için 8 parametrik stabilite yöntemi kullanılmıştır (Çizelge 4.23). İlk sırada yer alan çevre varyansı (S_{xi}^2) Roemer (1917) tarafından önerilmiştir. S_{xi}^2 değerleri, sıfıra yakın olan genotipler stabil olarak kabul edilmektedir (Lin ve ark., 1986; Becker ve Leon, 1988). S_{xi}^2 değeri sıfıra en yakın genotipler sırasıyla Ç5, H5, Ç1, Ç4 ve H3 (25.1-35.1 ml – iyi) olurken, S_{xi}^2 değeri en yüksek olan genotipler ise sırasıyla H12, H7, H9, H6 ve H2 (33.9-38.8 ml – iyi/çok iyi) olmuştur. Genotipler içerisinde 3 çeşit ve 2 hattın stabilite seviyeleri en yüksek iken, 5 hattın stabilite seviyeleri en düşük olmuştur.

Eberhart ve Russell (1966), stabilite analizlerinde doğrusal regresyon katsayısının (b_i) ve regresyondan sapmalar kareler ortalamasının (S_{di}^2) stabilite parametresi olarak kullanılabilceğini; stabil bir genotipin b_i değerinin 1 civarında, ZSD'nin genel ortalamasının üstünde ve S_{di}^2 değerinin sıfıra yakın olması gerektiğini bildirmişlerdir. Eberhart ve Russell (1966)'ın 3 stabilite kriterine göre en stabil genotipler sırasıyla H10, H3, H4 ve H11 (32.6-36.0 mL – iyi/çok iyi) olmuştur (Çizelge 4.23). En stabil 4 genotipin hatlardan olması, çeşit geliştirme sürecinde yüksek ZSD ve stabilitesinin dikkate alındığını göstermektedir. Diğer taraftan bazı genotiplerin b_i değerleri, 1'den yüksek (Ç2, Ç3, H2, H6, H7, H9 ve H12 (31.4-38.8 ml – iyi/çok iyi) için $b_i > 1.4$) ya da 1'den düşük (Ç1, Ç5, H1 ve H5 (25.1-29.2 ml – iyi) için $b_i < 0.6$) olarak belirlenmiştir. Finlay ve Wilkinson (1963) arpada, Sakin ve ark. (2011b) makarnalık buğdayda yaptıkları çalışmalarda bazı genotiplerin b_i değerlerini 1'den yüksek ve/veya düşük bulmuşlardır. Finlay ve Wilkinson (1963)'a göre b_i değeri sıfıra yakın genotipler, kötü çevrelerde yüksek ZSD verirken, b_i değeri 1'den yüksek olan genotipler ise iyi çevrelerde yüksek ZSD vermektedir. Aynı zamanda b_i değeri sıfıra yakın genotiplerin stabiliteeleri ortalamasının üstünde, b_i değeri 1'den yüksek olan genotiplerin ise stabiliteeleri ortalamasının altındadır (Finlay ve Wilkinson, 1963).

Pinthus (1973), belirtme katsayısının (r_i^2) bir stabilite parametresi olarak kullanılabilceğini bildirmiştir. r_i^2 değeri 1'e yakın olan genotipler stabil olarak kabul edilmektedir (Pinthus, 1973). r_i^2 değeri en yüksek (1'e yakın) genotipler sırasıyla H9, H7, H13, Ç3 ve H2 (31.2-38.8 ml – iyi/çok iyi) olurken, en düşük genotipler (r_i^2 değeri sıfıra yakın) ise sırasıyla H1, Ç1, Ç5 ve H5 (25.1-29.2 ml – iyi) olmuştur (Çizelge 4.23).

Wricke (1962), stabiliteyi bir genotipin GÇE'ne katkısı olarak belirlemiştir. Bir genotipin GÇE varyansı içerisindeki payını, Wricke (1962) ekovalans (W_i^2) olarak tanımlamış ve W_i^2 değeri sıfıra yakın olan genotiplerin stabil olacağını bildirmiştir. Wricke (1962)'in W_i^2 yöntemine alternatif olarak, Shukla (1972) stabilite varyansını (σ_i^2) önermiştir. Wricke ve Weber (1980), σ_i^2 ile W_i^2 arasında doğrusal bir ilişkinin olduğunu, dolayısıyla her iki yöntemle göre genotiplerin stabilite sıralamalarının aynı olacağını bildirmişlerdir. Çizelge 4.23'de verilen σ_i^2 ve W_i^2 değerlerine bakıldığında her iki yöntemle göre genotip sıralamalarının aynı olduğu görülmektedir. İki parametreye göre en stabil genotipler sırasıyla H10, H3, Ç4, H4 ve Ç3 (29.9-36.0 ml – iyi/çok iyi) olurken, stabilitesi en düşük olan genotipler ise sırasıyla H8, H12, Ç1, H1 ve H5 (25.1-34.5 ml – iyi) olmuştur.

Çizelge 4.23. Zeleny sedimantasyon değeri için parametrik stabilite yöntemleri

Genotip	\bar{X}^\dagger	S_{xi}^2	b_i	S_{di}^2	r_i^2	W_i^2	σ_i^2	CV_i	P_i
Ç1	25.1	9.8	0.56*	7.2	0.53	223.6**	48.5**	12.4	165.1**
Ç2	31.4	46.2	1.44*	11.1	0.85	59.3	12.1	21.7	51.6
Ç3	31.9	38.8	1.41*	2.7	0.95	29.9	5.5	19.5	43.3
Ç4	29.9	11.7	0.71	5.6	0.71	23.9	4.2	11.4	70.4
Ç5	28.0	4.8	0.50**	2.6	0.57	143.7*	30.1*	7.8	114.5*
H1	29.2	14.7	0.51*	15.5	0.51	209.2**	45.3**	13.1	106.6**
H2	33.9	47.4	1.55**	3.8	0.94	47.4	9.4	20.3	26.5
H3	35.1	14.6	0.81	3.3	0.75	20.7	3.4	10.9	26.9
H4	36.0	35.6	1.32	3.1	0.93	26.5	4.7	16.6	16.4
H5	28.0	8.5	0.52*	12.6	0.59	163.1*	35.1*	10.4	116.1*
H6	34.5	53.7	1.48*	11.5	0.86	74.3	15.3	21.2	22.9
H7	37.9	84.3	1.45*	1.6	0.97	137.1	29.3	24.2	6.9
H8	29.4	19.8	0.67	8.8	0.68	291.2**	63.5**	15.1	114.6*
H9	38.8	74.6	1.49*	1.9	0.97	109.7	23.2	22.2	4.1
H10	32.6	22.4	1.11	2.1	0.89	13.1	1.7	14.5	37.7
H11	34.0	39.4	1.36	1.2	0.89	38.5	7.4	18.4	29.1
H12	34.5	89.7	1.45*	19.6	0.63	225.8**	49.1**	27.4	29.9
H13	31.2	39.1	1.31	1.9	0.96	28.4	5.1	20.1	49.2
H14	30.0	23.7	1.01	11.4	0.69	36.2	6.9	16.2	64.4
H15	28.9	34.4	1.38	4.8	0.91	27.4	4.9	20.3	74.8
Ort.	32.0	35.6	1.00	6.6	0.79	96.4	20.2	17.1	58.5

*, ** sırasıyla $P < 0.05$ ve $P < 0.01$ seviyesinde önemli (stabil değil)

$^\dagger \bar{X}$, Zeleny sedimantasyon değeri (ml); S_{xi}^2 , Çevre varyansı (Roemer, 1917); b_i , Regresyon katsayısı (Eberhart ve Russell, 1966); S_{di}^2 , Regresyondan sapmalar kareler ortalaması (Eberhart ve Russell, 1966); r_i^2 , Belirtme katsayısı (Pinthus, 1973); W_i^2 , Ekovalans (Wricke, 1962); σ_i^2 , Stabilite varyansı (Shukla, 1972); CV_i , Varyasyon katsayısı (Francis ve Kanenberg, 1978); P_i , Üstünlük ölçütü (Lin ve Binns, 1988)

Parametrik stabilite yöntemlerine ilave olarak Francis ve Kannenberg (1978) varyasyon katsayısı (CV_i) yöntemini önermiştir. Bu yöntemle göre stabil bir genotipin CV_i değeri sifira yakın ve ZSD genel ortalamasının üstünde olmalıdır. Bu iki stabilite parametresine göre en stabil genotipler sırasıyla H3 ve H10 (32.6-35.1 ml – iyi) olurken, stabilitesi en düşük genotipler ise sırasıyla H12, H7, H9 ve Ç2 (31.4-38.8 ml – iyi/çok iyi) oluşmuştur (Çizelge 4.23). Fakat bu genotipler içerisinde H12, H7 ve H9’un ZSD değerleri, genel ortalamasının (32.0 ml) üzerinde gerçekleşmiştir.

Üstünlük ölçütü (P_i), bir çevrede denemeye alınan bir genotipin ZSD değeri ile o çevrede denemeye alınan diğer genotipler arasında maksimum ZSD’ni veren genotipin değeri arasındaki fark olarak tanımlamaktadır (Lin ve Binns, 1988). Bir genotipin ZSD’nin farklı çevrelerde sürekli yüksek seyretmesi, o genotipin ZSD’nin maksimum ZSD’ne yakın olacağı anlamına gelmektedir. Dolayısıyla bir genotipin P_i değeri sifira yakınsa stabilitesi yüksek anlamına gelmektedir. Lin ve Binns (1988), P_i değerinin aynı zamanda genotiplerin genel adaptasyon yeteneklerinin bir göstergesi olduğunu ve çevreler üzerinden performans ortalamalarına göre kıyaslama yapılmasının doğru olacağını bildirmişlerdir. P_i ile ZSD değerleri birlikte değerlendirildiğinde, en stabil genotipler sırasıyla H9, H7, H4, H6 ve H2 (33.9-38.8 ml – iyi/çok iyi) olurken, stabilitesi en düşük olan genotipler ise sırasıyla Ç1, H5, Ç5 ve H1 (25.1-29.4 ml – iyi) olmuştur (Çizelge 4.23). Stabilitesi en yüksek genotiplerin aynı zamanda ZSD değerleri genel ortalamasının üstünde iken, stabilitesi en düşük olan genotiplerin ZSD değerleri ise genel ortalamasının altında kalmıştır. Stabilitesi en yüksek ilk beş genotipin denemede kullanılan hatlardan oluşması ve çeşitlerin yer almaması önemli bir ayrıntı olarak vurgulanmalıdır.

4.5.4. Parametrik Olmayan Stabilite Yöntemleri

Denemede 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeklik buğday genotipinin ZSD yönüyle stabilitelelerini belirlemek için 8 parametrik olmayan stabilite yöntemi kullanılmıştır (Çizelge 4.24).

Denemede kullanılan parametrik olmayan stabilite yöntemlerinden ilk dördü ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$) Huehn (1979) tarafından geliştirilmiştir (Çizelge 4.24). Stabil bir genotipin $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$ değerleri sifira yakın olmalıdır (Huehn, 1996). Huehn (1979)’ün 4 parametrik olmayan stabilite yöntemine ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$) göre en stabil genotipler sırasıyla Ç3, H10, H15, H13 ve H4 (28.9-36.0 ml – iyi/çok iyi) olarak

belirlenmiştir (Çizelge 4.24). Stabilitesi en düşük olan genotipler ise sırasıyla H8, H7, H1, H12 ve H9 (29.2-38.8 ml – iyi/çok iyi) şeklinde tespit edilmiştir.

Çizelge 4.24. Zeleny sedimentasyon değeri için parametrik olmayan stabilite yöntemleri

Genotip	\bar{X}^\dagger	$S_i^{(1)}$	$S_i^{(2)}$	$S_i^{(3)}$	$S_i^{(6)}$	RS	TOP	RM	SDR
Ç1	25.1	9.4*	62.2*	8.9	1.5	38	16.6	16.5	5.6
Ç2	31.4	5.2	26.5	11.3	1.7	22	16.6	13.5	5.4
Ç3	31.9	4.1	12.1	7.6	1.8	17	0.0	12.2	4.0
Ç4	29.9	6.4	27.1	3.2	0.9	17	0.0	14.2	3.0
Ç5	28.0	8.3	49.3	14.7	2.3	34	33.3	13.2	6.1
H1	29.2	9.7*	67.4*	24.5	3.7	33	50.0	10.3	7.0
H2	33.9	6.2	26.5	8.9	2.1	18	33.3	8.7	3.6
H3	35.1	5.6	21.3	11.9	3.4	6	50.0	5.2	3.3
H4	36.0	4.8	15.5	2.8	1.2	7	83.3	4.7	1.4
H5	28.0	8.1	43.7	15.1	1.9	34	16.6	14.0	6.8
H6	34.5	7.8	45.4	17.5	3.3	18	66.6	7.7	5.1
H7	37.9	10.6*	84.6*	14.1	3.6	16	66.6	4.8	3.9
H8	29.4	11.2**	94.3**	32.5	4.1	35	50.0	10.5	8.0
H9	38.8	9.6*	64.5*	14.8	4.6	14	66.6	3.5	3.5
H10	32.6	4.2	13.1	3.1	1.2	10	16.6	10.8	1.5
H11	34.0	5.1	19.9	6.6	1.6	16	16.6	6.7	3.0
H12	34.5	9.7*	67.4*	22.5	3.2	24	33.3	11.0	5.2
H13	31.2	4.5	13.8	5.3	1.3	18	0.0	12.5	4.2
H14	30.0	5.6	22.5	5.1	1.2	21	0.0	14.5	3.3
H15	28.9	4.3	13.7	3.1	1.1	22	0.0	15.7	3.5
Ort.	32.0	7.0	39.5	11.7	2.3	21.0	30.8	10.5	4.4

*, ** sırasıyla $P < 0.05$ ve $P < 0.01$ seviyesinde önemli (stabil değil)

$\dagger \bar{X}$, Zeleny sedimentasyon değeri (ml); Huehn (1979)'nın parametreleri $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$; RS, Sıra-Toplam (Kang, 1988); TOP, Fox ve ark. (1990)'nın en üst sıra parametresi; RM, Sıra ortalaması (Ketata, 1988); SDR, Sıranın standart sapması (Ketata, 1988)

Kang (1988), parametrik olmayan stabilite yöntemi olarak Sıra-Toplam (RS) yöntemini önermiştir. Deneme çevreleri üzerinden en yüksek ZSD'ne sahip genotipe sıra değeri olarak 1 (rakamla bir) verilirken, en düşük genotipe ise en yüksek sıra değeri (genotip sayısı kadar) verilir. Kang (1988), aynı zamanda Shukla (1972)'nin stabilite varyansını da (σ_i^2) RS yöntemine dâhil etmiştir. Her bir genotip için σ_i^2 değeri hesaplandıktan sonra en düşük σ_i^2 değerine sahip genotipe sıra değeri olarak 1 verilirken (ZSD sıralamasında yapıldığı gibi), en yüksek σ_i^2 değerine sahip genotipe en yüksek sıra değeri (genotip sayısı kadar) verilir. Hem ZSD ve hem de Shukla (1972)'nin stabilite varyansı (σ_i^2) değerlerine göre oluşturulan sıra değerleri, toplanarak RS değerleri elde edilmektedir. RS değeri en düşük olan genotip, en yüksek stabiliteye sahip olmaktadır

(Kang, 1988). Bu tanıma göre en yüksek stabiliteye sahip genotipler sırasıyla H3, H4, H10, H9 ve H7 (32.6-38.8 ml – iyi/çok iyi) olurken, en düşük stabiliteye sahip genotipler ise sırasıyla Ç1, H8, Ç5, H5 ve H1 (25.1-29.4 ml – iyi) olmuştur (Çizelge 4.24).

Fox ve ark. (1990), parametrik olmayan stabilite yöntemi olarak en üst sıra (TOP), orta sıra (MIDDLE) ve en alt sıra (BOTTOM) yöntemlerini önermişlerdir. Söz konusu üç yöntem içerisinde en yaygın olarak kullanılanı, en üst sıra (TOP) yöntemidir. En üst sıra (TOP) yönteminde, farklı çevrelerde denemeye alınan genotiplerin en yüksekten başlamak üzere ZSD sıralamasına göre her çevrede ilk üç sırada yer alma oranı belirlenmektedir. En üst sıra (TOP) değeri 100'e en yakın olan genotip, en stabil olarak kabul edilmektedir. Yüksek TOP değeri bir genotipin genel adaptasyon yeteneğini de göstermektedir. Fox ve ark. (1990) tarafından yapılan tanıma göre en yüksek stabiliteye sahip genotipler, ZSD değerleriyle birlikte değerlendirildiğinde, sırasıyla H4 (TOP değeri = 83.3 ve ZSD = 36.0 ml – çok iyi), H9, H7 ve H6 (TOP değeri = 66.6 ve ZSD = 34.5-38.8 ml – iyi/çok iyi) ve H3 (TOP değeri = 50 ve ZSD = 35.1 ml - iyi) olurken, en üst sıraya (TOP) giremeyen genotipler ise Ç3, Ç4, H13, H14 ve H15 olmuştur. En stabil genotipler arasında 5 tane hat yer alırken, çeşitlerden 2 ve hatlardan 3 tanesi TOP değerlerinin düşük olmasından dolayı, ilk üç sıraya girememiştir (Çizelge 4.24).

Ketata (1988), parametrik olmayan stabilite yöntemleri olarak sıra ortalaması (RM) ve sıranın standart sapması (SDR) yöntemlerini önermiştir. Bu iki yöntem uygulanırken, genotipler çevre içinde büyüklüklerine göre sıralanmakta ve en yüksek ZSD'ne sahip genotipe sıra değeri olarak 1 değeri verilmektedir. Daha sonra farklı çevrelerdeki sıra değerlerinin ortalaması ve standart sapması hesaplanmaktadır. Genotiplerin RM ve SDR değerleri dikkate alınarak stabilite ve adaptasyon durumları hakkında yorum yapılabilmektedir. Bu bilgiler doğrultusunda, düşük RM ve SDR değerlerine sahip genotipler (sırasıyla H9, H4, H7, H3 ve H11) yüksek ZSD'ne sahip (34.0-38.8 ml – iyi/çok iyi) ve stabil (Çizelge 4.24); düşük RM ve yüksek SDR değerlerine sahip genotipler (sırasıyla H6, H2, H1 ve H8) yüksek ZSD'ne sahip (29.2-34.5 ml – iyi) ve stabil değil; yüksek RM ve SDR değerlerine sahip genotipler (sırasıyla H12, Ç5, Ç2, H5 ve H12) düşük ZSD'ne sahip (25.1-34.5 ml – iyi) ve stabil değil; yüksek RM ve düşük SDR değerlerine sahip genotipler (H10, Ç3, H13, Ç4, H14 ve H15) ise düşük ZSD'ne sahip (28.9-32.6 ml – iyi) ve stabil olarak değerlendirilmektedir.

4.5.5. Çok Değişkenli (Multivariate) Yöntemler

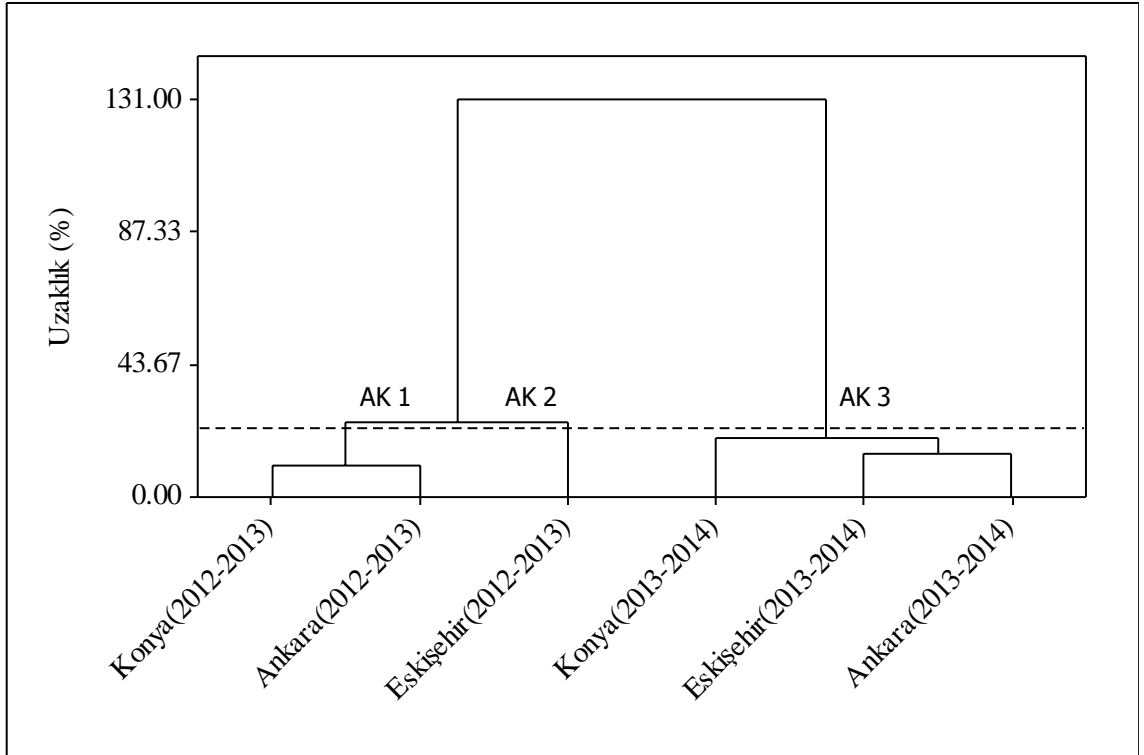
Denemede 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeklik buğday genotipinin ZSD yönüyle stabilitelerini belirlemek için 3 çok değişkenli yöntem kullanılmıştır.

Çok değişkenli yöntemlerin birinci olan Pattern Analizi (PA); hem Kümeleme (CA) ve hem de Ana Bileşenler Analiz (PCA) yöntemlerini içermektedir (Alagarwamy ve Chandra, 1998). PA-CA sonuçlarına göre denemenin yürütüldüğü çevreler üç alt kümeye (AK 1, AK 2 ve AK 3) ayrılmıştır (Şekil 4.21). Birinci alt kümeyi (AK 1) Konya (2012-2013) ve Ankara (2012-2103) çevreleri; ikinci alt kümeyi (AK 2) sadece Eskişehir (2012-2013) çevresi ve üçüncü alt kümeyi ise Konya (2013-2014), Eskişehir (2013-2014) ve Ankara (2013-2014) çevreleri oluşturmuştur. AK 1’de yer alan çevreler denemenin ilk yılına ait olup Konya ve Ankara lokasyonlarını kapsarken, denemenin ilk yılına ait Eskişehir lokasyonu münferit olarak AK 2’de yer almaktadır. Bu durumunun sebebi, birinci yıla ait Eskişehir çevresinin yine ilk yıla ait Konya ve Ankara çevrelerinden farklı olmasıyla izah edilebilir. Fakat ikinci yıla ait Konya, Eskişehir ve Ankara lokasyonları AK 3’de yer almıştır. AK 3’deki alt kümelenmeye yakından bakıldığında, Ankara ve Eskişehir lokasyonlarının ilk önce bir alt küme oluşturduğu ve daha sonra Konya lokasyonunun bu alt kümeye katılarak AK 3’ü oluşturduğu görülmektedir (Şekil 4.21). Bu durum çevrelerin kümeleşme şekli üzerine hem yılın ve hem de lokasyonun etkili olduğunu göstermektedir.

Denemede yer alan genotiplerin PA-CA’nden elde edilen dendrogramı Şekil 4.22’de verilmiştir. PA-CA sonuçlarına göre genotipler, 3 tane alt kümeye (AK 1, AK 2 ve AK 3) ayrılmıştır. AK 1’de 5 genotip (Ç1, Ç5, H5, H1 ve H8), AK 2’de 6 genotip (Ç2, Ç3, H13, H15, Ç4 ve H14) ve AK 3’de 9 genotip (H2, H10, H11, H3, H4, H7, H9, H6 ve H12) yer almıştır. Alt kümelerden AK 1 ve AK 2’de yer alan 11 genotipin ZSD değerleri (25.1-31.9 ml – iyi), denemenin genel ortalamasından (32.0 ml) düşük iken, AK 3’de yer alan 9 genotipin ZSD değerleri (32.6-38.8 ml – iyi/çok iyi) ise yüksek olmuştur (Çizelge 4.12). ZSD yüksek veya düşük olan genotiplerin aynı alt küme içerisinde yer alması, genotiplerin kümelenme davranışlarının yorumlanmasında ZSD değerlerinin yeterli bir ölçüt olarak kullanılmayacağını göstermektedir. Bir başka ifadeyle, ZSD ile diğer özelliklerin birlikte değerlendirilmesi gerektiği anlaşılmaktadır.

PA’nin ikinci aşaması olan Ana Bileşenler Analizi (PCA)’yle elde edilen PA-Biplot’u Şekil 4.23’de verilmiştir. PCA’nin ilk iki ana bileşeni, GÇE’nin kareler toplamının % 82’sini (sırasıyla PC1 = % 50 ve PC2 = % 32) açıklamıştır. Şekil 4.23’de verilen PA-Biplot’un orijininin geçen vektörler çevreleri, H (Hat) ve Ç (Çeşit) sembolleri ise genotipleri göstermektedir. Çevre vektörleri arasındaki açılar çevrelerin birbirine

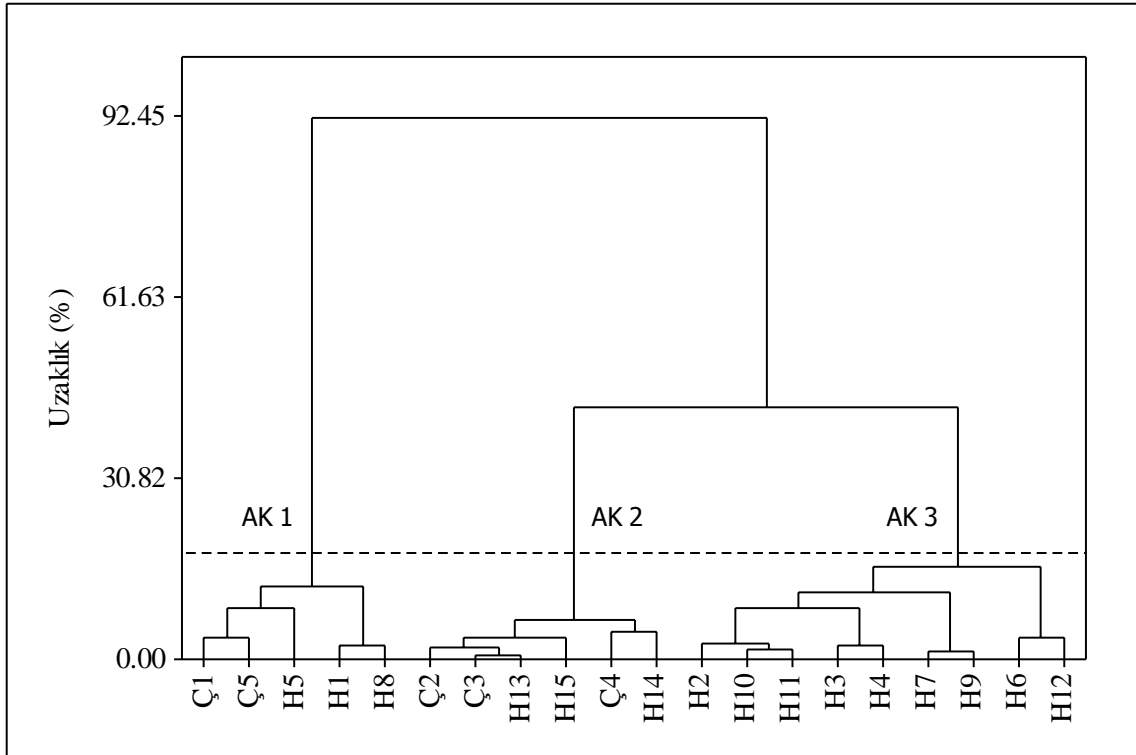
benzerlik ya da uzaklığını göstermektedir. Örneğin, Konya (2012-2013) ve Ankara (2012-2013) çevrelerine ait vektörler arasındaki açı $< 90^\circ$ olup, bu iki çevre arasında benzerliğin yüksek olduğunu göstermektedir. Şekil 4.21’de verilen AK 1’deki çevreler ile Şekil 4.23’de verilen PA-Biplot’taki Konya (2012-2013) ve Ankara (2012-2013) çevreleri aynı grupta yer almaktadır. Yine Eskişehir (2012-2013) çevresine ait vektörün (Şekil 4.23), diğer çevre vektörleriyle herhangi bir benzerlik göstermemesi ve farklı bir grup oluşturması, yani Şekil 4.21’de münferit olarak AK 2’de yer almasıyla uygunluk arz etmektedir. Diğer taraftan, PA-Biplot üzerinde Ankara (2013-2014), Konya (2013-2014) ve Eskişehir (2013-2014) çevrelerine ait vektörler arasındaki açı $< 90^\circ$ olduğundan dolayı bu üç çevrenin birbiriyle pozitif ilişkili olduğu söylenebilir. Şekil 4.21’deki AK 3’de yer alan üç çevre, Şekil 4.23’deki PA-Biplot üzerinde yine benzer bir grup oluşturmuşlardır. Netice itibariyle, çevrelerin gerek Şekil 4.21’deki PA-CA dendrogramında ve gerekse Şekil 4.23’deki PA-Biplot’u üzerinde dağılımları fevkaledede benzerlik göstermektedir.



Şekil 4.21. Zeleny sedimantasyon değeri için lokasyonların yıllara göre dendrogramı (AK, Alt Küme; Uzaklık % 20)

PA-Biplot (Şekil 4.23) incelendiğinde, ikinci yıla ait tüm çevreler ile birinci yıla ait Eskişehir (2012-2013) çevresi biplotun birinci ekseninin (PC 1) pozitif kısmında, birinci yıla ait geriye kalan iki çevre ise biplotun birinci ekseninin (PC 1) negatif kısmında yer

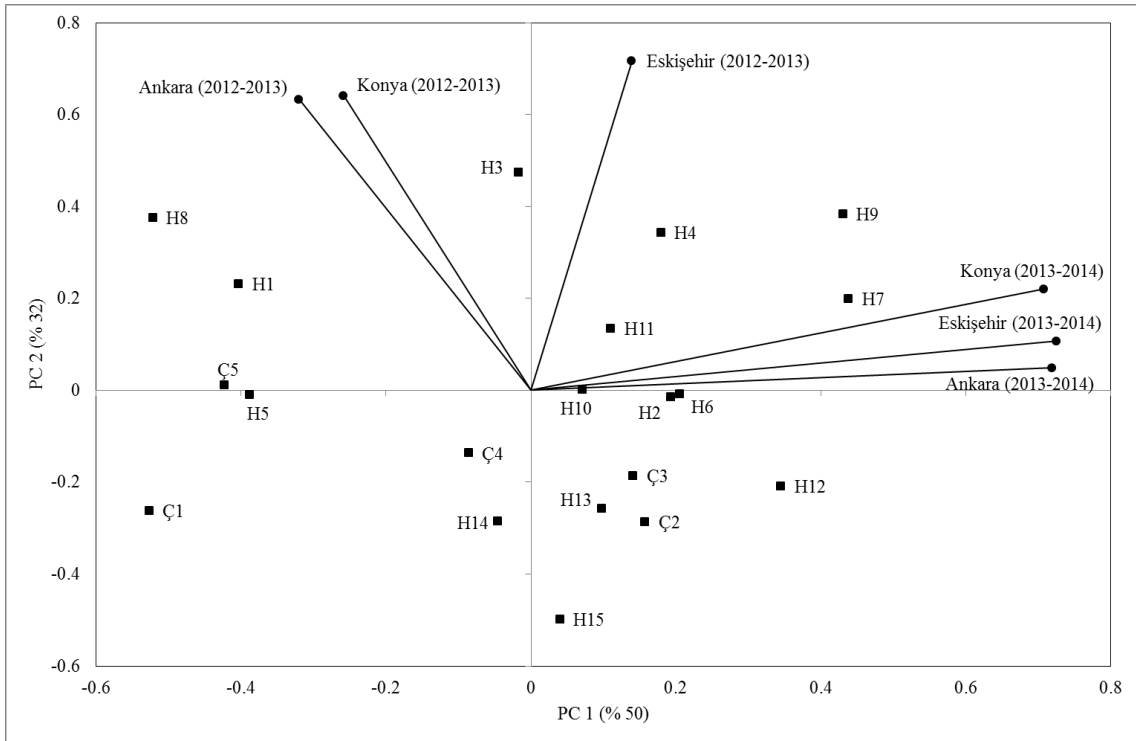
aldığı görülmektedir. Diğer taraftan tüm çevreler biplotun ikinci ekseninin pozitif kısmında yer almıştır. Biplotun her iki eksenini, birbiriyle karşılaştırıldığında birinci eksenin çevreleri daha güçlü ayırma yeteneğine sahip olduğu görülmektedir. Birinci eksenin ayırma yeteneğinin hem yıl ve hem de lokasyonla ilişkili olduğu söylenebilir. Çünkü çevreler ikinci eksen üzerinde tek bir grup oluştururken, birinci eksen üzerinde yıllara ve lokasyonlara göre farklı çevrelere ayrılmıştır. Özetlemek gerekirse, ZSD özelliğinin ortaya çıkmasında hem lokasyon ve hem de yıl önemli oranda etki etmiştir.



Şekil 4.22. Zeleny sedimantasyon değeri için genotiplerin dendrogramı (AK, Alt Küme; H, Hat; Ç, Çeşit; Uzaklık % 20)

Birbirine benzer olan genotipler PA-Biplot (Şekil 4.23) üzerinde birbirine yakın olarak yer almaktadır. Birbirinden farklı olan genotipler ise biplot üzerinde zıt yerlerde toplanmaktadır. H9, H4, H7, H11, H10, H2, H6, H12, Ç3, Ç2, H13 ve H15 kodlu genotipler (28.9-38.8 ml – iyi/çok iyi) ana bileşen eksenini 1 (PC 1)'in pozitif kısmında H3, H8, H1, Ç5, H5, Ç4, H14 ve Ç1 (25.1-35.1 ml – iyi) ise PC 1'in negatif kısmında yer almışlardır (Şekil 4.23). Bu durum, iki genotip grubunun birbirinden farklı ZSD değerlerine sahip olduğunu göstermektedir. İlk grupta yer alan genotiplerin ZSD değerleri (H13, Ç3, Ç2 ve H15 hariç), genel ortalamanın (32.0 ml) üstünde, ikinci grupta yer alan genotiplerin ZSD değerleri (H3 hariç) ise genel ortalamanın altında kalmıştır. İlk grupta

yer alan genotiplerden H2, H6, H7 ve H11 en iyi performansı ya da adaptasyonu sırasıyla Ankara (2013-2014), Eskişehir (2013-2014) ve Konya (2013-2014) çevrelerinde gösterirken, yine birinci grup genotiplerinden H4 ve H11 ile ikinci grup genotiplerden H3 en iyi adaptasyonu Eskişehir (2012-2013) çevresinde göstermişlerdir. Fakat birinci yıla ait çevrelerden Konya ve Eskişehir'e adapte olabilecek herhangi bir genotip bulunamazken, H1'in orta düzeyde uyum sağladığı söylenebilir. Aynı zamanda birinci grup genotiplerinden H12, H13, Ç3, Ç2 ve H15 (28.9-34.5 ml – iyi) ile ikinci grup genotiplerden H8, H1, Ç5, H5, H14 ve Ç1 (25.1-30.0 ml - iyi)'in tüm çevrelere adaptasyonu düşük olmuştur. Diğer taraftan, PA-Biplot'unun merkezinde (orijininde) yer alan genotiplerin (Ç4 ve H10) tüm çevrelere adaptasyonları yüksek olmasına rağmen bu genotiplerden Ç4'ün ZSD ortalaması (29.9 ml – iyi) genel ortalamanın (32.0 ml) altında iken, H10'un ZSD ortalaması (32.6 ml) ise genel ortalamanın üstündedir (Çizelge 4.22).

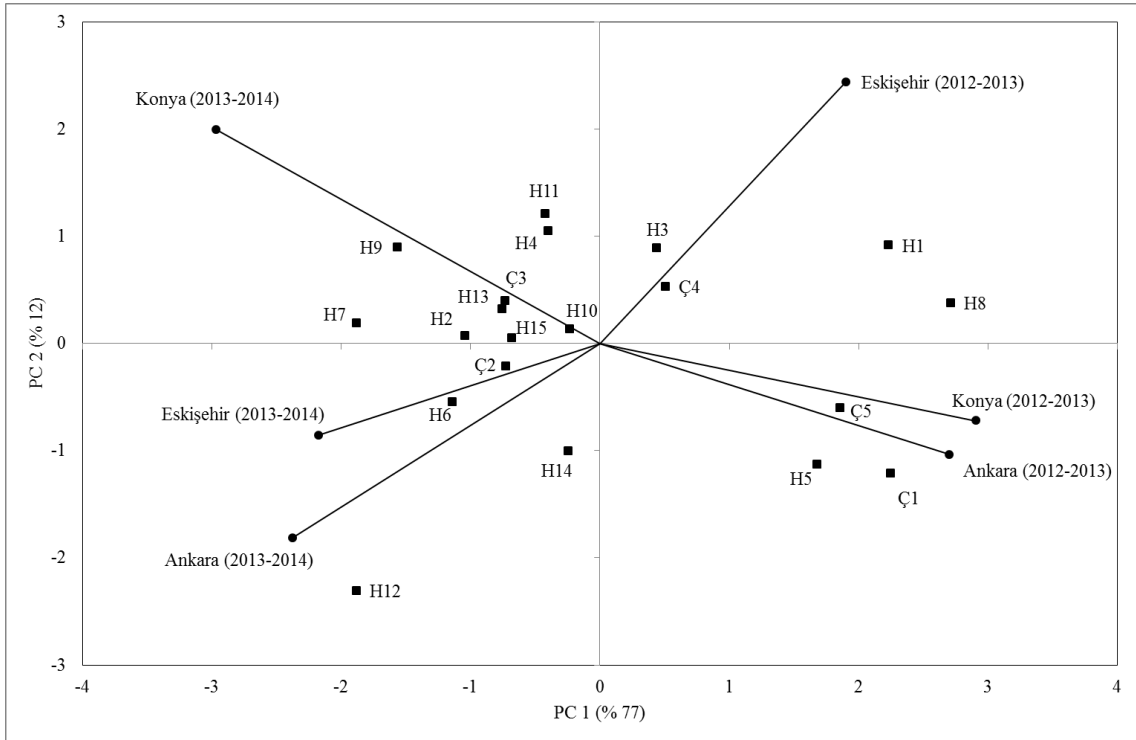


Şekil 4.23. Zeleny sedimantasyon değerinin PA-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit)

Denemede kullanılan çok değişkenli yöntemlerden ikincisi, AMMI (Eklemeli Ana Etkiler ve Çarpımsal Etkileşimler Analizi) yöntemidir. AMMI analizinden elde edilen AMMI-Biplot grafiği Şekil 4.24'te verilmiştir. AMMI-Biplot'un ilk iki eksenini, GÇE'nin kareler toplamının % 89'unu (sırasıyla PC 1 = % 77 ve PC 2 = % 12) açıklamıştır. Bu oran (% 89), PA-Biplot'un (Şekil 4.23) oranıyla (% 82) benzerlik göstermektedir. Dolayısıyla

her iki biplotun GÇE'ni açıklama oranı oldukça yüksektir. AMMI-Biplot'un ilk ekseninin (PC 1) münferit olarak GÇE'ni açıklama oranı % 77 (> % 70) olup, bu oran ZSD için yapılacak yorumlarda sadece PC 1'in kullanılmasının yeterli olacağını göstermektedir (Gauch, 1988).

AMMI-Biplot üzerinde dağılışı gösteren genotipler ve çevre vektörlerinin birbiriyle olan ilişkilerine bakıldığında (Şekil 4.24), PA-Biplot'tan (Şekil 4.23) farklı olduğu görülmektedir. AMMI-Biplot'ta Konya (2012-2013) ile Ankara (2012-2013) çevre vektörleri arasında benzerlik ilişkisi, PA-Biplot ve PA-CA analizinde olduğu (alt küme AK 1) gibi yüksektir. Fakat Eskişehir (2012-2013) çevresinin Konya (2012-2013) ve Ankara (2012-2013) çevreleriyle AMMI-Biplot'ta herhangi bir ilişki göstermemesi ($\approx 90^\circ$), PA-Biplot sonuçlarından kısmi farklılık gösterirken, PA-CA bulgularıyla benzerlik arz etmektedir. Diğer taraftan ikinci yıldaki çevrelerin AMMI-Biplot üzerindeki dağılışı, PA-Biplot bulgularıyla farklılık göstermektedir. Çevrelerin PA-CA analizinde Konya (2013-2014), Eskişehir (2013-2014) ve Ankara (2013-2014) çevreleri aynı alt kümede yer almasına rağmen (AK 3), AMMI-Biplot'ta Eskişehir (2013-2014) ve Ankara (2013-2014) çevreleri ile Konya (2013-2014) çevresi arasında herhangi bir ilişki mevcut değildir.



Şekil 4.24. Zeleny sedimantasyon değerinin AMMI-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit)

AMMI-Biplot üzerinde çevrelerin pozisyonları incelendiğinde, ilk yıla ait çevrelerin ana eksen bileşeni 1 (PC 1)'in pozitif kısmında, ikinci yıla ait çevrelerin ise ana eksen bileşeni 1 (PC 1)'in negatif kısmında yer aldığı görülmektedir (Şekil 4.24). İlave olarak AMMI-Biplot'un ana eksen 2 (PC 2) üzerinde çevrelerin pozisyonları PA-Biplot'tan farklılık göstermektedir. AMMI-Biplot'un ana eksen 2 (PC 2)'nin pozitif kısmında Eskişehir (2012-2013) ve Konya (2013-2014) çevreleri yer alırken, AMMI-Biplot'un ana eksen 2 (PC 2)'nin negatif kısmında ise Ankara (2012-2013), Konya (2012-2013), Ankara (2013-2014) ve Eskişehir (2013-2014) çevreleri yer almıştır. AMMI-Biplot'un ana eksen 2 (PC 2)'nin pozitif kısmında her iki yıla ait farklı çevrelerin ve AMMI-Biplot'un ana eksen 2 (PC 2)'nin negatif kısmında yine her iki yıla ait farklı çevrelerin yer alması (Ankara lokasyonu hariç), GÇE üzerine yıl ve lokasyonunun birlikte etki ettiğini göstermektedir.

Genotiplerle çevreler arası ilişkiler yakından incelendiğinde (Şekil 4.24) Ç1, H5 ve Ç5 (25.1-28.0 ml – iyi)'in Ankara (2012-2013) çevresinde; Ç5 ve H8 (28.0-29.4 ml – iyi)'in Konya (2012-2013) çevresinde; H1, Ç4 ve H3 (29.2-35.1 ml - iyi)'ün Eskişehir (2012-2013) çevresinde; H11, H4, Ç3, H13, H15, H9, H2 ve H7 (28.9-38.8 ml – iyi/çok iyi)'nin Konya (2013-2014) çevresinde; Ç2 ve H6 (31.4-34.5 ml – iyi)'nin Eskişehir (2013-2014) çevresinde ve H14 ve H12 (30.0-34.5 ml – iyi)'nin Eskişehir (2013-2014) çevresinde en iyi adaptasyonu sağladığı belirlenmiştir. AMMI-Biplot'un merkezinde yer alan H10 (ZSD = 32.6 ml - iyi)'un tüm çevrelere adaptasyonu yüksek olup sadece 1 hattan oluşmaktadır.

Çok değişkenli yöntemlerden üçüncüsü, GGE-Biplot analiz yöntemidir. Bu yöntemle elde edilen GGE-Biplot grafiği Şekil 4.25'de verilmiştir. GGE-Biplot'un ilk iki ana bileşeni, G ana etkileri ile GÇE'nin kareler toplamlarının % 90'ını (sırasıyla PC 1 = % 76 ve PC 2 = % 14) açıklamıştır. Birden fazla çevre ve genotip ile yürütülen denemelerde GÇE'nin istatistiksel olarak önemli çıkması durumunda ilk iki ana bileşenin (PC 1 ve PC 2), toplam varyasyonun en az % 70'ini açıklaması beklenmektedir (Gauch, 1988). GGE-Biplot'un ilk ana eksenin (PC 1) münferit olarak açıklama oranı % 76 olarak belirlenmiş olup, yapılacak yorumlarda sadece PC 1'in kullanılması yeterli olacaktır. GGE-Biplot'un GÇE'ni açıklama oranı (% 90), AMMI-Biplot'un (% 89) ve PA-Biplot'un oranlarıyla (% 82) benzerlik göstermiştir.

Denemenin yürütüldüğü çevrelerin vektörel ilişkileri ele alındığında (Şekil 4.25), PA-Biplot'ta (Şekil 4.23) olduğu gibi Ankara (2012-2013), Eskişehir (2012-2013) ve Konya (2012-2013) çevreleri arasındaki benzerlik, Eskişehir (2012-2013) çevresinin

vektörü kısmi olarak diğer iki çevre vektöründen biraz ayrılmasına rağmen yüksek bulunmuştur. İlk yıla ait çevrelerin PA-CA dendrogramı (Şekil 4.21) ile GGE-Biplot'un vektörleri (Şekil 4.25) farklılık göstermektedir. PA-CA'da Ankara (2012-2013) ile Konya (2012-2013) çevreleri AK 1'i oluştururken, Eskişehir (2012-2013) çevresi AK 2'yi oluşturmuştur. Fakat GGE-Biplot'ta bu üç çevre vektörü aynı yönde (grupta) yer almışlardır. Diğer taraftan GGE-Biplot üzerinde ikinci yılda Ankara (2013-2014), Eskişehir (2013-2014) ve Konya (2013-2014) arasındaki ilişkiler pozitif yönde olmuştur. Dolayısıyla PA-CA dendrogramında (Şekil 4.21) AK 3'te yer alan çevrelerle uyum içerisindedir. Genel olarak ifade etmek gerekirse, GGE-Biplot üzerinde çevrelerin dağılışı şekli ile PA-Biplot üzerinde çevrelerin dağılışı şekli yüksek oranda benzerlik göstermiştir.

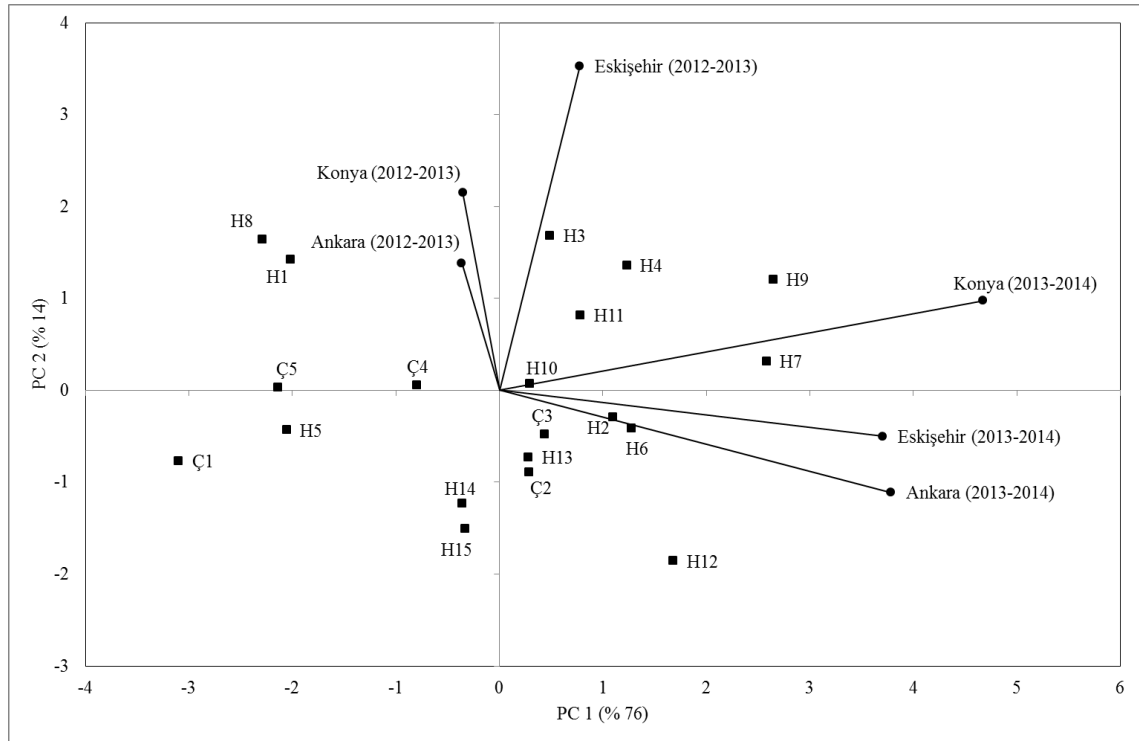
Her üç biplot yöntemiyle elde edilen çevrelerin vektörel büyüklükleri kıyaslandığında, GGE-Biplot çevre vektörlerinin büyüklükleri (uzunlukları) ile AMMI-Biplot çevre vektörlerinin büyüklükleri birbirine benzer iken, PA-Biplot'in çevre vektörleri farklılık göstermiştir. Yan ve ark. (2000) çevre vektörlerinin uzunlukları ile çevrelerin genotipleri ayırma yetenekleri arasında olumlu bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. İkinci yıla ait çevre vektörlerinin büyüklükleri, birinci yıla ait çevre vektörlerinin büyüklüklerinden daha fazla olmuştur (Şekil 4.25). Bu cümleden hareketle, Konya (2013-2014), Eskişehir (2013-2014), Ankara (2013-2014) ve Eskişehir (2012-2013) çevrelerinin vektörler büyüklükleri, genotipleri ZSD değerlerine göre en güçlü ayırma yeteneğine sahip iken, Konya (2012-2013) ve Ankara (2012-2013) çevrelerinin genotipleri ayırma yetenekleri nisbi olarak düşük seviyede kalmıştır (Yan ve ark., 2000). Sonuç itibarıyla her iki yılda Eskişehir lokasyonunun ön plana çıkması, genotiplerin ZSD özelliği yönüyle sınıflandırılmasında kilit rol üstlendiğini göstermektedir.

Genotiplerin özel adaptasyon yetenekleri incelendiğinde (Şekil 4.25) Ankara (2013-2014), Eskişehir (2013-2014) ve Konya (2013-2014) çevrelerine sırasıyla H2, H6, H7 ve H9 (33.9-38.8 ml – iyi/çok iyi)'un en iyi uyumu sağladığı tespit edilmiştir. Diğer taraftan Eskişehir (2012-2013), Konya (2012-2013) ve Ankara (2012-2013) çevrelerine ise sırasıyla H11, H4, H3, H8, H1 ve Ç4 (29.2-36.0 ml – iyi/çok iyi)'ün en iyi adaptasyonu sağladığı belirlenmiştir. Genel adaptasyon yeteneği en iyi genotipler biplotun merkezinde yer almaktadır. Bu genotipler ise H10 ve Ç3 (31.9-32.6 ml - iyi)'ten oluşmaktadır.

Çevrelerin biplot üzerinde aynı yönde veya farklı yönde yer almaları genotiplerin çapraz (çevreler üzerinden ZSD sıralaması değişen) veya çapraz olmayan (çevreler üzerinden ZSD sıralaması değişmeyen) etkileşimleriyle ilişkilidir (Yan, 2001). Örneğin PC 1'in pozitif kısmında (Şekil 4.25) ikinci yıla ait 3 çevre (Konya (2013-2014), Eskişehir

(2013-2014) ve Ankara (2013-2014)) ile birinci yıla ait 1 çevre (Eskişehir (2012-2013)) yer alırken, PC 1'in negatif kısmında birinci yıla ait 2 çevre (Konya (2012-2013) ve Ankara (2012-2013)) yer almıştır. Çevrelerin biplot üzerinde farklı yönde yer alması, GÇE'nde çapraz etkileşimlerin etkili olduğunu göstermektedir (Yan, 2001).

GGE-Biplot'u oluşturan ilk ana eksenin (PC 1) pozitif kısmında yer alan 12 genotipten 9'unun (Ç3, H13 ve Ç2 hariç) ZSD değerleri, genel ortalamanın (32.0 ml) üzerinde, ilk ana eksenin (PC 1) negatif kısmında yer alan 8 genotipin ZSD değerleri ise genel ortalamanın altında kalmıştır (Çizelge 4.22 ve Şekil 4.25). Buna göre H12, H6, H2, H10, H7, H11, H9, H4 ve H3'ün ZSD genel ortalamasının üstünde olup performansları yüksektir. Diğer taraftan, denemede kullanılan 5 çeşitten hiçbirisinin ZSD'leri, genel ortalamasının üstünde yer almamıştır.



Şekil 4.25. Zeleny sedimantasyon değerinin GGE-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit)

GGE-Biplot'u oluşturan ikinci ana eksen (PC 2), genotiplerin stabiliteeleri hakkında bilgi verebilmektedir. Stabil genotiplerin mutlak PC 2 değerleri sifira yakın iken stabil olmayan genotiplerin mutlak PC 2 değerleri ise yüksek olduğundan dolayı biplotun orijininden uzakta yer almaktadır (Yan, 2001). Bu tanıma göre genotiplerden H10, H11, H7, H2 ve H6 yüksek ZSD'ne sahip (> 32.0 ml) ve stabil, H3, H4, H9 ve H12 yüksek

ZSD'ne sahip (> 32.0 ml) ve stabil olmayan, Ç3, H13, Ç2, Ç4, Ç5, H5 ve Ç1 düşük ZSD'ne sahip (< 32.0 ml) ve stabil, H8, H1, H14 ve H15 ise düşük ZSD'ne sahip (< 32.0 ml) ve stabil olmayan şeklinde belirlenmiştir.

Denemede 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeklik buğday genotipinin ZSD yönüyle stabilitelerini belirlemek için kullanılan tüm stabilite yöntemlerinin (ZSD + 8 parametrik + 8 parametrik olmayan + 3 çok değişkenli) ve seçilmiş genotiplerin özeti Çizelge 4.25'de verilmiştir. Genotipler içerisinde H4, H3, H10, H9 ve H7 nolu hatlar sırasıyla 17, 14, 13 ve 10 (hem H9 ve hem de H7 için) stabilite parametresine göre en stabil ve yüksek ZSD'ne sahip (32.6-38.8 ml – iyi/çok iyi) genotipler olarak tespit edilmiştir. Diğer taraftan bahse konu hatlar (H4, H3, H10, H9 ve H7) hem stabil ve hem de yüksek ZSD'ne sahip olmalarından dolayı dinamik stabil tipine girmişlerdir (Kang, 1994). Dinamik stabil bir genotipin, iyileşen çevre şartlarına ve/veya agronomik uygulamalara tepkilerinin de yüksek olması beklenmektedir (Kang, 1994).

Stabilite yöntemlerinin genotipleri statik veya dinamik stabilite tiplerine göre ayırma yetenekleri farklı olabilmektedir (Çizelge 4.25). Deneme bulguları, stabilite analizlerinde kullanılan yöntemlerden ZSD, regresyon katsayısı (b_i), regresyondan sapmalar kareler ortalaması (S_{di}^2) (Eberhart ve Russell, 1966), varyasyon katsayısı (CV_i) (Francis ve Kannenberg, 1978), üstünlük ölçütü (P_i) (Lin ve Binns, 1988), sıra-toplam (RS) (Kang, 1988), en üst sıra (TOP) (Fox ve ark., 1990), sıra ortalaması (RM) ve sıranın standart sapması (SDR) (Ketata, 1988) yöntemlerinin dinamik stabil genotiplerin belirlenmesinde kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Diğer taraftan hem statik ve hem de dinamik stabil genotiplerin tespit edilmesinde çevre varyansı (S_{xi}^2) (Roemer, 1917), belirtme katsayısı (r_i^2) (Pinthus, 1973), stabilite varyansı (σ_i^2), (Shukla, 1972) ekovalans (W_i^2) (Wrickle, 1962), Huehn (1979)'nün 4 parametresi ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$), Pattern Analizi (CA ve Biplot), AMMI-Biplot ve GGE-Biplot yöntemlerinin kullanılabileceği belirlenmiştir (Çizelge 4.25).

Denemede kullanılan genotiplerin statik veya dinamik stabilite yaklaşımına göre sınıflandırılması ele alınan bitkisel özelliğe göre değişebilmektedir. Bir başka ifadeyle stabilite parametrelerinin genotipleri statik veya dinamik stabilite yaklaşımlarına göre değerlendirmeleri incelenen bitkisel özelliğe göre değişmektedir. Örneğin TV için statik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olduğu tespit edilen çevre varyansı (S_{xi}^2) (Roemer, 1917); PO, GO ve ZSD için hem statik ve hem de dinamik genotiplerin belirlenmesine uygun olabilmektedir. Ya da PO için dinamik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun

olan belirtme katsayısı (r_i^2) (Pinthus, 1973), stabilite varyansı (σ_i^2) ve (Shukla, 1972) ekovalans (W_i^2) (Wrickle, 1962) yöntemleri; TV, GO ve ZSD için hem statik ve hem de dinamik genotiplerin belirlenmesine uygun olabilmektedir. Parametrik ve çok değişkenli yöntemlerin statik/dinamik stabil genotipleri ayırt etme yetenekleri incelenen bitkisel özelliklere göre değişmektedir. Fakat parametrik olmayan yöntemlerin statik/dinamik stabil genotipleri ayırt etme yetenekleri TV, PO, GO ve ZSD özelliklerine göre değişmemiş aynı kalmıştır (Çizelge 4.5, 4.10, 4.15 ve 4.25).

Becker ve Leon (1988) bazı stabilite parametrelerinin hem statik ve hem de dinamik genotiplerin belirlenmesine uygun olabileceğini bildirmiştir. Dinamik ve statik genotiplerin ayrılmasında en etkili yöntemler hiç kuşkusuz çok değişkenli yöntemlerdir. Çünkü bu yöntemlerle genotipler stabilite, ZSD, özel veya genel adaptasyon yeteneklerine göre sınıflandırılabilir. Dolayısıyla görsel değerlendirmelerin yapılabildiği çok değişkenli yöntemler, parametrik ve parametrik olmayan stabilite yöntemlerine göre bazı avantajlar sağlamaktadır. Çizelge 4.25’de görüldüğü gibi ZSD için Pattern Analizi (CA ve Biplot), AMMI-Biplot ve GGE-Biplot yöntemleriyle özel veya genel adaptasyon yeteneği üstün olan genotipler dinamik veya statik stabilite tiplerine göre kolayca ayrılabilir. Özel adaptasyon yeteneği üstün olan H2, H3, H4, H6, H7 ve H11 nolu hatlar, her üç çok değişkenli yöntemde dinamik stabil olarak belirlenmiştir. Diğer taraftan genel adaptasyon yeteneği yüksek olan H10 nolu hat, yine 3 yöntemde göre dinamik stabil olarak ortaya konmuştur.

4.5.6. Zeleny Sedimentasyon Değeriyle İlgili Sonuçların Değerlendirilmesi

ZSD, buğdayın protein oranı ve protein kalitesi hakkında bilgi vermektedir. Ekmeklik kalitesi yüksek olan genotiplerin Zeleny sedimentasyon solüsyonu içerisinde şişmesi ve çökmesi yavaş olmakta, buna bağlı olarak çökelti yükseklikleri fazla olmaktadır. ZSD değeri yüksek olan genotiplerin genelde ekmeklik kalitesi de yüksek olmaktadır (Hruskova ve Famera, 2003).

TMO’nun buğday alım kriterleri içerisinde ZSD, henüz yerini alabilmiş değildir. Ancak 2018 yılında ZSD, TMO’nun buğday alım kriterleri içerisine dahil edilecektir (<http://www.tmo.gov.tr>).

Ülkemizde yeni ekmeklik buğday çeşitlerinin tescilinden resmi olarak sorumlu olan Ankara Tohum Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü, tescil aşamasında ZSD’nin belirlenmesini ve belgelendirilmesini zorunlu kılmaktadır. Böylelikle Ülkemizde tescil

olan ekmeklik buğday çeşitlerinin ZSD değeri tespit edilmekte ve kayda girmektedir (www.tarim.gov.tr /BUGEM/TTSM).

Çizelge 4.25. ZSD değeri için tüm stabilite yöntemlerinin ve seçilmiş genotiplerin değerlendirilmesi

Stabilite Yöntemleri	Seçilen Genotipler	Stabilite Tipi
- Zeleny Sedim. Değ. (ZSD)	H9,H7, H4 ve H3 (Yüksek ZSD)	Dinamik (D)
Parametrik Yöntemler		
-Çevre varyansı (S_{xi}^2) (Roemer, 1917)	Ç5, H5, Ç1 ve Ç4 (Düşük ZSD) H3 (Yüksek ZSD)	Statik (S) + D
-Regresyon katsayısı (b_i) ve Regresyondan sapm. (S_{di}^2) (Eberhart ve Russell, 1966)	H10, H3, H4 ve H11 (Yüksek ZSD)	D
-Belirtme katsayısı (r_i^2) (Pinthus, 1973)	H9, H7 ve H2 (Yüksek ZSD) Ç3 ve H13 (Düşük ZSD)	S + D
-Stabilite varyansı (σ_i^2) ve (Shukla, 1972)	H10, H3 ve H4 (Yüksek ZSD) Ç3 ve Ç4 (Düşük ZSD)	S + D
Ekovalans (W_i^2) (Wrickle, 1962)		
-Varyasyon katsayısı (CV_i) (Francis ve Kannenberg, 1978)	H3 ve H10 (Yüksek ZSD)	D
-Üstünlük ölçütü (P_i) (Lin ve Binns, 1988)	H9, H7, H4, H6 ve H2 (Yüksek ZSD)	D
Parametrik Olmayan Yöntemler		
- $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$ (Huehn, 1979)	H10 ve H4 (Yüksek ZSD) Ç3, H15 ve H13 (Düşük ZSD)	S + D
-Sıra-Toplam (RS) (Kang, 1988)	H3, H4, H10, H9 ve H7 (Yüksek ZSD)	D
-En üst sıra (TOP) (Fox ve ark., 1990)	H9, H7, H4, H6 ve H3 (Yüksek ZSD)	D
-Sıra ortalaması (RM) ve Sıranın standart sapması (SDR) (Ketata, 1988)	H9, H4, H7, H3 ve H11 (Yüksek ZSD)	D
Çok Değişkenli Yöntemler		
-PA-CA (Alagarswamy ve Chandra, 1998)	H2, H10, H11, H3, H4, H7, H9, H6 ve H12 (Yüksek ZSD)	D
-PA-Biplot (Alagarswamy ve Chandra, 1998)	-(Ç4 ve H10) Genel adaptasyon -(H2, H3, H4, H6, H7 ve H11) Özel adaptasyon	S + D D
-AMMI-Biplot (Gauch ve Zobel, 1996)	-(H10) Genel adaptasyon -(Ç1, H5, Ç5, H8, H1, Ç4, H3, H11, H4, Ç3, H13, H15, H9, H2, H7 Ç2, H6, H14 ve H12) Özel adaptasyon	D S + D
-GGE-Biplot (Yan ve ark., 2000)	-(H10 ve Ç3) Genel adaptasyon -(H2, H6, H7, H9, H11, H4, H3, H8, H1 ve Ç4) Özel adaptasyon -(H10, H11, H7,H2 ve H6) Yüksek ZSD ve stabil	S + D S + D D

Ülkemizde buğday ticaretinin yapıldığı en büyük borsalarda birisi olan Konya Ticaret Borsası'nda, borsaya gelen buğdayların satış işlemine alınabilmesi için ZSD belirlemekte ve fiyatlandırmada kullanılmaktadır (<http://www.ktb.org.tr>).

Ülkemizde bulunan un fabrikalarının % 29'u denememizin yürütüldüğü OAB'nde yer almaktadır (<http://www.usf.org.tr>). Toplam 700 un fabrikasından 200 tanesinin bulunduğu bu bölgede, özel sektör tarafından buğday alımı yapılırken ZSD tespit edilmekte ve fiyatlandırmada kullanılmaktadır.

Görüldüğü üzere Ülkemizde hem kamu kurumları ve hem de özel sektör tarafından ZSD, önemli bir kalite kriteri olarak ele alınmaktadır. Dolayısıyla denemede yer alan ekmeklik buğday genotiplerinin ZSD'leri ve stabiliteilerinin belirlenmesi büyük önem arz etmektedir.

ZSD en yüksek genotipler ele alındığında (Çizelge 4.22), ilk beş genotip içerisinde H3, H4, H7, H9 ve H10'nun yer aldığı görülmektedir. H3'ün melezinde (Çizelge 3.3) Avustralya orijinli Sunco ve Cunningham yer almaktadır. Sunco çeşidi, 1986 yılında ve Cunningham ise 1990 yılında Avustralya tescil ettirilmiştir. Her iki çeşitte yazlık karakterde olup, Avustralya'nın en iyi kalite sınıfı olan Australian Prime Hard (APH) sınıfına girmektedirler. H4, melezinde Sunco ve Pastor çeşitlerini bulundurmaktadır. Pastor çeşidi, CIMMYT-Meksika orijinli olup, tane rengi beyaz ve kalitesi orta düzeydedir. H4'in PO'nun yüksek olmasının sebebi, muhtemelen Avustralya orijinli Sunco çeşidinden kaynaklanmaktadır. H7, pedigrisinde 6 tane ebeveyn barındırmaktadır. Bunlardan Vratza (VRZ), 1976 yılında Bulgaristan'da tescil ettirilmiş, kışlık, tanesi kırmızı ve orta sert, kalitesi melezinde bulunan Bezostaya-1'den dolayı yüksektir. Citadel (TDL), Hollanda orijinli, kışlık, kırmızı taneli ve kalitesi orta düzeydedir. Bolillo (BLO) ve Opatas-85, CIMMYT-Meksika menşeyli olup, beyaz taneli, yazlık ve kalitesi orta düzeydedir. Pony ise ABD'de 1985 yılında tescil ettirilmiş, kışlık, kırmızı sert taneli ve melezinde bulunan Scout çeşidinden dolayı kalitesi yüksektir.

Hiç kuşkusuz denemede kullanılan genotipler içerisinde en karmaşık ebeveynlere H9 sahiptir. Öyle ki, H9'a dâhil olmuş yerel bir buğday çeşidi dahi vardır. Zincirli (ZCL), Ülkemiz yerel buğday materyalinden orijin almaktadır. Panguifen (PGFN) Şili orijinli, Ciano-67(CNO67), Sonora-64(SON64), Nadadores-63 (NAD) ve Kutzman (ZM) çeşitleri ise CIMMYT-Meksika menşeyli çeşitlerdir. Güney ve Orta Amerika kökenli çeşitlerin tümü, yazlık ve kırmızı sert taneli karakterdedir (<http://wheatpedigree.net>). Zincirli yerel buğday çeşidi, beyaz sert taneli olup, kalitesi oldukça yüksektir. Ülkemizde mevcut beyaz taneli ve ekmeklik kalitesi yüksek olan Zerun, Köse (220/39), Kırık, Kırış-66 gibi eski buğdaylarla Zincirli yerel buğday çeşidinin akraba olabileceğini tahmin etmek hiçte zor değildir.

Denemede yer alan H10'un genetik tabanı oldukça geniş olup Meksika, Hindistan, Hırvatistan ve Gürcistan menşeyle ebeveynleri pedigrisinde bulundurmaktadır. Shark-1, CIMMYT-Meksika tarafından geliştirilmiş, kışlık, kırmızı taneli, bünyesinde barındırdığı Bezostaya-1 genlerinden dolayı kalitesi yüksektir. Indian Dwarf, ekmeklik buğdayın akrabası olan *Triticum spelta* türüne ait olup, Hindistan orijinli yerel bir çeşittir. Karboulis-Doli (Korb Doli) Gürcistan'a ait lokal bir çeşit olup, kırmızı taneli ve kışlıktır. Dukat, Hırvatistan'da 1980 yılında tescil ettirilmiş kırmızı taneli ve kışlık bir çeşittir. H10'un ZSD'nin yüksek olmasının muhtemel sebebi, Shark-1 ile Dukat çeşitlerinin melezlerinde bulunan Bezostaya-1 çeşidiyle ilgilidir.

Denemede kullanılan 8 parametrik yöntemden sadece 4 tanesinin (regresyon katsayısı (b_i), regresyondan sapmalar kareler ortalaması (S_{di}^2) (Eberhart ve Russell, 1966), varyasyon katsayısı (CV_i) (Francis ve Kannenberg, 1978) ve üstünlük ölçütü (P_i) (Lin ve Binns, 1988)) yüksek ZSD'ne sahip ve stabil genotiplerin belirlenmesine uygun belirlenmiştir. Söz konusu 4 parametrik yöntem (üstünlük ölçütü (P_i) (Lin ve Binns, 1988) hariç) üzerine yapılan çalışmalara bakıldığında, genelde regresyon parametrelerinin tercih edildiği anlaşılmaktadır. Grausgruber ve ark. (2000) ve Baric ve ark. (2004) ekmeklik buğdayda, Rharrabti ve ark. (2003) makarnalık buğdayda sedimantasyon değerinin stabilitesi belirlemek üzere yürüttükleri çalışmada, regresyon katsayısı (b_i), regresyondan sapmalar kareler ortalaması (S_{di}^2) (Eberhart ve Russell, 1966), varyasyon katsayısı (CV_i) (Francis ve Kannenberg, 1978), çevre varyansı (S_{xi}^2) (Roemer, 1917), stabilite varyansı (σ_i^2), (Shukla, 1972) ve ekovalans (W_i^2) (Wrickle, 1962) yöntemlerini kullanmışlardır. Aynı araştırmacılar b_i değerini, bazı genotiplerde 1'den düşük veya yüksek bulmuşlardır. b_i , S_{di}^2 ve CV_i yöntemlerinin sonuçları, deneme bulgularımızla uyum içerisinde olmasına rağmen S_{xi}^2 , σ_i^2 ve W_i^2 yöntemlerinin bulguları bulgularımızdan farklılık arz etmiştir. Diğer taraftan genotiplerin ZSD yönüyle stabilitesini belirlemek için parametrik yöntem olarak kullandığımız üstünlük ölçütü (P_i) (Lin ve Binns, 1988) üzerine yapılmış herhangi bir literatüre rastlanmamıştır.

Denemede kullanılan bir diğer stabilite grubu da parametrik olmayan stabilite yöntemleridir. Ekmeklik buğday genotiplerinin ZSD açısından stabilitesini belirlemek için 8 parametrik olmayan stabilite yöntem kullanmasına rağmen bunlardan sadece 4 tanesinin (sıra-toplam (RS) (Kang, 1988), en üst sıra (TOP) (Fox ve ark., 1990), sıra ortalaması (RM) ve sıranın standart sapması (SDR) (Ketata, 1988)) dinamik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu dört parametrik

olmayan stabilite yöntemi, oldukça başarılı bir şekilde hem stabil ve hem de yüksek ZSD değerine sahip genotiplerin belirlenmesine yardımcı olmuştur. Grausgruber ve ark. (2000) ve Mut ve ark. (2010a) ekmeklik buğdayda ZSD'nin stabilitesini belirlemek için Huehn (1979)'in ilk iki parametresini ($S_i^{(1)}$ ve $S_i^{(2)}$) kullanmışlar ve deneme bulgularımızı destekler mahiyette sonuçlar ortaya koymuşlardır. Fakat en üst sıra (TOP) (Fox ve ark., 1990), sıra ortalaması (RM) ve sıranın standart sapması (SDR) (Ketata, 1988)) yöntemlerinin ZSD'nin stabilitesinin belirlenmesinde kullanıldığına dair herhangi bir yayına rastlanmamıştır.

Denemede genotiplerin ZSD açısından stabilitelelerini ve adaptasyon sınırlarını belirlemek için 3 çok değişkenli yöntem kullanmıştır. Söz konusu yöntemlere göre ZSD için genel adaptasyon yeteneği yüksek olan genotipler çoğunlukla statik stabil karakter göstermişlerdir. Diğer taraftan ZSD yönüyle dinamik stabil olan genotiplerin çoğunun, özel adaptasyon yetenekleri yüksek seviyelere ulaşmıştır. Grausgruber ve ark. (2000), Baric ve ark (2004) , Saint Pierre ve ark. (2005) ve Hristov ve ark. (2010) ekmeklik buğdayda ZSD'nin stabilitesini belirlemek için AMMI-Biplot yöntemini; Castillo ve ark. (2012) ise hem AMMI-Biplot ve hem de GGE-Biplot yöntemlerini kullanmışlardır. Diğer taraftan Zhang ve ark. (2006), PA yöntemini kullanarak, ekmeklik buğday genotiplerinin ZSD yönüyle stabilite ve adaptasyon yeteneklerini belirlemişlerdir. Aynı araştırmacılar, PA'nın G ve Ç etkileşimleri ve bu etkileşlere neden olan Ç ve G'lerin, PA-CA ve PA-Biplot tekniği belirlenebileceğini ortaya koymuşlardır.

4.6. Hektolitire Ağırlığı

4.6.1. Varyans Analizi

Deneme, 2012-2013 ve 2013-2014 yetiştirme sezonlarında OAB'nin 3 ilinde (Konya, Eskişehir ve Ankara) 20 ekmeklik buğday genotipi (5 çeşit + 15 hat) kullanılarak yürütülmüştür. Denemede kullanılan genotiplerin hektolitire ağırlığı (HA) için birleştirilmiş varyans analizi yapılarak Genotip (G), Yıl (Y) ve Lokasyon (L) ana etkileri ile Genotip x Yıl Etkileşimi (GYE), Genotip x Lokasyon Etkileşimi (GLE) ve Genotip x Yıl x Lokasyon Etkileşimi (GYLE)'nin istatistiksel olarak önemlilik düzeyleri belirlenmiştir (Çizelge 4.26).

Varyans analizi sonuçlarına göre L ana etkisi ile Yıl x Lokasyon Etkileşimi (YLE), GYE ve GLE $P < 0.05$ düzeyinde, G ana etkisi ile GYLE $P < 0.01$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli, Y ana etkisi ise önemsiz bulunmuştur. L ve G ana etkileri ile bunların birbirleriyle (Y dahil) olan etkileşimlerinin önemli çıkması, genotiplerin stabilitelelerinin

belirlenmesi için HA değerlerine stabilite analiz yöntemlerinin uygulanabileceğini göstermiştir. Ayrıca denemeye ait CV değerinin % 10.01 ve R² değerinin 0.84 çıkması, deneme hatasının kabul edilebilir düzeyde olduğunu göstermektedir (Gomez ve Gomez, 1984; Bowley, 1999).

Çizelge 4.26. Hektolitre ağırlığının genotip, yıl ve lokasyon üzerinden birleştirilmiş varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F	% ^a
Genotip, Yıl ve Lokasyon Etkileşimi					
Yıl (Y)	1	179.12	179.12	3.60	14
Lokasyon (L)	2	314.15	157.08	3.15*	24
Y x L Etkileşimi (YLE)	2	99.58	49.79	81.11*	8
Tekerrür (Y x L)	6	9.54			1
Genotip (G)	19	194.83	10.25	6.46**	15
G x Y Etkileşimi (GYE)	19	30.14	1.59	2.58*	2
G x L Etkileşimi (GLE)	38	251.32	6.61	1.73*	19
G x Y x L Etkileşimi (GYLE)	38	145.47	3.83	6.24**	11
Hata	114	69.98	0.61		5
Genel	239	1294.13			100
Genotip ve Çevre Etkileşimi					
Çevre (Ç)	5	592.85	118.57	74.57**	46 ^b
Tekerrür (Ç)	6	9.54	1.59		1
Genotip (G)	19	194.83	10.25	2.28**	15 ^c
G x Ç Etkileşimi (GÇE)	95	426.93	4.49	7.32**	33 ^d
Hata	114	69.98	0.61		5
Genel	239	1294.13			100
CV (%) = 10.01	R ² = 0.84	Deneme Ortalaması = 77.4 (kg/hl)			

*,** sırasıyla P<0.05 ve P<0.01 seviyesinde önemli; ^a Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması (varyans payı), ^b Çevre varyansı (Yıl + Lokasyon + Y x L Etkileşimine ait varyans paylarının toplamı), ^c Genotip varyansı, ^d Genotip x Çevre Etkileşimi varyansı (G x Y + G x L + G x Y x L Etkileşimlerine ait varyans paylarının toplamı)

Varyasyon kaynakları içerisinde Y (% 14), L (% 24) ve G (% 15) ana etkileri ile GLE (% 19), HA üzerine en fazla etki eden unsurlar olmuştur (Çizelge 4.26). YLE'nin etkisi (% 8) düşük seviyede kalmıştır. Y, L ve YLE üçü birlikte Çevre (Ç) etkisini oluşturmuş ve Ç'nin tüm varyasyon içindeki payı % 46 civarında belirlenmiştir. G ana etkisinin (% 15) toplam varyasyondaki payı, Y ana etkisi (% 14) payı ile yaklaşık aynı, fakat L ana etkinin (% 24) payının yaklaşık 1/2'si kadar olmuştur. GYE, GLE ve GYLE

üçü birlikte Genotip x Çevre Etkileşimi (GÇE)'ni oluşturmuş ve GÇE'nin toplam varyasyondaki payı % 33 civarında olmuştur.

Birden fazla çevre üzerinden yürütülen denemelerde Ç ana etkisinin toplam varyanstaki payı % 80-90 arasında değişirken, GÇE payı, G ana etkisinin payından genelde daha fazla olmaktadır (Romagosa ve Fox, 1993). Gauch ve Zobel (1996) G, Ç ve GÇE'nin toplam varyasyondaki paylarının çoğunlukla sırasıyla % 10, % 70 ve % 20 şeklinde olduğu bildirmişlerdir. Denemede HA için tespit edilen G, Ç ve GÇE'nin payları (sırasıyla % 15, % 46 ve % 33) Romagosa ve Fox (1993) ve Gauch ve Zobel (1996) tarafından bildirilen paylardan farklılık göstermektedir.

4.6.2. Ortalamaların Karşılaştırılması

Denemenin hektolitre ağırlığı (HA) ortalaması, 77.4 kg/hl olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.27). Uluöz (1965) ve Elgün ve ark. (2001), ıslah çeşidi yumuşak buğdayların HA'nın 74-82 kg/hl arasında, ıslah çeşidi sert buğdayların HA'nın ise 78-82 kg/hl arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Denemenin HA değeri (77.4 kg/hl), araştırmacıların belirtmiş olduğu aralık içerisinde yer almış fakat üst değer (82 kg/hl) altında gerçekleşmiştir.

Denemede önemli bir kalite kriteri olarak incelenen HA, TMO Hububat Alım ve Satış Esaslarına İlişkin Uygulama Yönetmeliği'nin buğday alım kriterleri içerisinde yer almaktadır (<https://www.tmo.gov.tr>). İlgili yönetmeliğe göre (Sayfa 6 ve Ek 5) HA 76 kg/hl ve üstü olan ekmelek buğdaylarda fiyat indirimi uygulanmamaktadır. HA 74 ile 76 kg/hl arasında olan ekmelek buğdaylara fiyat indirimi, 73 kg/hl ve altı olan ekmelek buğdaylara ise asgari alım fiyatı uygulanmaktadır. Diğer taraftan un fabrikaları da buğday alımı yaparken kalite labotaruvarlarında HA'nı belirlemekte ve fiyatlandırmada kullanmaktadır. Un fabrikaları genelde sert ekmelek buğday alımını tercih ettiğinden dolayı, HA için 78 kg/hl'yi alt sınır olarak kabul etmektedir (Elgün ve ark., 2001).

Y, L, G ve bunların birbirleriyle olan etkileşimlerine ait HA değerleri Çizelge 4.27'de verilmiştir. Denemenin yürütüldüğü her iki yılın (2012-2013 ve 2013-2014 yetiştirme sezonları) birbirine benzer olduğu (sırasıyla 77.6 ve 77.2 kg/hl) belirlenmiştir. Denemenin yürütüldüğü üç lokasyon (Konya, Eskişehir ve Ankara) karşılaştırıldığında, en yüksek HA Ankara (78.8 kg/hl) lokasyonundan alınırken, diğer iki lokasyonun (Konya ve Eskişehir) HA'ları birbirine benzer (sırasıyla 76.7 ve 76.8 kg/hl) olmuştur. YLE'ne ait HA değerleri incelendiğinde, birinci yılda en düşük Eskişehir lokasyonundan (76.5 kg/hl), ikinci yılda ise Konya lokasyonundan (76.1 kg/hl), buna mukabil en yüksek her iki yılda Ankara lokasyonundan (sırasıyla 79.1 ve 78.5 kg/hl) alınmıştır.

Denemede yer alan genotipler yıl ve lokasyon üzerinden HA değerleriyle kıyaslandığında, en yüksek ilk 6 genotip sırasıyla Ç5, Ç4, Ç2, H3, Ç3 ve H4 (78.8-79.4 kg/hl – düşük/orta) olurken, en düşük ilk 5 genotip ise sırasıyla H13, H6, H12, H5 ve H14 (74.4-75.8 kg/hl – çok düşük) olmuştur (Çizelge 4.27). En yüksek HA'na sahip 6 genotipten 4'ü çeşit ve 2'si hat olurken, en düşük HA'na sahip genotiplerin tümünü hatlar oluşturmuştur. Genel olarak ifade etmek gerekirse, hatların HA'larının çeşitlerin HA'larından daha düşük olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.27. Hektolitre ağırlığının genotip, yıl ve lokasyon ile etkileşimlerine ait ortalamaları

Genotip	2012-2013				2013-2014				İki Yıl Ort.			Gen. Ort.
	K [†]	E	A	Ort.	K	E	A	Ort.	K	E	A	
Ç1	76.7	77.6	78.2	77.5	78.1	76.4	78.6	77.7	77.4	77.0	78.4	77.6
Ç2	78.9	76.8	80.7	78.8	79.7	77.5	82.1	79.8	79.3	77.2	81.4	79.3
Ç3	79.5	78.6	82.1	80.1	74.5	78.9	79.8	77.7	77.0	78.8	81.0	78.9
Ç4	76.8	77.6	79.8	78.1	80.2	79.7	81.5	80.5	78.5	78.7	80.7	79.3
Ç5	79.2	77.2	78.3	78.2	79.1	80.1	82.5	80.6	79.2	78.7	80.4	79.4
H1	75.6	74.5	77.6	75.9	78.9	82.2	81.9	81.0	77.3	78.4	79.8	78.5
H2	76.8	74.9	79.7	77.1	75.7	77.6	79.9	77.7	76.3	76.3	79.8	77.4
H3	76.9	77.4	80.3	78.2	78.3	79.8	81.4	79.8	77.6	78.6	80.9	79.0
H4	77.2	76.8	79.9	78.0	78.7	79.6	80.7	79.7	78.0	78.2	80.3	78.8
H5	78.9	75.4	77.3	77.2	74.1	73.5	74.2	73.9	76.5	74.5	75.8	75.6
H6	76.4	77.2	74.6	76.1	73.7	74.8	74.6	74.4	75.1	76.0	74.6	75.2
H7	76.9	74.8	82.3	78.0	75.6	79.7	80.5	78.6	76.3	77.3	81.4	78.3
H8	80.2	79.5	77.8	79.2	74.8	75.7	77.8	76.1	77.5	77.6	77.8	77.6
H9	74.5	73.9	76.8	75.1	77.9	79.8	80.7	79.5	76.2	76.9	78.8	77.3
H10	77.4	78.5	80.5	78.8	73.6	74.2	75.7	74.5	75.5	76.4	78.1	76.7
H11	77.9	76.1	80.2	78.1	74.1	75.2	76.1	75.1	76.0	75.7	78.2	76.6
H12	74.8	73.6	79.5	76.0	75.1	74.2	75.8	75.0	75.0	73.9	77.7	75.5
H13	73.4	72.7	76.9	74.3	72.9	74.7	75.9	74.5	73.2	73.7	76.4	74.4
H14	76.9	78.6	76.4	77.3	73.5	74.6	74.8	74.3	75.2	76.6	75.6	75.8
H15	79.7	77.8	82.4	80.0	73.6	74.1	75.7	74.5	76.7	76.0	79.1	77.2
Ort.	77.2	76.5	79.1	77.6	76.1	77.1	78.5	77.2	76.7	76.8	78.8	77.4

Y LSD_(0.05) = ÖD[‡], L LSD_(0.05) = 1.8 (kg/hl), YLE LSD_(0.05) = 2.1 (kg/hl), G LSD_(0.05) = 2.4 (kg/hl), GYE LSD_(0.05) = 3.2 (kg/hl), GLE LSD_(0.05) = 3.6 (kg/hl), GYLE LSD_(0.05) = 4.3 (kg/hl)

[†] K, Konya; E, Eskişehir; A, Ankara; [‡]ÖD, Önemli değil

Genotiplerin denemenin yürütüldüğü yıllar ile olan etkileşimi (GYE) incelendiğinde (Çizelge 4.27), en yüksek HA'nın birinci yılda (2012-2013 yetiştirme sezonu) sırasıyla Ç3, H15, H8, Ç2 ve H10 (78.8-80.1 kg/hl – düşük/orta)'dan, ikinci yılda (2013-2014 yetiştirme sezonu) sırasıyla H1, Ç5, Ç4, Ç2 ve H3 (79.8-81.0 kg/hl – orta/yüksek)'ten, en düşük HA

ise birinci yılda sırasıyla H13, H9, H1, H12 ve H6 (74.3-76.1 kg/hl – çok düşük)’dan ikinci yılda sırasıyla H5, H14, H6, H13, H10 ve H15 (73.9-74.5 kg/hl – çok düşük)’ten elde edilmiştir.

Genotiplerin lokasyonlarla olan etkileşimi (GLE) ele alındığında (Çizelge 4.27), en yüksek HA, Konya lokasyonunda sırasıyla Ç2, Ç5, Ç4, H4 ve H3 (77.6-79.3 kg/hl – düşük/orta)’ten, Eskişehir lokasyonunda sırasıyla Ç3, Ç5, Ç4, H3 ve H1 (78.4-78.8 kg/hl – düşük)’den ve Ankara lokasyonunda sırasıyla Ç2, H7, Ç3, H3 ve Ç4 (80.7-81.4 kg/hl - yüksek)’ten, en düşük HA ise Konya lokasyonunda sırasıyla H13, H12, H6, H14 ve H10 (73.2-75.5 kg/hl – çok düşük)’dan, Eskişehir lokasyonunda sırasıyla H13, H12, H5 ve H11 (73.7-75.7 kg/hl – çok düşük)’den ve Ankara lokasyonunda sırasıyla H6, H14 ve H5 (80.7-81.4 kg/hl -yüksek)’den elde edilmiştir. Lokasyonlara göre genotiplerin HA sıralamalarının değişmesi yani yüksek HA’na sahip genotipler ile düşük HA’na sahip genotiplerin lokasyonlara göre farklılık göstermesini Baker (1988) çapraz etkileşim olarak ifade etmiş ve bu tip etkileşimin HA yüksek genotiplerin geliştirilme sürecini zorlaştırdığını bildirmiştir. Çünkü bu tip genotiplerin HA değerleri, lokasyondan lokasyona farklılık göstermekte, dolayısıyla genel adaptasyon yetenekleri düşük fakat özel adaptasyon yetenekleri yüksek olmaktadır. Diğer taraftan en yüksek HA’na sahip genotipler arasında yer alan H3 ve Ç4’ün, üç lokasyonda da en yüksek HA’na sahip ilk beş genotip içerisinde yer alması, çapraz olmayan GÇE’nin önemli düzeyde var olduğunu göstermektedir. Çapraz olmayan etkileşimlerde genelde genotiplerin çevreler üzerinden sıralamaları değişmemektedir. Bu tip etkileşime sahip genotiplerin stabilite düzeyleri yüksek olmaktadır (Baker, 1988).

Denemede yer alan 3 konuya (G, Y ve L) ait etkileşimin (GYLE) değerlerine yakından bakıldığında (Çizelge 4.27), birinci yılda (2012-2013 yetiştirme sezonu) en düşük HA’nın Konya lokasyonunda sırasıyla H13, H9, H12 ve H1 (73.4-75.6 kg/hl – çok düşük)’den, Eskişehir lokasyonunda sırasıyla H13, H12, H9, H1, H7, H2 ve H5 (72.7-75.4 kg/hl – çok düşük)’ten ve Ankara lokasyonunda H6 (74.6 kg/hl – çok düşük)’dan, en yüksek HA’nın ise Konya lokasyonunda sırasıyla H8, H15, Ç3, Ç2 ve H5 (78.9-80.2 kg/hl – düşük/orta)’ten, Eskişehir lokasyonunda sırasıyla H8, Ç3, H14 ve H10 (78.5-79.5 kg/hl – düşük/orta)’dan ve Ankara lokasyonunda sırasıyla H15, H7, Ç3, Ç2, H10, H3 ve H11 (80.2-82.4 kg/hl – yüksek)’den; buna mukabil ikinci yılda (2013-2014 yetiştirme sezonu) en düşük HA’nın Konya lokasyonunda sırasıyla H13, H14, H10, H15, H6, H5, H11, Ç3, H8, H12, H7 ve H2 (72.9-75.7 kg/hl – çok düşük)’den, Eskişehir lokasyonunda sırasıyla H5, H15, H12, H10, H14, H13, H6 ve H11 (73.5-75.7 kg/hl – çok düşük)’den ve Ankara

lokasyonunda H5, H6, H14, H10, H15, H12 ve H13 (74.2-75.9 kg/hl – çok düşük)’den, en yüksek HA’nın ise Konya lokasyonunda sırasıyla Ç4, Ç2, Ç5, H1, H4, H3 ve Ç1 (78.1-80.2 kg/hl – düşük/orta)’den, Eskişehir lokasyonunda sırasıyla H1, Ç5, H3, H9, Ç4, H7, H4 ve Ç3 (78.9-82.2 kg/hl – düşük/orta/yüksek)’den ve Ankara lokasyonunda sırasıyla Ç5, Ç2, H1, Ç4 ve H3 (81.4-82.5 kg/hl – yüksek)’den alındığı tespit edilmiştir.

4.6.3. Parametrik Stabilite Yöntemleri

Denemede 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeklik buğday genotipinin HA yönüyle stabilitelerini belirlemek için 8 parametrik stabilite yöntemi kullanılmıştır (Çizelge 4.28). İlk sırada yer alan çevre varyansı (S_{xi}^2) Roemer (1917) tarafından önerilmiştir. S_{xi}^2 değerleri, sifıra yakın olan genotipler stabil olarak kabul edilmektedir (Lin ve ark., 1986; Becker ve Leon, 1988). S_{xi}^2 değeri sifıra en yakın genotipler sırasıyla Ç1, H6, H4, H13 ve Ç4 (74.4-79.3 kg/hl – düşük/orta) olurken, S_{xi}^2 değeri en yüksek olan genotipler ise sırasıyla H15, H1, H7, H9 ve H10 (76.7-78.5 kg/hl – düşük) olmuştur. Genotipler içerisinde 2 çeşit ve 3 hattın stabilite seviyeleri en yüksek iken, 5 hattın ise stabilite seviyeleri en düşük olmuştur.

Eberhart ve Russell (1966), stabilite analizlerinde doğrusal regresyon katsayısının (b_i) ve regresyondan sapmalar kareler ortalamasının (S_{di}^2) stabilite parametresi olarak kullanılabileceğini; stabil bir genotipin b_i değerinin 1 civarında, HA’nın genel ortalamasının üstünde ve S_{di}^2 değerinin sifıra yakın olması gerektiğini bildirmişlerdir. Eberhart ve Russell (1966)’ın 3 stabilite kriterine göre en stabil genotipler sırasıyla H3, H4, Ç2 ve H1 (78.5-79.3 kg/hl - düşük/orta) olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.28). En stabil 4 genotipten 3’ünün hatlardan olması, çeşit geliştirme sürecinde yüksek HA’nın ve stabilitesinin dikkate alındığını göstermektedir. Diğer taraftan bazı genotiplerin b_i değerleri 1’den yüksek (Ç3, H2, H7 ve H15 (77.2-78.9 kg/hl – düşük)) için $b_i > 1.4$) ya da 1’den düşük (Ç1, Ç5, H5, Ç4, H8, H6 ve H14 (75.2-79.4 kg/hl – düşük/orta) için $b_i < 0.6$) olarak belirlenmiştir. Finlay ve Wilkinson (1963) arpada, Sakin ve ark. (2011b) makarnalık buğdayda yaptıkları çalışmalarda bazı genotiplerin b_i değerlerini 1’den yüksek veya düşük bulmuşlardır. Finlay ve Wilkinson (1963)’a göre b_i değeri sifıra yakın genotipler, kötü çevrelerde yüksek HA verirken, b_i değeri 1’den yüksek olan genotipler ise iyi çevrelerde yüksek HA vermektedir. Aynı zamanda b_i değeri sifıra yakın genotiplerin stabiliteyi ortalamasının üstünde, b_i değeri 1’den yüksek olan genotiplerin ise stabiliteyi ortalamasının altındadır (Finlay ve Wilkinson, 1963).

Pinthus (1973), belirtme katsayısının (r_i^2) stabilite parametresi olarak kullanılabileceğini bildirmiştir. r_i^2 değeri 1'e yakın olan genotipler stabil olarak kabul edilmektedir (Pinthus, 1973). r_i^2 değeri en yüksek (1'e yakın) genotipler sırasıyla H2, H13, H4, H3 ve Ç3 (74.4-79.0 kg/hl – düşük/orta) olurken, en düşük genotipler (r_i^2 değeri sıfıra yakın) ise sırasıyla H14, H6, H8, Ç1 ve H5 (75.2-77.6 kg/hl – düşük) olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.28).

Çizelge 4.28. Hektolitreye ağırlığı için parametrik stabilite yöntemleri

Genotip	\bar{X}^\dagger	S_{xi}^2	b_i	S_{di}^2	r_i^2	W_i^2	σ_i^2	CV_i	P_i
Ç1	77.6	0.7	0.49**	1.1	0.44	6.5	1.2	1.1	7.2
Ç2	79.3	3.9	1.17	2.7	0.66	10.2	2.1	2.4	2.8
Ç3	78.9	6.1	1.53**	2.5	0.72	13.1	2.7	3.1	4.3
Ç4	79.3	3.0	0.60*	3.5	0.55	13.8	2.8	2.1	2.4
Ç5	79.4	3.2	0.58*	1.2	0.53	15.1	3.1	2.2	2.3
H1	78.5	10.1	0.73	11.9	0.62	47.4**	10.3**	4.0	5.9
H2	77.4	4.2	1.47*	0.5	0.88	5.3	0.9	2.6	7.3
H3	79.0	3.1	1.10	1.9	0.72	7.5	1.4	2.2	2.5
H4	78.8	2.4	0.89	2.0	0.74	6.7	1.2	1.9	2.8
H5	75.6	4.4	0.51**	5.5	0.47	22.1	4.7	2.8	18.8*
H6	75.2	1.7	0.45**	2.7	0.39	18.5	3.9	1.7	19.9*
H7	78.3	8.8	2.05**	2.4	0.63	19.5	4.1	3.8	5.3
H8	77.6	4.3	0.47**	6.9	0.42	23.4	5.1	2.7	9.5
H9	77.3	7.5	0.76	8.1	0.61	34.3*	7.4*	3.5	9.1
H10	76.7	7.0	1.22	5.4	0.68	25.3	5.4	3.4	13.8
H11	76.6	4.6	1.30	1.5	0.65	11.3	2.3	2.8	12.4
H12	75.5	4.4	1.36	1.1	0.64	9.1	1.8	2.7	17.2*
H13	74.4	2.9	1.31	0.4	0.86	2.5	0.3	2.3	22.9**
H14	75.8	3.4	0.35**	5.2	0.38	22.9	4.8	2.4	17.4*
H15	77.2	11.6	1.53**	7.1	0.54	42.1**	9.1**	4.4	13.2
Ort.	77.4	4.8	1.00	3.6	0.61	17.8	3.7	2.7	9.8

*, ** sırasıyla $P < 0.05$ ve $P < 0.01$ seviyesinde önemli (stabil değil)

$\dagger \bar{X}$, Hektolitreye ağırlığı (kg/hl); S_{xi}^2 , Çevre varyansı (Roemer, 1917); b_i , Regresyon katsayısı (Eberhart ve Russell, 1966); S_{di}^2 , Regresyondan sapmalar kareler ortalaması (Eberhart ve Russell, 1966); r_i^2 , Belirtme katsayısı (Pinthus, 1973); W_i^2 , Ekovalans (Wricke, 1962); σ_i^2 , Stabilite varyansı (Shukla, 1972); CV_i , Varyasyon katsayısı (Francis ve Kanenberg, 1978); P_i , Üstünlük ölçütü (Lin ve Binns, 1988)

Wricke (1962), stabiliteyi bir genotipin GÇE'ne katkısı olarak belirlemiştir. Bir genotipin GÇE varyansı içerisindeki payını, Wricke (1962) ekovalans (W_i^2) olarak tanımlamış ve W_i^2 değeri sıfıra yakın olan genotiplerin stabil olacağını bildirmiştir. Wricke (1962)'in W_i^2 yöntemine alternatif olarak Shukla (1972), stabilite varyansını (σ_i^2) önermiştir. Wricke ve Weber (1980), σ_i^2 ile W_i^2 arasında doğrusal bir ilişkinin olduğunu ve

her iki yöntemle göre genotiplerin stabilite sıralamalarının aynı olacağını bildirmişlerdir. Çizelge 4.28’de verilen σ_i^2 ve W_i^2 değerlerine bakıldığında, her iki yöntemle göre genotip sıralamalarının aynı olduğu görülmektedir. İki parametreye göre en stabil genotipler sırasıyla H13, H2, Ç1, H4 ve H3 (74.4-79.0 kg/hl – düşük/orta) olurken, stabilitesi en düşük olan genotipler ise sırasıyla H1, H15 ve H9 (77.2-78.5 kg/hl – düşük) olmuştur.

Parametrik stabilite yöntemlerine ilave olarak Francis ve Kannenberg (1978), varyasyon katsayısı (CV_i) yöntemini önermiştir. Bu yöntemle göre stabil bir genotipin CV_i değeri sıfıra yakın ve HA, genel ortalamanın (77.4 kg/hl) üstünde olmalıdır. Bu iki stabilite parametresine göre en stabil genotipler sırasıyla Ç1, H4, Ç4, Ç5 ve H3 (77.6-79.4 kg/hl – düşük/orta) olurken, stabilitesi en düşük genotipler ise sırasıyla H15, H1, H7, H9 ve H10 (76.7-78.5 kg/hl – düşük) olmuştur (Çizelge 4.28). Fakat bu genotipler içerisinde H1 ve H7’nin HA değerleri, genel ortalamanın üzerinde gerçekleşmiştir.

Üstünlük ölçütü (P_i), bir çevrede denemeye alınan bir genotipin HA değeri ile o çevrede denemeye alınan diğer genotipler arasında maksimum HA’nı veren genotipin değeri arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır (Lin ve Binns, 1988). Bir genotipin HA’nın farklı çevrelerde sürekli yüksek seyretmesi, o genotipin HA’nın maksimum HA’na yakın olacağı; aynı zamanda bir genotipin P_i değerinin sıfıra yakın olması, o genotipin stabilitesinin yüksek olacağı anlamına gelmektedir. Lin ve Binns (1988), P_i değerinin genotiplerin genel adaptasyon yeteneklerinin de bir göstergesi olduğunu ve çevreler üzerinden performans ortalamalarına göre kıyaslama yapılmasının doğru olacağını bildirmişlerdir. P_i ile HA değerleri birlikte değerlendirildiğinde, en stabil genotipler sırasıyla Ç5, Ç4, H3, Ç2 ve H4 (78.8-79.4 kg/hl – orta) olurken, stabilitesi en düşük olan genotipler ise sırasıyla H13, H6, H5, H14 ve H12 (74.4-75.8 kg/hl – çok düşük) olmuştur (Çizelge 4.28). Stabilitesi en yüksek genotiplerin aynı zamanda HA değerleri genel ortalamanın üstünde iken, stabilitesi en düşük olan genotiplerin HA değerleri ise genel ortalamanın altında kalmıştır. Stabilitesi en yüksek ilk beş genotipten 3’ünün çeşit ve 2’sinin ise hatlardan oluşması, önemli bir ayrıntı olarak vurgulanmalıdır.

4.6.4. Parametrik Olmayan Stabilite Yöntemleri

Denemede 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeklik buğday genotipinin HA yönüyle stabilitelelerini belirlemek için 8 parametrik olmayan stabilite yöntemi kullanılmıştır (Çizelge 4.29).

Denemede kullanılan parametrik olmayan stabilite yöntemlerinden ilk dördü ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$) Huehn (1979) tarafından geliştirilmiştir (Çizelge 4.29). Stabil bir genotipin $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$ değerleri sıfıra yakın olmalıdır (Huehn, 1996). Huehn (1979)'ün 4 parametrik olmayan stabilite yöntemine ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$) göre en stabil genotipler sırasıyla H13, H12, Ç1, H2, H3 ve H4 (74.4-79.0 kg/hl – düşük/orta) olarak belirlenmiştir. Stabilitesi en düşük olan genotipler ise sırasıyla H1, H15 ve H9 (77.2-78.5 kg/hl – düşük) olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.29. Hektolitreye ağırlığı için parametrik olmayan stabilite yöntemleri

Genotip	\bar{X}^\dagger	$S_i^{(1)}$	$S_i^{(2)}$	$S_i^{(3)}$	$S_i^{(6)}$	RS	TOP	RM	SDR
Ç1	77.6	5.1	19.4	5.2	1.4	13	16.6	10.5	3.4
Ç2	79.3	6.2	26.5	14.1	3.3	9	66.6	5.7	3.9
Ç3	78.9	5.6	25.1	14.7	3.4	14	50.0	6.5	4.5
Ç4	79.3	7.5	37.7	14.1	2.8	13	66.6	6.5	4.2
Ç5	79.4	7.6	40.1	18.8	4.1	12	66.6	5.2	4.4
H1	78.5	11.3**	94.9**	30.2	4.3	27	50.0	9.5	7.6
H2	77.4	5.1	17.5	3.2	1.2	13	0.0	11.0	2.8
H3	79.0	5.4	20.3	5.1	1.7	9	66.6	6.3	2.4
H4	78.8	5.4	19.4	3.2	1.2	10	33.3	7.8	2.5
H5	75.6	8.2	46.6	9.5	1.4	31	16.6	15.0	5.2
H6	75.2	7.6	38.2	4.5	1.1	31	0.0	15.8	3.6
H7	78.3	8.5	49.8	13.2	2.4	21	33.3	8.8	4.8
H8	77.6	7.9	49.9	20.6	3.5	25	33.3	8.7	6.0
H9	77.3	9.8*	77.2*	19.6	3.0	30	33.3	12.3	6.7
H10	76.7	8.4	52.3	18.1	3.1	31	33.3	11.2	6.2
H11	76.6	6.1	27.1	4.9	1.5	23	0.0	11.3	3.4
H12	75.5	4.9	19.4	4.1	1.1	24	0.0	15.3	3.6
H13	74.4	3.2	6.6	2.1	0.7	21	0.0	17.7	2.7
H14	75.8	7.3	37.7	14.7	2.1	31	16.6	14.5	6.2
H15	77.2	10.6**	85.1**	34.3	4.4	32	50.0	10.3	8.5
Ort.	77.4	7.1	39.5	12.7	2.4	21.0	31.6	10.5	4.6

*, ** sırasıyla $P < 0.05$ ve $P < 0.01$ seviyesinde önemli (stabil değil)

$\dagger \bar{X}$, Hektolitreye ağırlığı (kg/hl); Huehn (1979)'ün parametreleri $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$; RS, Sıra-Toplam (Kang, 1988); TOP, Fox ve ark. (1990)'nın en üst sıra parametresi; RM, Sıra ortalaması (Ketata, 1988); SDR, Sıranın standart sapması (Ketata, 1988)

Kang (1988), parametrik olmayan stabilite yöntemi olarak Sıra-Toplam (RS) yöntemini önermiştir. Deneme çevreleri üzerinden en yüksek HA'na sahip genotipe sıra değeri olarak 1 (rakamla bir) verilirken, en düşük genotipe ise en yüksek sıra değeri (genotip sayısı kadar) verilir. Kang (1988) aynı zamanda Shukla (1972)'nin stabilite varyansını da (σ_i^2) RS yöntemine dâhil etmiştir. Her bir genotip için σ_i^2 değeri

hesaplandıktan sonra en düşük σ_i^2 değerine sahip genotipe sıra değeri olarak 1 verilirken (HA sıralamasında yapıldığı gibi), en yüksek σ_i^2 değerine sahip genotipe en yüksek sıra değeri (genotip sayısı kadar) verilir. Hem HA ve hem de Shukla (1972)'nin stabilite varyansı (σ_i^2) değerlerine göre oluşturulan sıra değerleri, toplanarak RS değerleri elde edilmektedir. RS değeri en düşük olan genotip, en yüksek stabiliteye sahip olmaktadır (Kang, 1988). Bu tanıma göre en yüksek stabiliteye sahip genotipler sırasıyla Ç2, H3, H4, Ç5, Ç4, Ç1 ve H2 (77.4-79.0 kg/hl – düşük/orta) olurken, en düşük stabiliteye sahip genotipler ise sırasıyla H15, H6, H5, H14, H10 ve H9 (75.2-77.3 kg/hl – düşük) olmuştur (Çizelge 4.29).

Fox ve ark. (1990), parametrik olmayan stabilite yöntemi olarak en üst sıra (TOP), orta sıra (MIDDLE) ve en alt sıra (BOTTOM) yöntemlerini önermişlerdir. Söz konusu üç yöntem içerisinde en yaygın olarak kullanılanı, en üst sıra (TOP) yöntemidir. En üst sıra (TOP) yönteminde, farklı çevrelerde denemeye alınan genotiplerin en yüksekten başlamak üzere HA sıralamalarına göre her çevrede ilk üç sırada yer alma oranı belirlenmektedir. En üst sıra (TOP) değeri 100'e en yakın olan genotip, en stabil olarak kabul edilmektedir. Yüksek TOP değeri, bir genotipin genel adaptasyon yeteneğini de göstermektedir. Fox ve ark. (1990) tarafından yapılan tanıma göre en yüksek stabiliteye sahip genotipler, HA değerleriyle birlikte değerlendirildiğinde sırasıyla Ç5, Ç4, Ç2 ve H3 (TOP değeri = 66.6 ve HA = 79.0-79.4 kg/hl – orta), H1 ve H15 (TOP değeri = 50.0 ve HA = 77.2-78.5 kg/hl – düşük) olurken, en üst sıraya (TOP) giremeyen genotipler ise H13, H6, H12, H11 ve H2 (74.4-77.4 kg/hl – düşük) olmuştur. En stabil genotipler arasında 3 hat ve 3 çeşit yer alırken, hatlardan 5 tanesi TOP değerlerinin düşük olmasından dolayı, ilk üç sıraya girememiştir (Çizelge 4.29).

Ketata (1988), parametrik olmayan stabilite yöntemleri olarak sıra ortalaması (RM) ve sıranın standart sapması (SDR) yöntemlerini önermiştir. Bu iki yöntem uygulanırken, genotipler her bir çevrede büyüklüklerine göre sıralanmakta ve en yüksek HA'na sahip genotipe sıra değeri olarak 1 verilmektedir. Daha sonra farklı çevrelerdeki sıra değerlerinin ortalaması ve standart sapması hesaplanmaktadır. Genotiplerin RM ve SDR değerleri dikkate alınarak stabilite ve adaptasyon durumları hakkında yorum yapılabilmektedir. Bu bilgiler doğrultusunda, düşük RM ve SDR değerlerine sahip genotipler (sırasıyla Ç5, Ç2, H3, Ç4 ve Ç3) yüksek HA'na sahip (78.9-79.4 kg/hl – orta) ve stabil (Çizelge 4.29); düşük RM ve yüksek SDR değerlerine sahip genotipler (sırasıyla H8, H1 ve H15) yüksek HA'na sahip (77.2-78.5 kg/hl – düşük) ve stabil değil; yüksek RM ve SDR değerlerine sahip genotipler (sırasıyla H10, H9, H14 ve H5) düşük HA'na sahip (75.6-77.3 kg/hl –

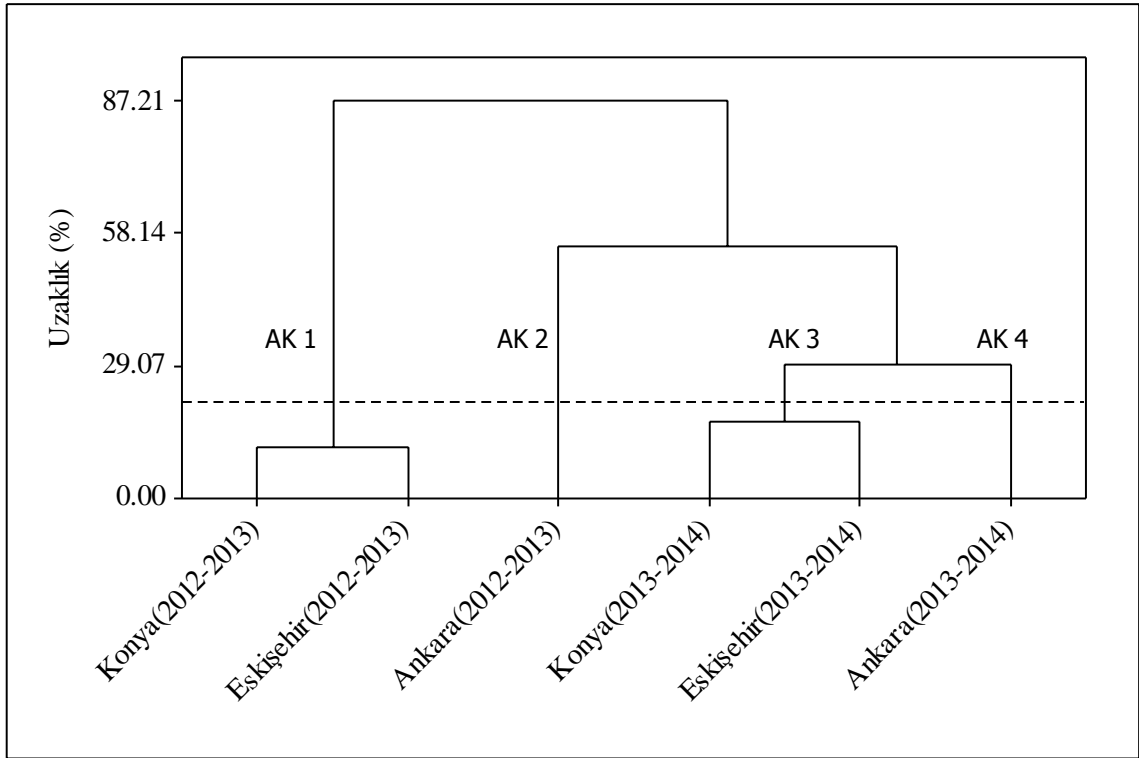
düşük) ve stabil değil; yüksek RM ve düşük SDR değerlerine sahip genotipler (sırasıyla H13, H6 ve H12) ise düşük HA'na sahip (74.4-75.5 kg/hl – çok düşük) ve stabil olarak değerlendirilmektedir.

4.6.5. Çok Değişkenli (Multivariate) Yöntemler

Denemede 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeklik buğday genotipinin HA yönüyle stabilitelerini belirlemek için 3 çok değişkenli yöntem kullanılmıştır.

Çok değişkenli yöntemlerin birinci olan Pattern Analizi (PA); hem Kümeleme (CA) ve hem de Ana Bileşenler Analiz (PCA) yöntemlerini kapsamaktadır (Alagarswamy ve Chandra, 1998). PA-CA sonuçlarına göre denemenin yürütüldüğü çevreler dört alt kümeye (AK 1, AK 2, AK 3 ve AK 4) ayrılmıştır (Şekil 4.26). Birinci alt kümeyi (AK 1) Konya (2012-2013) ve Eskişehir (2012-2103) çevreleri; ikinci alt kümeyi (AK 2) sadece Ankara (2012-2013) çevresi, üçüncü alt kümeyi Konya (2013-2014) ve Eskişehir (2013-2014) çevreleri ve dördüncü alt kümeyi (AK 4) ise sadece Ankara (2013-2014) çevresi oluşturmuştur. AK 1'de yer alan çevreler denemenin ilk yılına ait olup Konya ve Ankara lokasyonlarını kapsarken, denemenin ilk yılına ait Eskişehir lokasyonu münferit olarak AK 2'de yer almaktadır. Bu durumunun sebebi, birinci yıla ait Eskişehir lokasyonunun yine ilk yıla ait Konya ve Ankara lokasyonlarından farklı olmasıyla izah edilebilir (Çizelge 4.26). Yine ikinci yıla ait Konya, Eskişehir ve Ankara lokasyonları birinci yıldaki alt kümelenmeye benzer şekilde kümelenmişlerdir. Her iki yılda Ankara lokasyonu diğer iki lokasyondan HA özelliği yönüyle farklılık göstermiştir. Konya ve Eskişehir lokasyonları yıllar içinde aynı alt kümede yer alırken, yıllar arasında ise farklı kümede yer almıştır. Bu durum genotiplerin HA'ları üzerine hem yılın ve hem de lokasyonun etkili olduğunu (GYLE) göstermektedir (Çizelge 4.26).

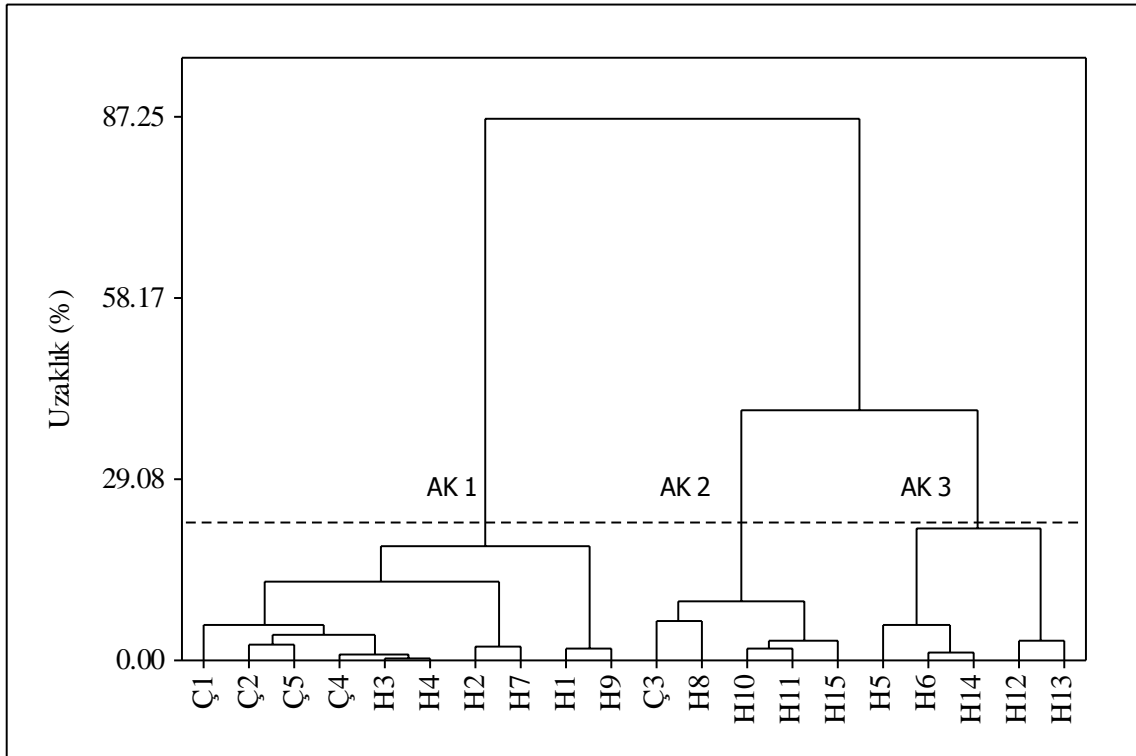
Denemede yer alan genotiplerin PA-CA'ndan elde edilen dendrogramı Şekil 4.27'de verilmiştir. PA-CA'ne göre genotipler, 3 tane alt küme (AK 1, AK 2 ve AK 3) ayrılmış, AK 1'de 10 genotip (Ç1, Ç2, Ç5, Ç4, H3, H4, H2, H7, H1 ve H9), AK 2'de 5 genotip (Ç3, H8, H10, H11 ve H15) ve AK 3'de 5 genotip (H5, H6, H14, H12 ve H13) yer almıştır. Alt kümelerden AK 2 ve AK 3'de yer alan 10 genotipin (Ç3 ve H8 hariç) HA değerleri, deneme ortalamasından (77.4 kg/hl) düşük olurken, AK 1'de yer alan 10 genotipin (H9 hariç) HA ortalamaları (77.4-79.4 kg/hl – düşük/orta) ise yüksek olmuştur (Çizelge 4.27). HA yüksek ve düşük olan genotiplerin aynı alt küme içerisinde yer alması, genotiplerin kümelenmesinin yorumlanmasında HA değerlerinin yeterli bir ölçüt olarak kullanılamayacağı, diğer kalite kriterlerinde dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.



Şekil 4.26. Hektolitre ağırlığı için lokasyonların yıllara göre dendrogramı (AK, Alt Küme; Uzaklık % 20)

PA'nin ikinci aşaması olan Ana Bileşenler Analizi (PCA)'yle elde edilen PA-Biplot, Şekil 4.28'de verilmiştir. PCA'nin ilk iki ana bileşeni, GÇE'nin kareler toplamının % 78'ini (sırasıyla PC1 = % 46 ve PC2 = % 32) açıklamıştır. PA-Biplot'un orijininin geçen vektörler çevreleri, H (Hat) ve Ç (Çeşit) sembolleri ise genotipleri göstermektedir. Çevre vektörleri arasındaki açılar çevrelerin birbirine benzerlik ya da uzaklığını göstermektedir. Örneğin, Konya (2012-2013) ve Eskişehir (2012-2013) çevrelerine ait vektörler arasındaki açı $\approx 0^\circ$ olup, bu iki çevre arasında benzerliğin yüksek olduğunu göstermektedir. Şekil 4.26'da verilen AK 1'deki çevreler ile Şekil 4.28'de verilen PA-Biplot'taki Konya (2012-2013) ve Eskişehir (2012-2013) çevreleri aynı grupta yer almaktadır. Yine Ankara (2012-2013) çevre vektörünün (Şekil 4.28) diğer çevre vektörleriyle herhangi bir benzerlik göstermemesi ve Şekil 4.26'da münferit olarak AK 2'de yer alması, iki yöntemin birbiriyle uyumunu artırmaktadır. Diğer taraftan PA-Biplot üzerinde Ankara (2013-2014), Konya (2013-2014) ve Eskişehir (2013-2014) çevrelerine ait vektörler arasındaki açının $\approx 0^\circ$ olmasından dolayı bu üç çevrenin pozitif ilişkili olduğu söylenebilir. Fakat ikinci yıla ait 3 çevrenin kümelenmesi (Şekil 4.26), PA-Biplot (Şekil 4.28) üzerindeki dağılışıyla benzerlik

göstermemektedir. Netice itibariyle, Ankara (2013-2014) çevresi PA-CA'da farklı bir alt küme oluşturarak (AK 4), PA-Biplot sonuçlarıyla uyumu azaltmıştır.

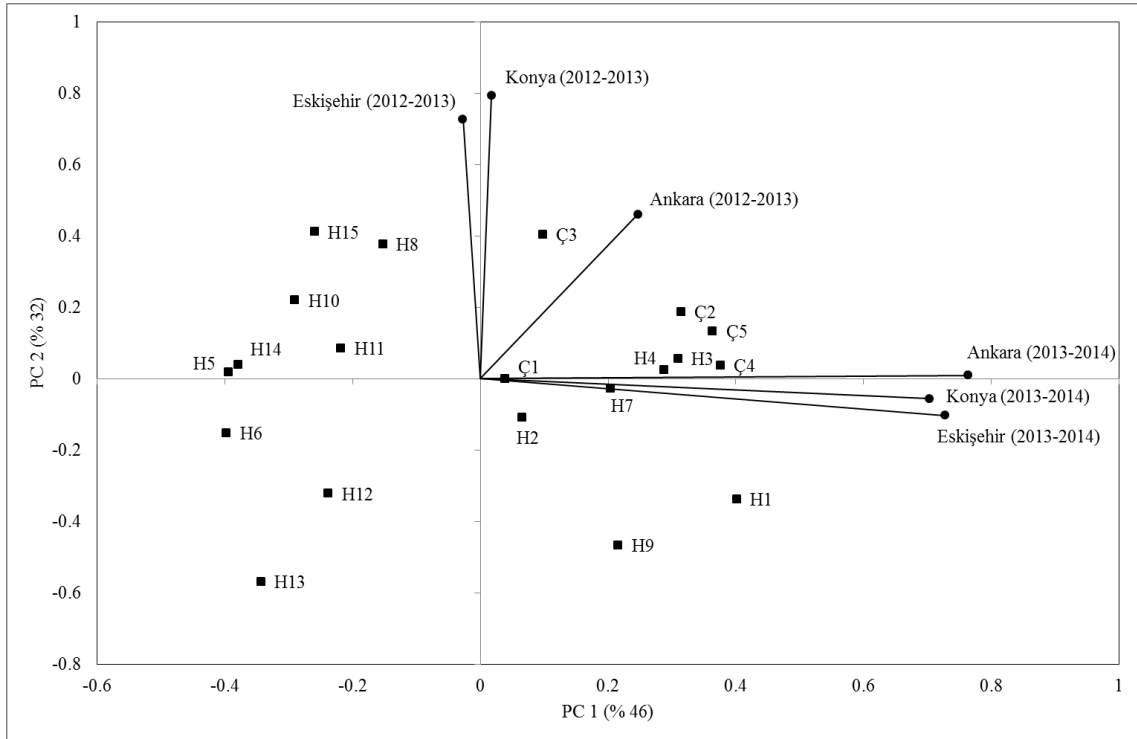


Şekil 4.27. Hektolitre ağırlığı için genotiplerin dendrogramı (AK, Alt Küme; H, Hat; Ç, Çeşit; Uzaklık % 20)

PA-Biplot (Şekil 4.28) incelendiğinde, ikinci yıla ait tüm çevreler ile birinci yıla ait Konya ve Ankara çevreleri, biplotun birinci ekseninin (PC 1) pozitif kısmında, birinci yıla ait Eskişehir çevre ise biplotun birinci ekseninin (PC 1) negatif kısmında yer aldığı görülmektedir. Diğer taraftan birinci yıla ait tüm çevreler ile ikinci yıla ait Ankara çevresi biplotun ikinci ekseninin pozitif kısmında, ikinci yıla ait Konya ve Eskişehir çevreleri ise ikinci ekseninin negatif kısmında yer almıştır. Biplotun her iki eksen, birbiriyle karşılaştırıldığında iki ekseninde tüm çevreleri mutlak ayırma yeteneğine sahip olamadığı görülmektedir. Bu durumu, GYLE ile izah etmek mümkündür. Çünkü çevreler birinci eksen veya ikinci eksen üzerinde tek bir grup oluşturamamışlardır. Bir başka deyişle HA'nın ortaya çıkmasında hem lokasyon ve hem de yıl önemli ölçüde etki etmektedir.

Birbirine benzer olan genotipler PA-Biplot (Şekil 4.28) üzerinde birbirine yakın olarak yer almaktadır. Birbirinden farklı olan genotipler ise biplot üzerinde zıt yerlerde toplanmaktadır. H9, H1, H7, H2, H4, H3, Ç1, Ç2, Ç3, Ç4 ve Ç5 kodlu genotipler (77.3-79.4 kg/hl – düşük/orta) ana bileşen eksen 1 (PC 1)'in pozitif kısmında; H8, H13, H12,

H6, H5, H14, H11, H10 ve H15 (74.4-77.6 kg/hl – düşük) ise PC 1'in negatif kısmında yer almışlardır (Şekil 4.28). Bu durum, iki genotip grubunun birbirinden farklı HA değerlerine sahip olduğunu göstermektedir. İlk grupta yer alan genotiplerin HA değerleri (H9 hariç) genel ortalamanın (77.4 kg/hl) üstünde, ikinci grupta yer alan genotiplerin HA değerleri (H8 hariç) ise genel ortalamanın altında yer almıştır. İlk gruptaki genotiplerden H7, H4, H3, Ç4, Ç5 ve Ç2 en iyi performansı ya da adaptasyonu sırasıyla Eskişehir (2013-2014), Konya (2013-2014) ve Ankara (2013-2014) çevrelerinde gösterirken, yine birinci grup genotiplerden Ç3 ile ikinci grup genotiplerden H8 en iyi adaptasyonu Ankara (2012-2013), Konya (2012-2013) ve Eskişehir (2012-2013) çevrelerinde göstermiştir. Aynı zamanda birinci grup genotiplerden H1 ve H15 ile ikinci grup genotiplerden H13, H12, H6, H5, H14, H11, H10 ve H15'in tüm çevrelere adaptasyonu düşük olmuştur. Diğer taraftan, PA-Biplot'unun merkezinde (orijininde) yer alan genotiplerin (Ç1 ve H2) tüm çevrelere adaptasyonları yüksek olup, HA ortalamaları (77.4-77.6 kg/hl – düşük) genel ortalamanın (77.4 kg/hl) üstündedir (Çizelge 4.27 ve Şekil 4.28).



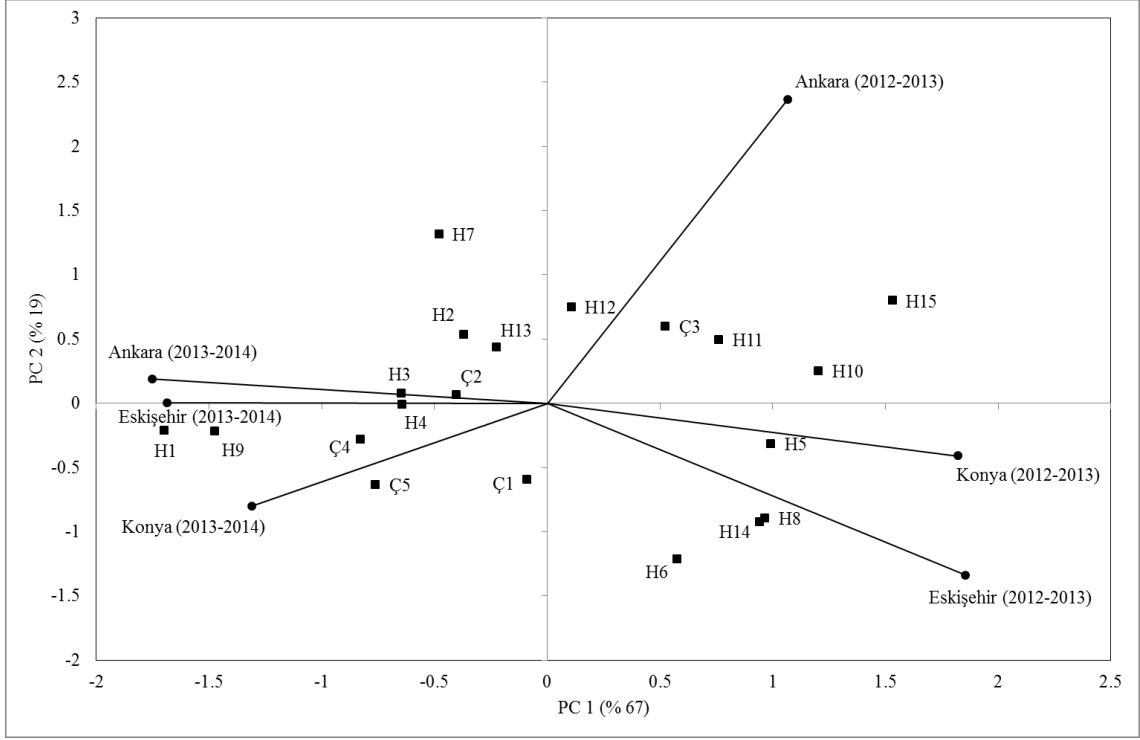
Şekil 4.28. Hektolitre ağırlığının PA-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit)

Denemede kullanılan çok değişkenli yöntemlerden ikincisi, AMMI (Eklemeli Ana Etkiler ve Çarpımsal Etkileşimler Analizi) yöntemidir. AMMI analizinden elde edilen AMMI-Biplot grafiği Şekil 4.29'da verilmiştir. AMMI-Biplot'un ilk iki ekseni, GÇE

kareler toplamının % 86'si (sırasıyla PC 1 = % 67 ve PC 2 = % 19) açıklamıştır. Bu oran (% 86), PA-Biplot'un (Şekil 4.28) açıklama oranından (% 78) % 8 daha yüksektir. Bununla birlikte her iki biplotun GÇE'ni açıklama oranı oldukça yüksektir. AMMI-Biplot'un ilk ekseninin (PC 1) münferit olarak GÇE'ni açıklama oranı % 67 (\approx % 70) olup, bu oran HA için yapılacak değerlendirmelerde sadece PC 1'in kullanılmasının yeterli olabileceğini göstermektedir (Gauch, 1988).

AMMI-Biplot üzerinde dağılışı gösteren genotipler ve çevre vektörlerinin birbiriyle olan ilişkilerine bakıldığında (Şekil 4.29), PA-Biplot'tan (Şekil 4.28) farklı olduğu görülmektedir. AMMI-Biplot'ta Konya (2012-2013) ile Eskişehir (2012-2013) çevre vektörleri arasındaki benzerlik ilişkisi, PA-Biplot ve PA-CA analizinde (Şekil 4.26 ve 4.28) olduğu (alt küme AK 1) gibi yüksektir. Yine Ankara (2012-2013) çevresinin Konya (2012-2013) ve Eskişehir (2012-2013) çevreleriyle AMMI-Biplot'ta herhangi bir ilişki göstermemesi ($\approx 90^\circ$), PA-Biplot ve PA-CA bulgularıyla benzerlik arz etmektedir. Her ne kadar birinci yıla ait çevreler için elde edilen bulgular her iki yöntemde de uyumlu görülmüşse, ikinci yıldaki çevrelerin AMMI-Biplot üzerindeki dağılışı, PA-Biplot bulgularıyla kısmi farklılık göstermektedir. Bu farklılık Konya (2013-2014) çevresinin diğer iki çevreden kısmi olarak uzaklaşmasıyla ilişkilidir. Fakat PA-CA bulguları, PA-Biplot ve AMMI-Biplot bulgularından oldukça farklı görünmektedir. PA-CA'da Konya (2013-2014) ile Eskişehir (2013-2014) çevreleri aynı alt kümede (AK 3), Ankara (2013-2014) çevresi ise ayrı bir alt kümede (AK 4) yer alması rağmen, her üç çevre AMMI-Biplot ve PA-Biplot üzerinde aynı pozisyonda yer almıştır.

AMMI-Biplot üzerinde çevrelerin pozisyonları incelendiğinde, ilk yıla ait çevrelerin ana eksen bileşeni 1 (PC 1)'in pozitif kısmında, ikinci yıla ait çevrelerin ise ana eksen bileşeni 1 (PC 1)'in negatif kısmında yer aldığı görülmektedir (Şekil 4.29). Fakat AMMI-Biplot'un yıllar üzerinden çevreler için ortaya koyduğu keskin ayırım, PA-Biplot ve PA-CA bulgularıyla desteklenmemektedir. Öte taraftan AMMI-Biplot'un ana eksen 2 (PC 2) üzerinde çevrelerin pozisyonları, PA-Biplot'tan farklılık göstermektedir. AMMI-Biplot'un ana eksen 2 (PC 2)'nin pozitif kısmında Ankara lokasyonunun her iki yıla ait çevreleri yer alırken, AMMI-Biplot'un ana eksen 2 (PC 2)'nin negatif kısmında ise Konya ve Eskişehir lokasyonlarının her iki yıla ait çevreleri yer almıştır. AMMI-Biplot'un her iki ana eksen eş zamanlı olarak değerlendirildiğinde, HA üzerine GÇE'nin (yıl ve lokasyonunun birlikte) önemli etkisinin olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 4.26).



Şekil 4.29. Hektolitreye ağırlığının AMMI-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit)

Genotiplerle çevreler arası ilişkiler yakından incelendiğinde (Şekil 4.29), H14 ve H8 (75.8-77.6 kg/hl – düşük)'in Eskişehir (2012-2013) çevresinde; H5 ve H10 (75.6-76.7 kg/hl – düşük)'ün Konya (2012-2013) çevresinde; Ç3 ve H12 (75.5-78.9 kg/hl - düşük)'nin Ankara (2012-2013) çevresinde; H3 (79.0 kg/hl – orta)'ün Ankara (2013-2014) çevresinde; H4 (78.8 kg/hl – orta)'ün Eskişehir (2013-2014) çevresinde ve Ç4 ve Ç5 (79.3-79.4 kg/hl – orta)'in Konya (2013-2014) çevresinde en iyi adaptasyonu sağladığı belirlenmiştir. Diğer taraftan AMMI-Biplot'un merkezine yakın olan genotiplerin tüm çevrelere adaptasyonu yüksek olup 2 çeşit (Ç1 ve Ç2 = 77.6-79.3 kg/hl – düşük/orta) ve 1 hattan (H13 = 74.4 kg/hl – çok düşük) oluşmaktadır.

Çok değişkenli yöntemlerden üçüncüsü, GGE-Biplot analiz yöntemidir. Bu yöntemle elde edilen GGE-Biplot grafiği, Şekil 4.30'da verilmiştir. GGE-Biplot'un ilk iki ana bileşeni, G ana etkileri ile GÇE'nin kareler toplamalarının % 81'i (sırasıyla PC 1 = % 60 ve PC 2 = % 21) açıklamıştır. Birden fazla çevre ve genotip ile yürütülen denemelerde GÇE'nin istatistiksel olarak önemli çıkması durumunda ilk ikisi (PC 1 ve PC 2) ana bileşenin, toplam varyasyonun en az % 70'ini açıklaması beklenmektedir (Gauch ve ark., 1988). GGE-Biplot'un G ana etkileri ile GÇE'ni açıklama oranı (% 81), AMMI-Biplot'un (% 86) ve PA-Biplot'un açıklama oranlarıyla (% 78) benzerlik göstermiştir.

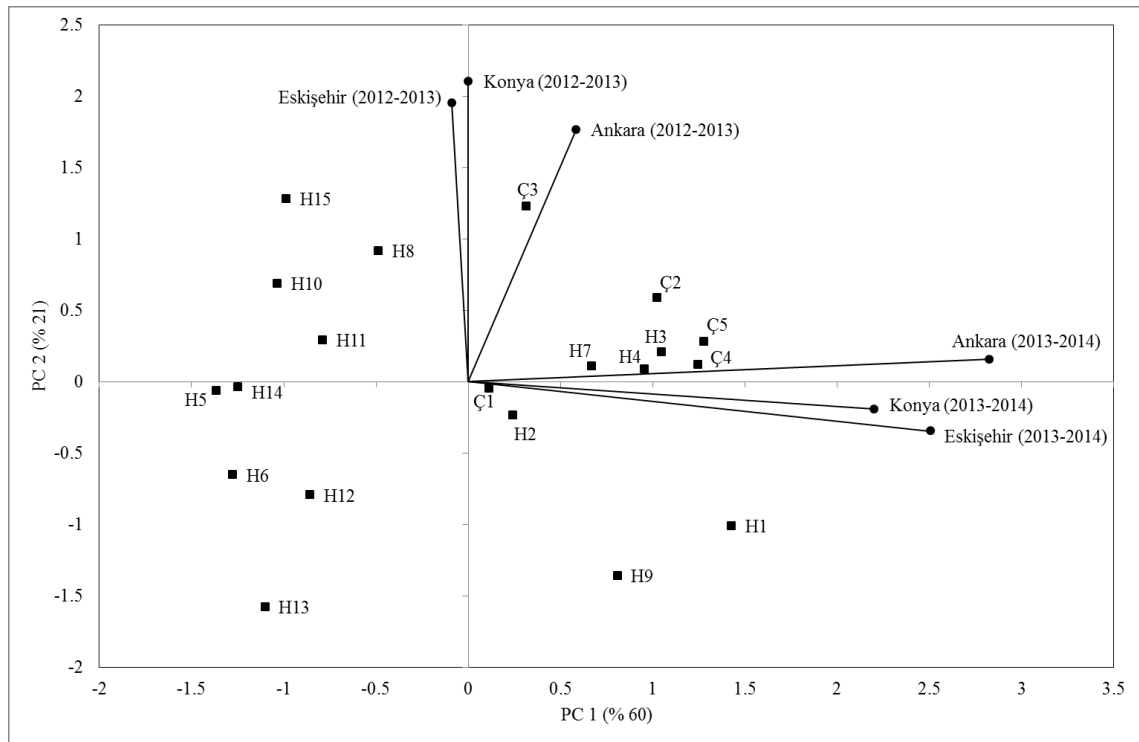
Denemenin yürütüldüğü çevrelerin vektörel ilişkileri ele alındığında (Şekil 4.30), PA-Biplot'ta (Şekil 4.28) olduğu gibi, Ankara (2012-2013), Eskişehir (2012-2013) ve Konya (2012-2013) çevreleri arasındaki benzerlik, Ankara (2012-2013) çevresinin vektörü diğer iki çevre vektöründen kısmi olarak ayrılmasına rağmen, yüksek bulunmuştur. Öte yandan, ilk yıla ait çevrelerin PA-CA dendrogramı (Şekil 4.26) ile GGE-Biplot'un çevre vektörleri (Şekil 4.30) farklılık göstermektedir. PA-CA'da Eskişehir (2012-2013) ile Konya (2012-2013) çevreleri AK 1'i oluştururken, Ankara (2012-2013) çevresi ise tek başına AK 2'yi oluşturmuştur. Fakat GGE-Biplot'ta bu üç çevre vektörü aynı pozisyonda yer almışlardır. Diğer taraftan GGE-Biplot üzerinde ikinci yılda Ankara (2013-2014), Eskişehir (2013-2014) ve Konya (2013-2014) çevre vektörleri arasındaki ilişkiler pozitif yönde olmuştur. Fakat PA-CA dendrogramında (Şekil 4.26), ikinci yıla ait çevreler, farklı alt kümelere ayrılmıştır. Eskişehir (2013-2014) ve Konya (2013-2014) çevreleri AK 3'te, Ankara (2013-2014) çevresi ise münferit olarak AK 4'te yer almıştır. Dolayısıyla GGE-Biplot ile PA-CA bulguları arasında çoğunlukla uyumsuzluk mevcuttur. Öte taraftan GGE-Biplot üzerinde çevrelerin dağılışı ile PA-Biplot üzerinde çevrelerin dağılışı şekli yüksek oranda benzerlik göstermektedir.

Her üç biplot yöntemiyle elde edilen çevrelerin vektörel büyüklükleri kıyaslandığında, GGE-Biplot çevre vektörlerinin büyüklükleri, hem AMMI-Biplot ve hem de PA-Biplot'un çevre vektörlerinin büyüklüklerinden daha fazla olmuştur. Yan ve ark. (2000), çevre vektörlerinin uzunlukları ile çevrelerin genotipleri ayırma yetenekleri arasında olumlu bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. İkinci yıla ait çevre vektörlerinin büyüklükleri, birinci yıla ait çevre vektörlerinin büyüklüklerinden daha fazla olmuştur (Şekil 4.30). Bu cümleden hareketle, Konya (2013-2014), Eskişehir (2013-2014), Ankara (2013-2014) ve Konya (2012-2013) çevrelerinin vektörel büyüklükleri, ilgili çevrelerin genotipleri ayırma yeteneklerinin güçlü olduğuna işaret ederken, Eskişehir (2012-2013) ve Ankara (2012-2013) çevrelerinin genotipleri ayırma yetenekleri nisbi olarak düşük seviyede kalmıştır (Yan ve ark., 2000). Sonuç itibarıyla, her iki yılda Konya lokasyonunun ön plana çıkması, genotiplerin HA değerlerine göre ayrıştırılmasında kilit rol üstlendiğini göstermektedir.

Genotiplerin özel adaptasyon yetenekleri incelendiğinde (Şekil 4.30), Ankara (2013-2014), Eskişehir (2013-2014) ve Konya (2013-2014) çevrelerine sırasıyla H7, H4, H3, Ç4 ve Ç5 (78.3-79.3 kg/hl – düşük/orta)'in en iyi adaptasyonu sağladığı belirlenmiştir. Diğer taraftan Eskişehir (2012-2013), Konya (2012-2013) ve Ankara (2012-2013) çevrelerine ise sırasıyla Ç3 ve H8 (77.6-78.9 kg/hl – düşük)'in en iyi uyumu sağladığı tespit edilmiştir.

Genel adaptasyon yeteneği en iyi genotipler, biplotun merkezinde yer almaktadır. Bu genotipler ise H2 ve Ç1 (77.4-77.6 kg/hl - düşük)'den oluşmaktadır.

Çevrelerin biplot üzerinde aynı yönde veya farklı yönde yer almaları genotiplerin çapraz (çevreler üzerinden HA sıralaması değişen) veya çapraz olmayan (çevreler üzerinden HA sıralaması değişmeyen) etkileşimleriyle ilişkilidir (Yan, 2001). Örneğin PC 1'in pozitif kısmında (Şekil 4.30) ikinci yıla ait 3 çevre (Konya (2013-2014), Eskişehir (2013-2014) ve Ankara (2013-2014)) ile birinci yıla ait 1 çevre (Ankara (2012-2013)) yer alırken, PC 1'in negatif kısmında ise birinci yıla ait 2 çevre (Konya (2012-2013) ve Eskişehir (2012-2013)) yer almıştır. Çevrelerin biplot üzerinde farklı yönde yer almasına çapraz etkileşimin sebep olduğu ve bu etkileşimin ortaya çıkmasına Y ve L faktörlerinin birlikte etki ettiği tespit edilmiştir (Yan, 2001).



Şekil 4.30. Hektolitre ağırlığının GGE-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit)

GGE-Biplot'u oluşturan ilk ana eksenin (PC 1) pozitif kısmında yer alan 11 genotipten 10'unun (H9 hariç) HA, genel ortalamasının (77.4 kg/hl) üzerinde iken, ilk ana eksenin (PC 1) negatif kısmında yer alan 9 genotipten 8'inin (H8 hariç) HA ise genel ortalamasının altında kalmıştır (Çizelge 4.27 ve Şekil 4.30). Buna göre H1, H2, H3, H4, H7, H8, Ç1, Ç2, Ç3, Ç4 ve Ç5'in HA, genel ortalamasının üstünde olup performansları yüksek iken diğer genotiplerin HA, genel ortalamasının altında olup, performansları da düşük

olmuştur (Çizelge 4.27). Diğer taraftan, denemede kullanılan 5 çeşidin HA, genel ortalamasının üstünde yer almıştır.

GGE-Biplot'u oluşturan ikinci ana eksen (PC 2) genotiplerin stabilitelelerini göstermektedir. Stabil genotiplerin mutlak PC 2 değerleri sıfıra yakın iken stabil olmayan genotiplerin mutlak PC 2 değerleri ise yüksek olduğundan dolayı biplotun orijininden uzakta yer almaktadır (Yan, 2001). Bu tanıma göre genotiplerden H2, Ç1, H7, H3, H4, Ç4 ve Ç5 yüksek HA'na sahip (> 77.4 kg/hl) ve stabil; H8, H1, H9, Ç3 ve Ç2 yüksek HA'na sahip (> 77.4 kg/hl) ve stabil olmayan; H11, H5 ve H14 düşük HA'na sahip (< 77.4 kg/hl) ve stabil; H15, H10, H6 ve H12 ve H13 ise düşük HA'na sahip (< 77.4 kg/hl) ve stabil olmayan şeklinde belirlenmiştir.

Denemede 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeklik buğday genotipinin HA yönüyle stabilitelelerini belirlemek için kullanılan tüm stabilite yöntemlerinin (HA + 8 parametrik + 8 parametrik olmayan + 3 çok değişkenli) ve seçilmiş genotiplerin özeti Çizelge 4.30'da verilmiştir. Denemede H3, H4, Ç1, Ç4, Ç2 ve Ç5 kodlu genotipler, sırasıyla 19, 17, 12, 11 ve 10 (hem Ç2 ve hem de Ç5 için) stabilite parametresine göre en stabil ve yüksek HA ($77.6-79.4$ kg/hl – düşük/orta $>$ genel ortalama = 77.4 kg/hl)'na sahip genotipler olarak tespit edilmiştir. Diğer taraftan bahse konu genotipler (H3, H4, Ç1, Ç4, Ç2 ve Ç5) hem stabil ve hem de yüksek HA'na sahip olmalarından dolayı dinamik stabil tipine girmişlerdir (Kang, 1994). Aynı zamanda, dinamik stabil genotiplerin iyi çevre şartlarına ve agronomik uygulamalara tepkilerinin yüksek olması beklenmektedir (Kang, 1994).

Stabilite yöntemlerinin genotipleri statik veya dinamik stabilite tiplerine göre ayırma yetenekleri farklı olabilmektedir (Çizelge 4.30). Deneme bulguları, stabilite analizlerinde kullanılan yöntemlerden HA, regresyon katsayısı (b_i), regresyondan sapmalar kareler ortalaması (S_{di}^2) (Eberhart ve Russell, 1966), varyasyon katsayısı (CV_i) (Francis ve Kannenberg, 1978), üstünlük ölçütü (P_i) (Lin ve Binns, 1988), sıra-toplam (RS) (Kang, 1988), sıra ortalaması (RM) ve sıranın standart sapması (SDR) (Ketata, 1988), PA-Biplot (Alagarwamy ve Chandra, 1998) ve GGE-Biplot (Yan ve ark., 2000) yöntemlerinin dinamik stabil genotiplerin belirlenmesinde kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Diğer taraftan hem statik ve hem de dinamik stabil genotiplerin tespit edilmesinde çevre varyansı (S_{xi}^2) (Roemer, 1917), belirtme katsayısı (r_i^2) (Pinthus, 1973), stabilite varyansı (σ_i^2), (Shukla, 1972) ekovalans (W_i^2) (Wrickle, 1962), Huehn (1979)'nün 4 parametresi ($S_i^{(1)}$,

$S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$), en üst sıra (TOP) (Fox ve ark., 1990), PA-CA (Alagarswamy ve Chandra, 1998) ve AMMI-Biplot yöntemlerinin kullanılabilmesi anlaşılmıştır.

Denemede kullanılan genotiplerin statik veya dinamik stabilite yaklaşımına göre sınıflandırılması ele alınan bitkisel özelliğe göre değişebilmektedir. Bir başka ifadeyle stabilite parametrelerinin genotipleri statik veya dinamik stabilite yaklaşımlarına göre ayırma yetenekleri, incelenen bitkisel özelliğe bağlıdır. Örneğin TV'ne göre statik stabil genotiplerin belirlenmesi için uygun olduğunu tespit edilen çevre varyansı (S_{xi}^2) (Roemer, 1917), PO, GO, ZSD ve HA için hem statik ve hem de dinamik genotiplerin belirlenmesine uygun olabilmektedir. Ya da PO'na göre dinamik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olan belirtme katsayısı (r_i^2) (Pinthus, 1973), stabilite varyansı (σ_i^2) ve (Shukla, 1972) ekovalans (W_i^2) (Wrickle, 1962) yöntemleri, TV, GO, ZSD ve HA için hem statik ve hem de dinamik genotiplerin belirlenmesine uygun olabilmektedir. Parametrik ve çok değişkenli yöntemlerin statik/dinamik stabil genotipleri ayırt etme yetenekleri incelenen bitkisel özelliklere göre değişmektedir. Fakat parametrik olmayan yöntemlerin statik/dinamik stabil genotipleri ayırt etme yetenekleri incelenen özelliğe (TV, PO, GO ve ZSD (HA hariç)) göre değişmemiş aynı kalmıştır (Çizelge 4.5, 4.10, 4.15 ve 4.25). Parametrik olmayan yöntemler içerisinde yer alan en üst sıra (TOP) yöntemi, HA için farklı bir durum (Fox ve ark., 1990) ortaya koymuştur. Daha önce incelediğimiz bitkisel özelliklerin tümünde (TS hariç) TOP yöntemi, dinamik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olduğu tespit edilmesine rağmen, HA özelliği için hem statik ve hem de dinamik bir davranış sergilemiştir. Bu duruma H15 kodlu hattın sebep olduğu anlaşılmıştır. Zira H15'in HA (77.2 kg/hl), genel ortalamanın (77.4 kg/hl) hemen altında yer almıştır (Çizelge 4.27).

Becker ve Leon (1988), bazı stabilite parametrelerinin hem statik ve hem de dinamik genotiplerin belirlenmesine uygun olabileceğini bildirmiştir. Dinamik ve statik genotiplerin ayrılmasında en etkili yöntemler hiç kuşkusuz çok değişkenli yöntemlerdir. Çünkü bu yöntemlerle genotipler stabilite, HA, özel veya genel adaptasyon yeteneklerine göre sınıflandırılabilir. Dolayısıyla görsel değerlendirmelerin yapılabildiği çok değişkenli yöntemler, parametrik ve parametrik olmayan stabilite yöntemlerine göre bazı avantajlar sağlamaktadır. Çizelge 4.30'da görüldüğü gibi HA için Pattern Analizi (CA ve Biplot), AMMI-Biplot ve GGE-Biplot yöntemleriyle özel veya genel adaptasyon yeteneği üstün olan genotipler dinamik veya statik stabilite tiplerine göre kolayca ayrılabilir. Özel adaptasyon yeteneği üstün olan H8, H3, H4, Ç3, Ç4 ve Ç5 nolu genotipler, her üç

çok değişkenli yöntemle göre dinamik stabil olarak belirlenmiştir. Diğer taraftan genel adaptasyon yeteneği yüksek olan Ç1 kodlu genotip, yine 3 yöntemle göre dinamik stabil olarak ortaya konmuştur.

Çizelge 4.30. Hektolitre ağırlığı için tüm stabilite yöntemlerinin ve seçilmiş genotiplerin değerlendirilmesi

Stabilite Yöntemleri	Seçilen Genotipler	Stabilite Tipi
- Hektolitre ağırlığı (HA)	Ç5, Ç4, Ç2, H3, Ç3 ve H4 (Yüksek HA)	Dinamik (D)
Parametrik Yöntemler		
-Çevre varyansı (S_{xi}^2) (Roemer, 1917)	H6 ve H13 (Düşük HA) Ç4, H4 ve Ç1 (Yüksek HA)	Statik (S) + D
-Regresyon katsayısı (b_i) ve Regresyondan sapm. (S_{di}^2) (Eberhart ve Russell, 1966)	H3, H4, Ç2 ve H1 (Yüksek HA)	D
-Belirtme katsayısı (r_i^2) (Pinthus, 1973)	H2, H4, H3 ve Ç3 (Yüksek HA) H13 (Düşük HA)	S + D
-Stabilite varyansı (σ_i^2) ve (Shukla, 1972)	H2, Ç1, H4 ve H3 (Yüksek HA) H13 (Düşük HA)	S + D
Ekovalans (W_i^2) (Wrickle, 1962)		
-Varyasyon katsayısı (CV_i) (Francis ve Kannenberg, 1978)	Ç1, H4, Ç4, Ç5 ve H3 (Yüksek HA)	D
-Üstünlük ölçütü (P_i) (Lin ve Binns, 1988)	Ç5, Ç4, H3, Ç2 ve H4 (Yüksek HA)	D
Parametrik Olmayan Yöntemler		
- $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$ (Huehn, 1979)	Ç1, H2, H3 ve H4 (Yüksek HA) H13 ve H12 (Düşük HA)	S + D
-Sıra-Toplam (RS) (Kang, 1988)	Ç2, H3, H4, Ç5, Ç4, Ç1 ve H2 (Yüksek HA)	D
-En üst sıra (TOP) (Fox ve ark., 1990)	Ç5, Ç4, Ç2, H3 ve H1 (Yüksek HA) H15 (Düşük HA)	S + D
-Sıra ortalaması (RM) ve Sıranın standart sapması (SDR) (Ketata, 1988)	Ç5, Ç2, H3, Ç4 ve Ç3 (Yüksek HA)	D
Çok Değişkenli Yöntemler		
-PA-CA (Alagarswamy ve Chandra, 1998)	Ç1, Ç2, Ç5, Ç4, H3, H4, H2, H7 ve H1 (Yüksek HA) H9 (Düşük HA)	S + D
-PA-Biplot (Alagarswamy ve Chandra, 1998)	-(Ç1 ve H2) Genel adaptasyon -(H7, H4, H3, Ç4, Ç5, Ç2, Ç3 ve H8) Özel adaptasyon	D D
-AMMI-Biplot (Gauch ve Zobel, 1996)	-(H13, Ç1 ve Ç2) Genel adaptasyon -(H14, H8, H5, H10, Ç3, H12, H3, H4, Ç4 ve Ç5) Özel adaptasyon	S + D S + D
-GGE-Biplot (Yan ve ark., 2000)	-(H2 ve Ç1) Genel adaptasyon -(H7, H4, H3, Ç4, Ç5, Ç3 ve H8) Özel adaptasyon -(H2, Ç1, H7, H3, H4, Ç4 ve Ç5) Yüksek HA ve stabil	D D D

4.6.6. Hektolitre Ağırlığıyla İlgili Sonuçların Değerlendirilmesi

Birim hacim ağırlığı olarak tanımlanan HA, buğday tanesinin yoğunluğunu ve dolgunluğunu göstermektedir. HA, dünya buğday ticaretinde ve sanayisinde kabul gören en önemli fiziksel kalite kriterlerinden birisidir. HA, G ve Ç faktörlerinden etkilenmekle birlikte, Ç faktörünün etkisi daha fazladır. Diğer taraftan HA üzerine tanenin nemi, şekli, PO, tanenin bütünlüğü (kırık, buruşuk, böcek emgisi, embriyo kararması) gibi pek çok etmen, olumsuz etkide bulunabilmektedir (Carson ve Edwards, 2009).

Ülkemizde buğday fiyatlandırılmasında önemli bir rol üstlenen TMO, buğday alımı yaparken diğer kalite kriterleriyle birlikte HA değerlerini de dikkate alarak fiyatlandırma yapmakta ve yüksek HA'na (> 76 kg/hl) sahip buğdaylara daha fazla ücret ödemektedir (<http://www.tmo.gov.tr>). Benzer şekilde un fabrikaları da buğday alımlarında HA'nı önemli bir kalite kriteri olarak değerlendirmekte ve fiyatlandırmada kullanmaktadırlar. Ülkemizin en büyük buğday borsalarından birisi olan Konya Ticaret Borsası, buğday fiyatlandırmasında HA'nı önemli bir fiziksel kalite kriteri olarak ele almaktadır (<http://www.ktb.org.tr>).

Ülkemizde çeşitlerin tescil işlemlerinden sorumlu olan Ankara Tohum Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü (TTSM), yeni ekmeklik buğday çeşitlerinin tescili aşamasında HA özelliğinin belirlenmesini ve belgelendirilmesini zorunlu kılmıştır (<http://www.tarim.gov.tr/BUGEM/TTSM>). Bu durum, hiç şüphesiz ekmeklik buğdayda kaliteli çeşit geliştirme sürecini olumlu etkileyecektir.

Denemede kullanılan genotiplerden; Ç1, Ç2, Ç4, Ç5, H3 ve H4 hektolitre ağırlığı yönüyle en stabil genotipler olarak belirlenmiştir. Bu genotipler içerisinde Ç1 kodlu Gerek-79 çeşidi, 9 stabilite parametresine ve yüksek HA'na sahip (dinamik stabil) olup (Çizelge 3.3 ve 4.30), Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilmiş, OAB'nin yağmura bağlı şartları için 1979 yılında tescil ettirilmiş, kışlık, beyaz ve yumuşak tanelidir. Gerek-79, son 35 yılda OAB'ne erkenciliği, yüksek verim potansiyeli ve stabilitesiyle damgasını vuran bir çeşit olmuştur. Söz konusu üstün özelliklerini melezinde taşıdığı Mentana, Melez-13, 4-11, Yayla-305 ve bazı yerel buğday populasyonlarından gelen çok hatlı (Kızıldil ve Akdil) genotiplere borçludur. Fakat ekmek yapım kalitesinin düşük ve pek çok hastalıklara hassas olmasından dolayı, son yıllarda yeni geliştirilen çeşitlerle rekabet edemez duruma gelmiştir. Denemede, Gerek-79 çeşidinin HA açısından en yüksek ilk 6 genotip arasında yer almasının nedeni, kuraklığa tolerans düzeyinin yüksek olmasıyla ilişkilidir. Zira TV en yüksek genotipler arasında bulunan bu çeşidin, denemenin yürütüldüğü 2012-2013 ve 2013-2014 yetiştirme sezonlarında,

OAB’nde yaşanan kuraklığa, göstermiş olduğu yüksek tolerans seviyesiyle bağlantılı olduğu düşünülmektedir. Çünkü kuraklık stresi altında yüksek verimli genotiplerin, HA’ları da yüksek olabilmektedir (Guttiere ve ark., 2001).

HA yönüyle en stabil çeşitlerden ikincisi, Ç2 koduyla verilen Karahan-99, Konya Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından 1999 yılında OAB’nin kurak alanları için tescil ettirilmiştir (Çizelge 3.3). Kışlık karakterde olup beyaz, yarı sert daneli ve ekmeklik kalitesi Gerek-79’dan daha iyidir. Kalitesinin yüksek olmasının nedeni, muhtemelen pedigrisinde yer alan Kırac-66’dan kaynaklanmaktadır (<http://arastirma.tarim.gov.tr/bahridagdas>). Denemede yer alan en stabil çeşitlerden bir diğeri Ç4 koduyla verilen Müfitbey çeşidi (Çizelge 3.3) olup, Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından 2006 yılında tescil ettirilmiş, kışlık, beyaz ve orta sert tanelidir (<http://arastirma.tarim.gov.tr/gktaem>). Kalite seviyesi, Karahan-99 ile yaklaşık aynıdır. HA yönüyle en stabil çeşitler arasında yer alan bir başka çeşit ise Ç5 kodlu Bayraktar-2000 çeşidir. Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilen ve OAB’nin yağmura bağlı şartları için 2000 yılında tescil ettirilen kışlık beyaz taneli bir çeşittir. Bayraktar-2000’nin pedigrisinde ABD Oklahoma Eyalet Üniversitesi tarafından geliştirilen erkenci, kışlık ve kırmızı daneli Chisholm ile Gerek-79 çeşitleri mevcuttur. Bu çeşidin kalite düzeyi Gerek-79 ile yaklaşık aynıdır (<http://arastirma.tarim.gov.tr/tarlabitkileri>).

HA en yüksek ve stabil genotipler arasında sadece 2 hat yer almıştır. H3’ün melezlerine bakıldığında Avustralya orijinli ebeveynlerden (Sunco ve Cunningham) oluştuğu görülmektedir (Çizelge 3.3). Sunco çeşidi, 1986 yılında ve Cunningham ise 1990 yılında Avustralya tescil ettirilmiştir. Her iki çeşitte yazlık karakterde olup, Avustralya’nın en iyi kalite sınıfı olan Australian Prime Hard (APH) sınıfına girmektedirler. H4’e gelince, melezinde Sunco ve Pastor çeşitleri bulunmaktadır (Çizelge 3.3). Pastor çeşidi, CIMMYT-Meksika orijinli olup, tane rengi beyaz ve kalitesi orta düzeydedir. H4’in HA’nın yüksek olmasının sebebi, muhtemelen Avustralya orijinli Sunco çeşidinden kaynaklanmaktadır (<http://wheatpedigree.net>).

Denemede kullanılan 8 parametrik stabilite yönteminden sadece 4 tanesinin (regresyon katsayısı (b_i), regresyondan sapmalar kareler ortalaması (S_{di}^2) (Eberhart ve Russell, 1966), varyasyon katsayısı (CV_i) (Francis ve Kannenberg, 1978) ve üstünlük ölçütü (P_i) (Lin ve Binns, 1988)) HA yönüyle dinamik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olduğu ortaya konmuştur. Bu yöntemler içerisinde yaygın olarak regresyon parametrelerinin tercih edildiği anlaşılmaktadır. Jalaluddin ve Harrison (1990) ekmeklik

buğdayda TV ve HA'nın stabilitesini belirlemek için regresyon katsayısı (b_i), regresyondan sapmalar kareler ortalaması (S_{di}^2) (Eberhart ve Russell, 1966), belirtme katsayısı (r_i^2) (Pinthus, 1973), çevre varyansı (S_{xi}^2) (Roemer, 1917) ve stabilite varyansı (σ_i^2) (Shukla, 1972) yöntemlerini kullanmışlardır. Stabilite parametrelerine göre çoğunlukla genotip sıralamalarının her iki özellik içinde aynı olduğunu, yani özellikler arasında olumlu ve yüksek bir korelasyon olduğundan dolayı, iki özelliğten birisi için yapılacak seleksiyonda dolaylı olarak diğer özellik içinde seleksiyon yapılabileceğini bildirmişlerdir. Rharrabti ve ark. (2003) ve Kılıç ve Yağbasanlar (2010) makarnalık buğdayda, İlker ve ark. (2009) ve Mut ve ark. (2010a) ekmeklik buğdayda HA'nın stabilitesini belirlemek için regresyon katsayısı (b_i), regresyondan sapmalar kareler ortalaması (S_{di}^2) (Eberhart ve Russell, 1966) başta olmak üzere belirtme katsayısı (r_i^2) (Pinthus, 1973), stabilite varyansı (σ_i^2) (Shukla, 1972) ve ekovalans (W_i^2) (Wrickle, 1962) yöntemlerini kullanmışlardır. Fakat, araştırmacılar yaptıkları çalışmalarda söz konusu yöntemler arasında etkinlik yönüyle herhangi bir kıyaslama yapmamışlardır. Bir diğer ilginç tespiti üstünlük ölçütü (P_i) (Lin ve Binns, 1988) yöntemi için yapmakta fayda vardır. Zira literatür taramasına göre HA'nın stabilitesinin belirlenmesinde, üstünlük ölçütü (P_i) (Lin ve Binns, 1988) yönteminin kullanıldığına dair herhangi bir yayına rastlanılmamıştır.

Denemede kullanılan 8 parametrik olmayan stabilite yönteminden sadece 3 tanesinin (sıra-toplam (RS) (Kang, 1988), sıra ortalaması (RM) ve sıranın standart sapması (SDR) (Ketata, 1988)) dinamik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olduğu ortaya konmuştur. Parametrik olmayan stabilite yöntemlerinden Huehn (1979)'nün 4 parametresinin ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$), daha önce incelenen tüm özelliklerde olduğu gibi HA özelliğinde de hem statik ve hem de dinamik genotiplerin belirlenmesine uygun olduğu tespit edilmiştir. Diğer bir ilginç durum ise en üst sıra (TOP) (Fox ve ark., 1990) yönteminde meydana gelmiştir. HA'na kadar incelenen özelliklerin tümünde, TOP yöntemi, dinamik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olduğu halde, HA için hem dinamik ve hem de statik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olduğu belirlenmiştir. Bu ilginç duruma, H15 kodlu genotipin neden olduğu anlaşılmıştır (Çizelge 4.30). Çünkü H15'in HA (77.2 kg/hl), genel ortalamanın (77.4 kg/hl) hemen altında kalmasına rağmen en stabil ilk 6 genotip (Çizelge 4.30) içerisinde yer alması, hakikaten yakından incelenmesi gereken bir durumdur. Bu çelişkili durumun muhtemel nedeni, Fox ve ark. (1990) tarafından önerilen TOP stabilite yönteminin teorik kurgusu ile ilgilidir. Zira ıslah programlarında, genotipler,

hem stabilite ve hem de performans düzeylerine (genel ortalamadan daha yüksek olmalı) göre seçilirlerse, bu ve buna benzer sorunların ortadan kalkacağı anlaşılmaktadır.

Parametrik olmayan stabilite yöntemleri üzerine yapılan yayınlara bakıldığında sadece iki yayına tesadüf edilmiştir. Hazen ve Ward (1997) ve Mut ve ark. (2010a) ekmeklik buğdayda HA üzerine G, Ç ve GÇE'nin istatistiksel olarak önemli olduğunu, dolayısıyla genotiplerin HA stabilitelerinin farklı olabileceğini ve stabilite çalışmalarında Huehn (1979)'nün ilk iki parametresinin ($S_i^{(1)}$ ve $S_i^{(2)}$) kullanılabilirliğini bildirmişlerdir. Halbuki, araştırma bulgularımıza göre Huehn (1979) tarafından önerilen 4 parametre, statik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun bulunmuştur. Aydın ve ark. (2011) yapılan çalışma, araştırma bulgularımızı desteklemektedir. Fakat, buğdayda HA için diğer parametrik olmayan stabilite yöntemlerinin kullanıldığı herhangi bir yayına rastlanılmamıştır.

Denemede genotiplerin HA yönüyle stabilite, özel ve genel adaptasyon yeteneklerini belirlemek için kullanılan çok değişkenli yöntemlerden GGE-Biplot (Yan ve ark., 2000) yöntemi, diğer iki yönteme (PA-Biplot (Alagarswamy ve Chandra, 1998) ve AMMI-Biplot (Zobel ve ark., 1988)) göre daha başarılı bulunmuştur (Çizelge 4.30). Yan ve Kang (2003) ve Ayalew ve ark. (2014) ekmeklik buğdayda HA üzerine G, Ç ve GÇE'nin önemli etkide bulunduğunu, fakat G ve GÇE etkilerinin Ç etkisine göre kısmen düşük olduğunu belirlemişlerdir. Aynı araştırmacılar, GGE-Biplot tekniğiyle, HA değerleri dikkate alınarak, genotiplerin özel, genel adaptasyon yetenekleri ve stabilitelerinin belirlenebileceğini bildirmişlerdir.

Denemede kullanılan bir diğer çok değişkenli yöntem ise AMMI-Biplot (Çizelge 4.30) olup, bu yöntemin HA için dinamik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olmadığı ortaya konmuştur. Rharrabti ve ark. (2003), makarnalık buğdayda ve Mut ve ark. (2010a), ekmeklik buğdayda AMMI-Biplot tekniğini kullanarak HA üzerine G, Ç ve GÇE'ni araştırmışlardır. Söz konusu her iki çalışmada, AMMI-Biplot tekniği, bizim kullandığımız ve yorumladığımız şekilden oldukça farklı ele alınmıştır. Dolayısıyla deneme bulgularını karşılaştırmak mümkün olmamıştır.

Kullandığımız çok değişkenli yöntemlerden bir diğeri ise pattern analizi (PA-CA ve PA-Biplot) (Alagarswamy ve Chandra, 1998)) yöntemi olup, bu yöntemle elde edilen deneme bulgularımızın literatür ışığında tartışılması maalesef mümkün olmayacaktır. Çünkü deneme konumuzla ilgili herhangi bir yayına rastlanılmamıştır.

4.7. Bin Tane Ağırlığı

4.7.1. Varyans Analizi

Deneme, 2012-2013 ve 2013-2014 yetiştirme sezonlarında OAB'nin 3 ilinde (Konya, Eskişehir ve Ankara) 20 ekmeklik buğday genotipi (5 çeşit + 15 hat) kullanılarak yürütülmüştür. Denemede kullanılan genotiplerin bin tane ağırlığı (BTA) için birleştirilmiş varyans analizi yapılarak Genotip (G), Yıl (Y) ve Lokasyon (L) ana etkileri ile Genotip x Yıl Etkileşimi (GYE), Genotip x Lokasyon Etkileşimi (GLE) ve Genotip x Yıl x Lokasyon Etkileşimi (GYLE)'nin istatistiksel olarak önemlilik düzeyleri belirlenmiştir (Çizelge 4.31).

Çizelge 4.31. Bin tane ağırlığının genotip, yıl ve lokasyon üzerinden birleştirilmiş varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F	% ^a
Genotip, Yıl ve Lokasyon Etkileşimi					
Yıl (Y)	1	789.11	789.11	909.87**	34
Lokasyon (L)	2	582.34	291.17	19.70*	25
Y x L Etkileşimi (YLE)	2	29.56	14.78	17.04**	1
Tekerrür (Y x L)	6	19.98			1
Genotip (G)	19	344.52	18.13	2.42*	15
G x Y Etkileşimi (GYE)	19	142.51	7.50	8.65**	6
G x L Etkileşimi (GLE)	38	195.14	5.14	2.06*	8
G x Y x L Etkileşimi (GYLE)	38	94.62	2.49	2.87**	4
Hata	114	98.87	0.87		4
Genel	239	2296.65			100
Genotip ve Çevre Etkileşimi					
Çevre (Ç)	5	1401.01	280.20	84.14**	61 ^b
Tekerrür (Ç)	6	19.98	3.33		1
Genotip (G)	19	344.52	18.13	3.99**	15 ^c
G x Ç Etkileşimi (GÇE)	95	432.27	4.55	5.25**	19 ^d
Hata	114	98.87	0.87		4
Genel	239	2296.65			100

CV (%) = 3.18 R² = 0.95 Deneme Ortalaması = 29.3 (g)

*,** sırasıyla P<0.05 ve P<0.01 seviyesinde önemli; ^a Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması (varyans payı), ^b Çevre varyansı (Yıl + Lokasyon + Y x L Etkileşimine ait varyans paylarının toplamı), ^c Genotip varyansı, ^d Genotip x Çevre Etkileşimi varyansı (G x Y + G x L + G x Y x L Etkileşimlerine ait varyans paylarının toplamı)

Varyans analizi sonuçlarına göre L ve G ana etkisi ile GLE P<0.05 düzeyinde, Y ana etkisi ile Yıl x Lokasyon Etkileşimi (YLE), GYE ve GYLE P<0.01 düzeyinde önemli

bulunmuştur. Y, L ve G ana etkileri ile bunların birbirleriyle olan etkileşimlerinin önemli çıkması, genotiplerin stabiliteilerinin belirlenmesi için BTA değerlerine stabilite analiz yöntemlerinin uygulanabileceğini göstermiştir. Ayrıca denemeye ait CV değerinin % 3.18 ve R^2 değerinin 0.95 çıkması, deneme hatasının kabul edilebilir düzeyde olduğunu göstermektedir (Gomez ve Gomez, 1984; Bowley, 1999).

Varyasyon kaynakları içerisinde Y (% 34), L (% 25) ve G (% 15) ana etkileri, BTA üzerine en fazla etki eden unsurlar olmuştur (Çizelge 4.31). Diğer taraftan YLE'nin etkisi (% 1) düşük seviyede kalmıştır. Y, L ve YLE üçü birlikte Çevre (Ç) etkisini oluşturmuş ve Ç'nin tüm varyasyon içindeki payı % 60 civarında belirlenmiştir. G ana etkisinin (% 15) toplam varyasyondaki payı, Y ana etkisi (% 34) ile L ana etkinin (% 25) yaklaşık 1/2'si kadar olmuştur. GYE, GLE ve GYLE üçü birlikte Genotip x Çevre Etkileşimi (GÇE)'ni oluşturmuş ve GÇE'nin toplam varyasyondaki payı % 19 civarında olmuştur.

Birden fazla çevre üzerinden yürütülen denemelerde Ç ana etkisinin toplam varyasyondaki payı % 80-90 arasında değişirken, GÇE payı, G ana etkisinin payından genelde yüksek olmaktadır (Romagosa ve Fox, 1993). Gauch ve Zobel (1996) G, Ç ve GÇE'nin toplam varyasyondaki paylarının sırasıyla % 10, % 70 ve % 20 şeklinde gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Denemede BTA için tespit edilen G, Ç ve GÇE'nin toplam varyasyondaki payları (sırasıyla % 15, % 61 ve % 19) Romagosa ve Fox (1993) ve Gauch ve Zobel (1996) tarafından bildirilen paylarla benzerlik göstermektedir (Çizelge 4.31).

4.7.2. Ortalamaların Karşılaştırılması

Denemede BTA'nın ortalaması, 29.3 g olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.32). Uluöz (1965) ve Elgün ve ark., (2001) ıslah çeşidi yumuşak buğdayların BTA'nın 26-36 g arasında, ıslah çeşidi sert buğdayların BTA'nın ise 35-46 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Denemenin ortalama BTA değeri (29.3 g), anılan araştırmacıların belirtmiş olduğu aralık içerisinde olup, üst değerlerden (36-46 g) düşüktür.

G, Y, L ve bunların birbirleriyle olan etkileşimlerine ait BTA değerleri Çizelge 4.32'de verilmiştir. Denemenin yürütüldüğü birinci yılda (2012-2013 yetiştirme sezonu), ikinci yıla (2013-2014 yetiştirme sezonu) kıyasla daha fazla BTA (30.3 – 28.4 = 1.9 g) alınmıştır. Denemenin yürütüldüğü üç lokasyon (Konya, Eskişehir ve Ankara) birbiriyle karşılaştırıldığında, en yüksek BTA, Ankara (31.4 g) lokasyonundan alınırken, diğer iki lokasyonun (Konya ve Eskişehir) BTA'ları birbirine benzer (sırasıyla 28.3 ve 28.4 g) olmuştur. YLE'ne ait BTA değerleri incelendiğinde, birinci yılda en düşük Eskişehir

lokasyonundan (28.4 g), ikinci yılda ise Konya lokasyonundan (26.9 g), buna mukabil en yüksek BTA, her iki yılda Ankara lokasyonundan (sırasıyla 32.8 ve 30.0 g) alınmıştır.

Çizelge 4.32. Bin tane ağırlığının genotip, yıl ve lokasyon ile etkileşimlerine ait ortalamaları

Genotip	2012-2013				2013-2014				İki Yıl Ort.			
	K [†]	E	A	Ort.	K	E	A	Ort.	K	E	A	Gen. Ort.
Ç1	27.9	31.5	35.4	31.6	25.6	28.9	32.7	29.1	26.8	30.2	34.1	30.3
Ç2	28.1	26.4	32.5	29.0	30.8	31.7	35.2	32.6	29.5	29.1	33.9	30.8
Ç3	28.4	29.7	32.6	30.2	32.1	29.8	36.5	32.8	30.3	29.8	34.6	31.5
Ç4	33.9	31.2	30.2	31.8	28.2	33.8	31.1	31.0	31.1	32.5	30.7	31.4
Ç5	31.5	27.9	35.6	31.7	26.1	27.5	29.5	27.7	28.8	27.7	32.6	29.7
H1	27.8	25.9	30.7	28.1	32.1	29.2	31.2	30.8	30.0	27.6	31.0	29.5
H2	29.4	28.6	31.3	29.8	25.2	27.5	30.8	27.8	27.3	28.1	31.1	28.8
H3	31.8	29.3	28.1	29.7	27.1	28.8	32.9	29.6	29.5	29.1	30.5	29.7
H4	28.4	30.5	31.6	30.2	31.5	34.1	36.7	34.1	30.0	32.3	34.2	32.1
H5	30.9	27.8	36.5	31.7	24.5	25.3	28.1	26.0	27.7	26.6	32.3	28.9
H6	31.9	25.8	37.1	31.6	23.7	28.9	24.7	25.8	27.8	27.4	30.9	28.7
H7	28.9	25.4	33.5	29.3	26.9	27.8	29.3	28.0	27.9	26.6	31.4	28.6
H8	31.5	28.7	30.8	30.3	27.1	26.4	23.9	25.8	29.3	27.6	27.4	28.1
H9	31.2	27.9	37.2	32.1	25.2	26.3	27.1	26.2	28.2	27.1	32.2	29.2
H10	26.8	28.6	29.4	28.3	23.8	25.6	27.8	25.7	25.3	27.1	28.6	27.0
H11	27.3	26.8	32.6	28.9	24.9	26.7	29.6	27.1	26.1	26.8	31.1	28.0
H12	30.4	29.8	30.5	30.2	28.6	25.8	24.9	26.4	29.5	27.8	27.7	28.3
H13	28.1	26.8	32.1	29.0	25.3	27.8	29.9	27.7	26.7	27.3	31.0	28.3
H14	32.8	30.4	36.0	33.1	25.5	26.8	28.4	26.9	29.2	28.6	32.2	30.0
H15	27.3	28.3	32.4	29.3	23.9	25.9	28.7	26.2	25.6	27.1	30.6	27.8
Ort.	29.7	28.4	32.8	30.3	26.9	28.2	30.0	28.4	28.3	28.4	31.4	29.3

Y LSD_(0.05) = 1.4 (g), L LSD_(0.05) = 2.1 (g), YLE LSD_(0.05) = 2.2 (g), G LSD_(0.05) = 2.3 (g), GYE LSD_(0.05) = 3.1 (g), GLE LSD_(0.05) = 3.4 (g), GYLE LSD_(0.05) = 4.2 (g)

[†] K, Konya; E, Eskişehir; A, Ankara

Denemede yer alan genotipler yıl ve lokasyon üzerinden BTA değerleriyle kıyaslandığında, en yüksek ilk 6 genotip sırasıyla H4, Ç3, Ç4, Ç2, Ç1 ve H14 (30.0-32.1 g – orta) olurken, en düşük ilk 6 genotip ise sırasıyla H10, H15, H11, H8, H12 ve H13 (27.0-28.3 g - düşük) olmuştur (Çizelge 4.32). En yüksek BTA'na sahip 6 genotipten 4'ü çeşit ve 2'si hat iken, en düşük BTA'na sahip genotiplerin tümünü hatlar oluşturmuştur. Genel olarak ifade edilecek olursa hatların BTA değerleri, çeşitlerin BTA'larına göre daha düşük olduğu söylenebilir.

Genotiplerin denemenin yürütüldüğü yıllar ile olan etkileşimi (GYE) incelendiğinde (Çizelge 4.32), en yüksek BTA'nın birinci yılda (2012-2013 yetiştirme sezonu) sırasıyla

H14, H9, Ç4, Ç5 ve H5 (31.7-33.1 g – orta/yüksek)’den, ikinci yılda (2013-2014 yetiştirme sezonu) sırasıyla H4, Ç3, Ç2, Ç4 ve H1 (30.8-36.7 g – orta/yüksek)’den, en düşük BTA ise birinci yılda sırasıyla H1, H10 ve H11 (28.1-28.9 g – düşük)’den ikinci yılda sırasıyla H10, H8, H6, H5, H15 ve H9 (25.7-26.2 g – düşük)’dan elde edilmiştir.

Genotiplerin lokasyonlarla olan etkileşimi (GLE) ele alındığında (Çizelge 4.32), en yüksek BTA, Konya lokasyonundan sırasıyla Ç4, Ç3, H4 ve H1 (30.0-31.1 g – orta)’den, Eskişehir lokasyonundan sırasıyla Ç4, H4 ve Ç1 (30.2-32.3 g – orta)’den ve Ankara lokasyonundan sırasıyla Ç3, H4, Ç1 ve Ç2 (33.9-34.6 g – orta/yüksek)’den, en düşük BTA ise Konya lokasyonundan sırasıyla H10, H15, H11, H13 ve Ç1 (25.3-26.8 g – düşük)’den, Eskişehir lokasyonundan sırasıyla H7, H5 ve H11 (26.6-26.8 g – düşük)’den ve Ankara lokasyonundan sırasıyla H8, H12 ve H10 (27.4-28.6 g – düşük)’dan elde edildiği görülmüştür. Lokasyonlara göre genotiplerin BTA sıralamalarının değişmesi yani yüksek BTA’na sahip genotipler ile düşük BTA’na sahip genotiplerin lokasyonlara göre farklılık göstermesini Baker (1988) çapraz etkileşim olarak ifade etmiş ve bu tip etkileşimin BTA yüksek genotiplerin geliştirilme sürecini zorlaştırdığını bildirmiştir. Çünkü bu tip genotiplerin BTA değerleri, lokasyondan lokasyona farklılık gösterdiğinden dolayı genel adaptasyon yetenekleri düşük iken özel adaptasyon yetenekleri yüksek olmaktadır. Diğer taraftan her üç lokasyonda en yüksek BTA’na sahip genotipler içerisinde H4’ün olması, GÇE’nde çapraz olmayan etkileşimlerinde önemli düzeyde var olduğunu göstermektedir. Çapraz olmayan etkileşimlerde çoğunlukla genotiplerin çevreler üzerinden sıralamaları değişmemektedir. Bu durum ise genotiplerin stabilite düzeylerini olumlu etkilemektedir.

Denemede yer alan 3 konuya (G, Y ve L) ait etkileşimin (GYLE) değerlerine yakından bakıldığında (Çizelge 4.32), birinci yılda (2012-2013 yetiştirme sezonu) en düşük BTA’nın Konya lokasyonunda sırasıyla H10, H15, H11, H1 ve Ç1 (26.8-27.9 g – düşük)’den, Eskişehir lokasyonunda sırasıyla H7, H6, H1 ve Ç2 (25.4-26.4 g – düşük)’den ve Ankara lokasyonunda H3 ve H10 (28.1-29.4 g – düşük)’dan, en yüksek BTA ise Konya lokasyonunda sırasıyla Ç4, H14, H6 ve H3 (31.8-33.9 g – orta)’ten, Eskişehir lokasyonunda sırasıyla Ç1, Ç4, H4 ve H14 (30.4-31.5 g – orta)’ten ve Ankara lokasyonunda sırasıyla H9, H6, H5, H14, Ç5 ve Ç1 (35.4-37.2 g – yüksek)’den; buna mukabil ikinci yılda (2013-2014 yetiştirme sezonu) en düşük BTA Konya lokasyonunda sırasıyla H6, H10, H15, H5 ve H11 (23.7-24.9 g – çok düşük)’den, Eskişehir lokasyonunda sırasıyla H5, H10, H12 ve H15 (25.3-25.9 g – çok düşük)’ten ve Ankara lokasyonunda H8, H6 ve H12 (23.9-24.9 g – çok düşük)’den, en yüksek BTA ise Konya lokasyonunda sırasıyla Ç3, H1, H4 ve Ç2 (30.8-32.1 g – orta)’den, Eskişehir lokasyonunda sırasıyla H4,

Ç4 ve Ç2 (31.7-34.1 g – orta)’den ve Ankara lokasyonunda sırasıyla H4, Ç3 ve Ç2 (35.2-36.7 g – yüksek)’den alındığı tespit edilmiştir.

4.7.3. Parametrik stabilite yöntemleri

Denemede 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeçlik buğday genotipinin BTA yönüyle stabilitelelerini belirlemek için 8 parametrik stabilite yöntemi kullanılmıştır (Çizelge 4.33). İlk sırada yer alan çevre varyansı (S_{xi}^2) Roemer (1917) tarafından önerilmiştir. S_{xi}^2 değerleri, sıfıra yakın olan genotipler stabil olarak kabul edilmektedir (Lin ve ark., 1986; Becker ve Leon, 1988). S_{xi}^2 değeri sıfıra en yakın genotipler sırasıyla H10, Ç4, H3, H2 ve H1 (27.0-31.4 g – düşük/orta) iken, S_{xi}^2 değeri en yüksek olan genotipler ise sırasıyla H6, H9, H5, H14 ve Ç1 (28.7-30.3 g – düşük/orta) olarak belirlenmiştir. Genotipler içerisinde 1 çeşit ve 4 hattın stabilite seviyeleri en yüksek iken, benzer şekilde 1 çeşit ve 4 hattın stabilite seviyeleri en düşük olmuştur. Stabilitesi en yüksek genotiplerden H10 ve H2’nin BTA değerleri, genel ortalamanın (29.3 g) altında, Ç4, H3 ve H1’in BTA değerleri ise genel ortalamanın üstünde yer almıştır. Ötü yandan stabilitesi en düşük genotipler içerisinde H6, H9 ve H5’in BTA değerleri genel ortalamanın altında, H14 ve Ç1’in BTA değerleri ise genel ortalamanın üstünde yer almıştır.

Eberhart ve Russell (1966), stabilite analizlerinde doğrusal regresyon katsayısının (b_i) ve regresyondan sapmalar kareler ortalamasının (S_{di}^2) stabilite parametresi olarak kullanılabilceğini; stabil bir genotipin b_i değerinin 1 civarında, BTA’nın genel ortalamasının üstünde ve S_{di}^2 değerinin sıfıra yakın olması gerektiğini bildirmişlerdir. Eberhart ve Russell (1966)’ın 3 stabilite kriterine göre en stabil genotipler sırasıyla Ç2, Ç1, H14, H3 ve H1 (29.5-30.8 g – orta) olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.33). En stabil 5 genotipten 3’ünün hatlardan olması, ekmeçlik buğday çeşit geliştirme sürecinde yüksek BTA’nın ve stabilitesinin dikkate alındığını göstermektedir. Diğer taraftan bazı genotiplerin b_i değerleri, 1’den yüksek (H6, H5, Ç5 ve H9 (28.7-29.7 g – düşük)) için $b_i > 1.4$ ya da 1’den düşük (H4, H12, Ç3 ve Ç4 (28.3-32.1 g – düşük/orta) için $b_i < 0.6$) olarak kaydedilmiştir. Finlay ve Wilkinson (1963) arpada, Sakin ve ark. (2011b) makarnalık buğdayda yaptıkları çalışmalarda bazı genotiplerin b_i değerlerini 1’den yüksek ve/veya düşük bulmuşlardır. Finlay ve Wilkinson (1963)’a göre b_i değeri sıfıra yakın genotipler, kötü çevrelerde yüksek BTA verirken, b_i değeri 1’den yüksek genotipler ise iyi çevrelerde yüksek BTA vermektedir. Aynı zamanda b_i değeri sıfıra yakın genotiplerin stabiliteleleri

ortalamanın üstünde, b_i değeri 1'den yüksek genotiplerin ise stabiliteyi ortalamanın altındadır (Finlay ve Wilkinson, 1963).

Çizelge 4.33. Bin tane ağırlığı için parametrik stabilite yöntemleri

Genotip	\bar{X}^\dagger	S_{xi}^2	b_i	S_{di}^2	r_i^2	W_i^2	σ_i^2	CV_i	P_i
Ç1	30.3	12.6	1.35	6.1	0.69	23.5	4.8	11.7	10.3
Ç2	30.8	9.9	0.62	14.6	0.51	48.6*	10.4*	10.2	7.6
Ç3	31.5	8.4	0.58*	13.2	0.57	47.1*	10.1*	9.2	6.1
Ç4	31.4	4.7	0.59*	5.5	0.42	40.6*	8.6*	6.9	7.9
Ç5	29.7	11.8	1.54*	1.7	0.94	11.8	2.2	11.5	12.7
H1	29.5	5.4	0.61	8.5	0.41	43.5*	9.3*	7.8	13.7
H2	28.8	5.1	0.99	0.7	0.80	4.9	0.7	7.6	15.7
H3	29.7	4.9	0.63	0.4	0.54	35.7	7.6	7.5	13.2
H4	32.1	8.4	0.52**	13.9	0.48	61.6**	13.3**	9.1	5.2
H5	28.9	19.1	1.55*	2.8	0.90	31.7	6.7	15.1	19.3
H6	28.7	26.0	1.66**	12.5	0.67	65.5**	14.2**	17.7	23.1*
H7	28.6	7.6	1.24	1.9	0.83	7.6	1.3	9.6	16.4
H8	28.1	8.2	0.67	11.0	0.56	37.7	8.1	10.1	25.2**
H9	29.2	19.6	1.50*	4.1	0.84	36.3	7.7	15.2	18.4
H10	27.0	4.2	0.85	2.6	0.62	8.8	1.6	7.6	28.3**
H11	28.0	7.3	1.29	0.6	0.94	3.9	0.5	9.7	20.3*
H12	28.3	5.8	0.53**	8.3	0.57	36.1	7.6	8.5	23.3*
H13	28.3	5.7	1.13	0.6	0.92	2.3	0.2	8.4	17.8
H14	30.0	15.4	1.39	5.9	0.76	27.7	5.8	13.1	14.1
H15	27.8	8.2	1.32	1.5	0.88	7.1	1.2	10.3	22.9*
Ort.	29.3	9.9	1.00	5.8	0.69	29.1	6.1	10.3	16.1

*, ** sırasıyla $P < 0.05$ ve $P < 0.01$ seviyesinde önemli (stabil değil)

$\dagger \bar{X}$, Bin tane ağırlığı (g); S_{xi}^2 , Çevre varyansı (Roemer, 1917); b_i , Regresyon katsayısı (Eberhart ve Russell, 1966); S_{di}^2 , Regresyondan sapmalar kareler ortalaması (Eberhart ve Russell, 1966); r_i^2 , Belirtme katsayısı (Pinthus, 1973); W_i^2 , Ekovalans (Wricke, 1962); σ_i^2 , Stabilite varyansı (Shukla, 1972); CV_i , Varyasyon katsayısı (Francis ve Kanenberg, 1978); P_i , Üstünlük ölçütü (Lin ve Binns, 1988)

Pinthus (1973), belirtme katsayısının (r_i^2) bir stabilite parametresi olarak kullanılabileceğini bildirmiştir. r_i^2 değeri 1'e yakın genotipler, stabil olarak kabul edilmektedir (Pinthus, 1973). r_i^2 değeri en yüksek (1'e yakın) genotipler sırasıyla Ç5, H11, H13 ve H5 (28.0-29.7 g – düşük) iken, stabilitesi en düşük genotipler (r_i^2 değeri sıfıra yakın) ise sırasıyla H1, Ç4 ve H4 (29.5-32.1 g – orta) olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.33). Stabilitesi en yüksek genotipler içerisinde sadece Ç5'in BTA değeri, genel ortalamanın (29.3 g) üstünde olup, diğerleri BTA değerleri, genel ortalamanın altında kalmıştır. Halbuki, stabilitesi en düşük genotiplerin BTA değerleri, genel ortalamanın üstünde yer almıştır.

Wricke (1962), stabiliteyi bir genotipin GÇE'ne katkısı olarak belirlemiştir. Bir genotipin GÇE varyansı içerisindeki payını, Wricke (1962), ekovalans (W_i^2) olarak tanımlamış ve W_i^2 değeri sıfıra yakın olan genotiplerin stabil olacağını bildirmiştir. Wricke (1962)'in W_i^2 yöntemine alternatif olarak Shukla (1972), stabilite varyansını (σ_i^2) önermiştir. Wricke ve Weber (1980), σ_i^2 ile W_i^2 arasında doğrusal bir ilişkinin olduğunu, dolayısıyla her iki yöntemle göre genotiplerin stabilite sıralamalarının aynı olacağını bildirmişlerdir. Çizelge 4.33'de verilen σ_i^2 ve W_i^2 değerlerine bakıldığında, her iki yöntemle göre genotip sıralamalarının aynı olduğu görülmektedir. İki parametreye göre en stabil genotipler sırasıyla H13, H11, H2, H15 ve H7 (27.8-28.8 g – düşük) iken, stabilitesi en düşük olan genotipler ise sırasıyla H6, H4, Ç2, Ç3, H1 ve Ç4 (28.7-32.1 g – düşük/orta) olmuştur. Stabilitesi en yüksek genotiplerin BTA değerleri, genel ortalamanın (29.3 g) altında iken, stabilitesi en düşük genotiplerin (H6 hariç) BTA değerleri, genel ortalamanın üstünde yer almıştır.

Parametrik stabilite yöntemlerine ilave olarak Francis ve Kannenberg (1978) varyasyon katsayısı (CV_i) yöntemini önermiştir. Bu yöntemle göre stabil bir genotipin CV_i değeri sıfıra yakın ve BTA, genel ortalamanın (29.3 g) üstünde olmalıdır. Bu iki stabilite parametresine göre en stabil genotipler sırasıyla Ç4, H3, H1, H4 ve Ç3 (29.5-32.1 g – orta) iken, stabilitesi en düşük genotipler ise sırasıyla H6, H9, H5 ve H14 (28.6-30.0 g – düşük/orta) olmuştur (Çizelge 4.33). Fakat stabilitesi en düşük genotipler içerisinde H14'ün BTA değeri, genel ortalamanın üzerinde gerçekleşmiştir.

Üstünlük ölçütü (P_i), bir çevrede denemeye alınan bir genotipin BTA değeri ile o çevrede denemeye alınan diğer genotipler arasında maksimum BTA'nı veren genotip ile arasındaki fark olarak tanımlamaktadır (Lin ve Binns, 1988). Bir genotipin BTA'nın farklı çevrelerde sürekli yüksek seyretmesi, o genotipin BTA'nın, maksimum BTA'na yakın olacağı göstermektedir. Dolayısıyla bir genotipin P_i değeri sıfıra yakınsa, stabilitesi yüksek anlamına gelmektedir. Lin ve Binns (1988), P_i değerinin aynı zamanda genotiplerin genel adaptasyon yeteneklerinin bir göstergesi olduğunu ve çevreler üzerinden performans ortalamalarına göre kıyaslama yapılmasının doğru olacağını bildirmişlerdir. P_i ile BTA değerleri birlikte değerlendirildiğinde, en stabil genotiplerin sırasıyla H4, Ç3, Ç4, Ç2 ve Ç1 (30.3-32.1 g – orta) iken, stabilitesi en düşük genotipler ise sırasıyla H10, H8, H12, H11, H6 ve H15 (27.0-28.8 g – düşük) olmuştur (Çizelge 4.33). Stabilitesi en yüksek genotiplerin aynı zamanda BTA değerleri genel ortalamanın (29.3 g) üstünde iken,

stabilitesi en düşük genotiplerin BTA değerleri ise genel ortalamanın altında kalmıştır. Stabilitesi en yüksek ilk beş genotipten 4 tanesi çeşit ve 1 tanesi hatlardan oluşmaktadır.

4.7.4. Parametrik Olmayan Stabilite Yöntemleri

Denemede 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeçlik buğday genotipinin BTA yönüyle stabiliteelerini belirlemek için 8 parametrik olmayan stabilite yöntemi kullanılmıştır (Çizelge 4.34).

Denemede kullanılan parametrik olmayan stabilite yöntemlerinden ilk dördü ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$) Huehn (1979) tarafından geliştirilmiştir (Çizelge 4.34). Stabil bir genotipin $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$ değerleri sıfıra yakın olmalıdır (Huehn, 1996). Huehn (1979)'ün 4 parametrik olmayan stabilite yöntemine ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$) göre en stabil genotipler sırasıyla H13, H11, H10, Ç5 ve H7 (27.0-29.7 g – düşük) olarak belirlenmiştir. Stabilitesi en düşük olan genotipler ise sırasıyla H6, H4, Ç2, Ç3, H14, H1 ve H12 (28.3-32.1 g – düşük/orta) olarak tespit edilmiştir. Stabilitesi en yüksek genotipler içerisinde sadece Ç5'in BTA değeri, genel ortalamanın (29.3 g) üzerinde iken, stabilitesi en düşük genotipler içerisinde H4, Ç2, Ç3, H14 ve H1'in BTA değerleri genel ortalamanın üzerinde gerçekleşmiştir.

Kang (1988), parametrik olmayan stabilite yöntemi olarak Sıra-Toplam (RS) yöntemini önermiştir. Deneme çevreleri üzerinden en yüksek BTA'na sahip genotipe sıra değeri olarak 1 verilirken, en düşük genotipe ise en yüksek sıra değeri (genotip sayısı kadar) verilir. Kang (1988) aynı zamanda Shukla (1972)'nin stabilite varyansını da (σ_i^2) RS yöntemine dâhil etmiştir. Her bir genotip için σ_i^2 değeri hesaplandıktan sonra, en düşük σ_i^2 değerine sahip genotipe sıra değeri olarak 1 verilirken (BTA sıralamasında yapıldığı gibi), en yüksek σ_i^2 değerine sahip genotipe en yüksek sıra değeri (genotip sayısı kadar) verilir. Hem BTA ve hem de Shukla (1972)'nin stabilite varyansı (σ_i^2) değerlerine göre oluşturulan sıra değerleri, toplanarak RS değerleri elde edilmektedir. RS değeri en düşük genotip, en yüksek stabiliteye sahip olmaktadır (Kang, 1988). Bu tanıma göre en yüksek stabiliteye sahip genotipler sırasıyla Ç1, Ç5, H14, H2 ve H13 (28.3-30.3 g – düşük/orta) iken, en düşük stabiliteye sahip genotipler ise sırasıyla H6, H8, H12, H10 ve H1 (27.0-29.5 g – düşük) olmuştur (Çizelge 4.34). Stabilitesi en yüksek genotipler içerisinde Ç1, Ç5 ve H14'ün BTA değerleri, genel ortalamanın (29.3 g) üzerinde iken, stabilitesi en düşük genotipler içerisinde sadece H1'in BTA değeri, genel ortalamanın üzerinde yer almıştır.

Çizelge 4.34. Bin tane ağırlığı için parametrik olmayan stabilite yöntemleri

Genotip	\bar{X}^\dagger	$S_i^{(1)}$	$S_i^{(2)}$	$S_i^{(3)}$	$S_i^{(6)}$	RS	TOP	RM	SDR
Ç1	30.3	8.1	44.6	17.9	3.1	13	66.6	7.5	5.2
Ç2	30.8	9.4*	64.3*	22.2	3.6	22	50.0	8.5	6.1
Ç3	31.5	9.2*	62.7*	15.3	3.3	19	66.6	5.5	4.1
Ç4	31.4	8.2	43.8	33.6	4.3	18	66.6	6.0	6.4
Ç5	29.7	4.8	16.9	5.5	1.7	14	33.3	9.0	3.2
H1	29.5	8.8	53.1*	24.5	3.6	25	50.0	10.7	7.1
H2	28.8	3.6	8.9	2.9	1.1	15	0.0	11.2	2.6
H3	29.7	6.1	32.8	20.9	2.7	19	33.3	8.3	6.0
H4	32.1	9.8*	66.5*	28.3	5.1	20	66.6	5.7	5.8
H5	28.9	8.1	41.6	15.1	2.2	21	16.6	12.8	6.2
H6	28.7	10.6**	81.9**	32.1	4.1	33	50.0	11.7	8.6
H7	28.6	4.9	19.1	9.1	1.6	19	0.0	11.3	4.6
H8	28.1	8.4	47.7	13.5	2.4	31	16.6	12.0	5.5
H9	29.2	7.3	38.5	16.8	2.5	23	16.6	11.5	6.3
H10	27.0	4.2	19.6	4.5	1.0	26	0.0	17.2	3.8
H11	28.0	2.8	6.2	5.2	1.3	20	0.0	13.7	3.5
H12	28.3	8.6	51.6*	17.1	2.8	27	33.3	12.0	6.4
H13	28.3	3.2	7.2	2.8	1.0	17	0.0	12.5	2.7
H14	30.0	8.8	55.2*	17.7	3.5	15	50.0	8.2	5.4
H15	27.8	5.1	17.3	4.1	1.2	23	0.0	14.8	3.6
Ort.	29.3	7.0	38.1	15.5	2.6	21	30.8	10.5	5.1

*, ** sırasıyla $P < 0.05$ ve $P < 0.01$ seviyesinde önemli (stabil değil)

$\dagger \bar{X}$, Bin tane ağırlığı (g); Huehn (1979)'ün parametreleri $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$; RS, Sıra-Toplam (Kang, 1988); TOP, Fox ve ark. (1990)'nın en üst sıra parametresi; RM, Sıra ortalaması (Ketata, 1988); SDR, Sıranın standart sapması (Ketata, 1988)

Fox ve ark. (1990), parametrik olmayan stabilite yöntemi olarak en üst sıra (TOP), orta sıra (MIDDLE) ve en alt sıra (BOTTOM) yöntemlerini önermişlerdir. Söz konusu üç yöntem içerisinde en yaygın olarak kullanılanı, en üst sıra (TOP) yöntemidir. En üst sıra (TOP) yönteminde, farklı çevrelerde denemeye alınan genotiplerin en yüksekten başlamak üzere BTA sıralamasına göre her çevrede ilk üç sırada yer alma oranı belirlenmektedir. En üst sıra (TOP) değeri 100'e en yakın olan genotip, en stabil olarak kabul edilmektedir. Yüksek TOP değeri bir genotipin genel adaptasyon yeteneğini de göstermektedir. Fox ve ark. (1990) tarafından yapılan tanıma göre en yüksek stabiliteye sahip genotipler, BTA değerleriyle birlikte değerlendirildiğinde sırasıyla H4, Ç3, Ç4 ve Ç1 (TOP değeri = 66.6 ve BTA = 30.3-32.1 g – orta) iken, en üst sıraya (TOP) giremeyen genotipler ise H10, H15, H11, H13, H7 ve H2 (27.0-28.8 g – düşük) olarak belirlenmiştir. En stabil genotipler arasında 1 hat ve 3 çeşit yer alırken, hatlardan 6 tanesi TOP değerlerinin düşük olmasından dolayı, ilk üç sıraya girememiştir (Çizelge 4.34).

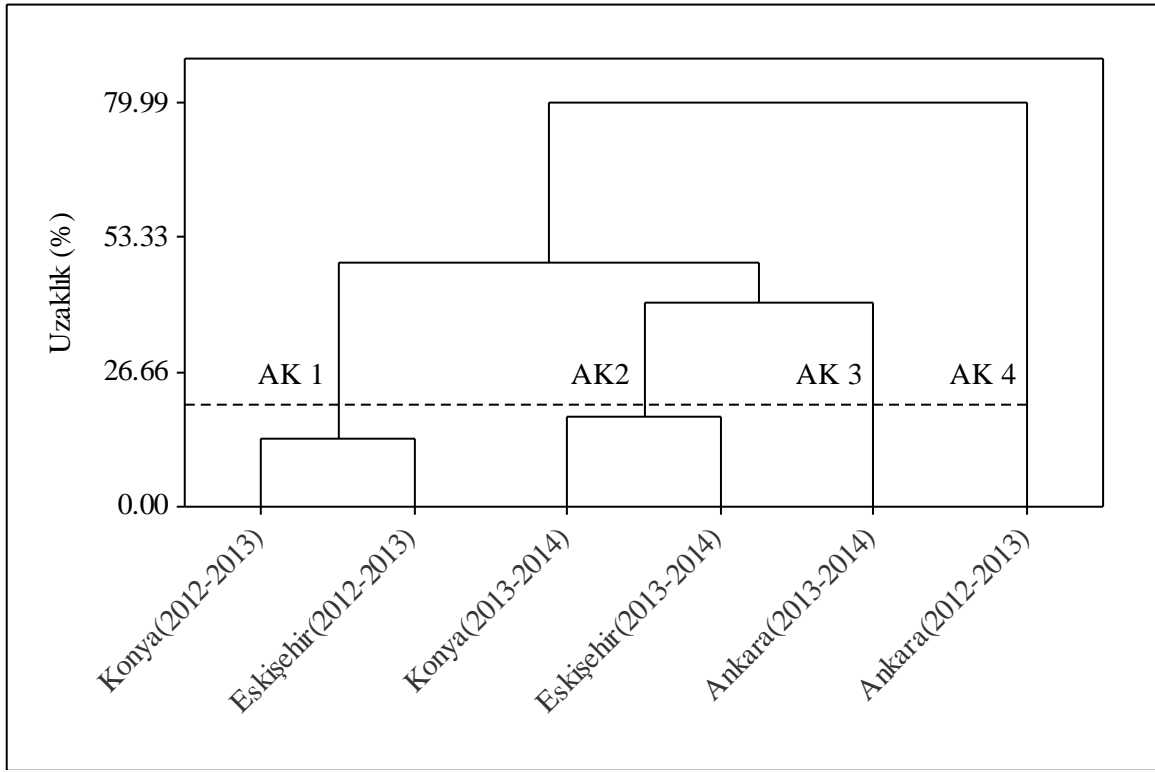
Ketata (1988), parametrik olmayan stabilite yöntemleri olarak sıra ortalaması (RM) ve sıranın standart sapması (SDR) yöntemlerini önermiştir. Bu iki yöntem uygulanırken, genotipler her bir çevrede büyüklüklerine göre sıralanmakta ve en yüksek BTA'na sahip genotipe sıra değeri olarak 1 verilmektedir. Daha sonra farklı çevrelerdeki sıra değerlerinin ortalaması ve standart sapması hesaplanmaktadır. Genotiplerin RM ve SDR değerleri dikkate alınarak stabilite ve adaptasyon durumları hakkında yorum yapılabilmektedir. Bu bilgiler doğrultusunda, düşük RM ve SDR değerlerine sahip genotipler (sadece Ç3) yüksek BTA'na sahip (31.5 g – orta) ve stabil (Çizelge 4.34); düşük RM ve yüksek SDR değerlerine sahip genotipler (sırasıyla H4, Ç4, Ç1, H14, H3 ve Ç2) yüksek BTA'na sahip (29.7-32.1 g – orta) ve stabil değil; yüksek RM ve SDR değerlerine sahip genotipler (sırasıyla H5, H12, H8, H6 ve H9) düşük BTA'na sahip (28.1-29.2 g – düşük) ve stabil değil; yüksek RM ve düşük SDR değerlerine sahip genotipler (sırasıyla H10, H15, H11, H13, H7 ve H2) ise düşük BTA'na sahip (27.0-28.8 g – düşük) ve stabil olarak değerlendirilmektedir.

4.7.5. Çok Değişkenli (Multivariate) Yöntemler

Denemede 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeclik buğday genotipinin BTA yönüyle stabilitelerini belirlemek için 3 çok değişkenli yöntem kullanılmıştır.

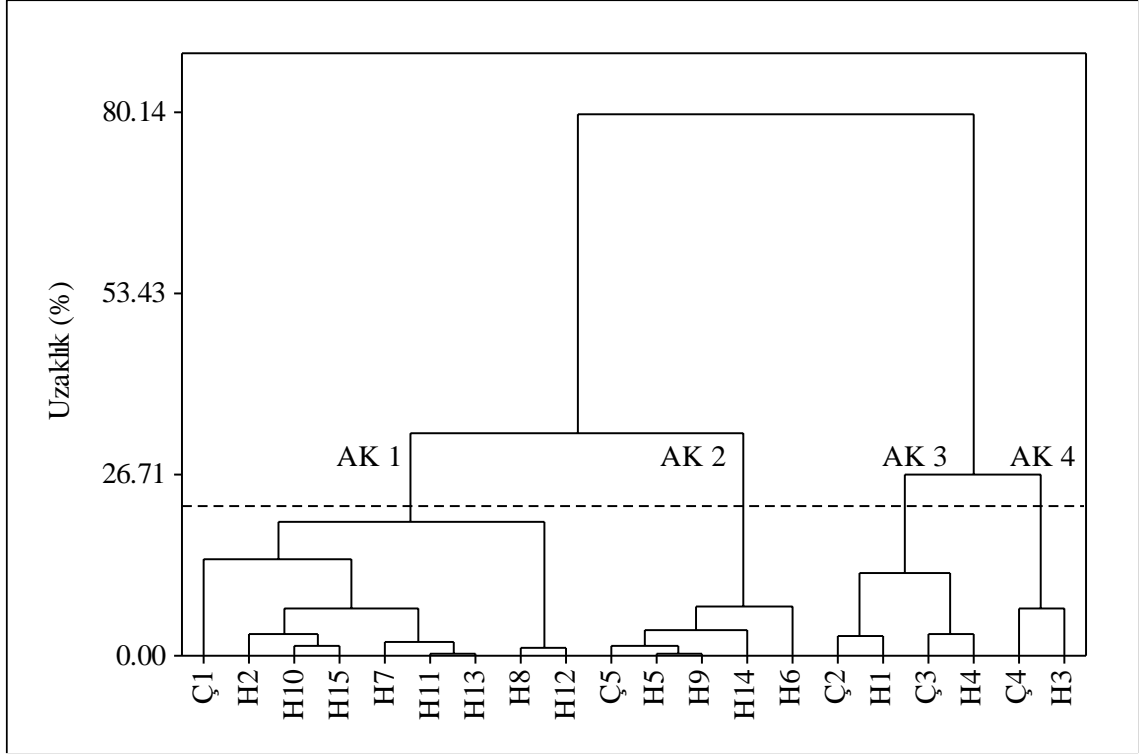
Çok değişkenli yöntemlerin birinci olan Pattern Analizi (PA), hem Kümeleme (CA) ve hem de Ana Bileşenler Analiz (PCA) yöntemlerini kapsamaktadır (Alagarswamy ve Chandra, 1998). PA-CA sonuçlarına göre denemenin yürütüldüğü çevreler dört alt kümeye (AK 1, AK 2, AK 3 ve AK 4) ayrılmıştır (Şekil 4.31). Birinci alt kümeyi (AK 1) Konya (2012-2013) ve Eskişehir (2012-2103) çevreleri; ikinci alt kümeyi (AK 2) Konya (2013-2014) ve Eskişehir (2013-2014) çevreleri; üçüncü alt kümeyi Ankara (2012-2013) çevresi ve dördüncü alt kümeyi (AK 4) ise Ankara (2013-2014) çevresi oluşturmuştur. AK 1 ve 2'de yer alan çevreler denemenin her iki yılına ait Konya ve Ankara lokasyonlarını, AK 3 ve 4'de yer alan çevreler ise denemenin her iki yılına ait Ankara lokasyonunu içermektedir. Konya ve Eskişehir lokasyonlarının yıl içinde aynı alt kümede (AK 1 ve 2), yıllar arasında ise farklı alt kümelerde yer almasının nedeni, her iki lokasyonun BTA yönüyle benzer özelliklere sahip olduğu, fakat iklim özellikleri açısından ise farklı (yılın etkisi) karakterlere sahip olmalarıyla izah edilebilir. Ankara lokasyonunun durumu, diğer iki lokasyondan oldukça farklıdır. Ankara (2012-2013) çevresinin, Ankara (2013-2014) çevresinden farklı olmasını yıl etkisi ile izah etmek mümkündür. Fakat bu iki çevrenin diğer dört çevreden farklı olması ise hem yıl hem ve hem de lokasyon etkisi ile

açıklanabilir. Denemede tüm çevreler dikkate alındığında genotiplerin BTA'ları üzerine hem yılın ve hem de lokasyonun etkili olduğu (GYLE) anlaşılmaktadır (Çizelge 4.31).



Şekil 4.31. Bin tane ağırlığı için lokasyonların yıllara göre dendrogramı (AK, Alt Küme; Uzaklık % 20)

Denemede yer alan genotiplerin PA-CA'nden elde edilen dendrogramı Şekil 4.32'de verilmiştir. PACA'ne göre genotipler, 4 tane alt kümeye (AK 1, AK 2, AK 3 ve AK4) ayrılmıştır. AK 1'de 9 genotip (Ç1, H2, H10, H15, H7, H11, H13, H8 ve H12), AK 2'de 5 genotip (Ç5, H5, H9, H14 ve H6), AK 3'de 4 genotip (Ç2, H1, Ç3 ve H4) ve AK 4'de 2 genotip (Ç4 ve H3) yer almıştır. Alt kümelerden AK 1 ve AK 2'de yer alan 14 genotipin (Ç1, Ç5 ve H14 hariç) BTA değerleri, deneme ortalamasının (29.3 g) altında, AK 3 ve 4'de yer alan 6 genotipin BTA ortalamaları (29.5-32.1 g – orta) ise deneme ortalamasının üstünde gerçekleşmiştir (Çizelge 4.32). BTA yüksek ve düşük olan genotiplerin aynı alt küme (AK 1 ve 2) içerisinde yer alması, genotiplerin kümelenme davranışlarının açıklanmasında sadece BTA değerlerinin yeterli bir kriter olamayacağını, diğer kalite kriterlerinin de dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. İlave olarak AK 3 ve 4'de yer alan 6 genotipin BTA değerleri, deneme ortalamasının üstünde olmasına rağmen, iki farklı alt kümeye ayrılmasının temel nedenini genotipik farklılıklarda izah etmek mümkündür.



Şekil 4.32. Bin tane ağırlığı için genotiplerin dendrogramı (AK, Alt Küme; H, Hat; Ç, Çeşit; Uzaklık % 20)

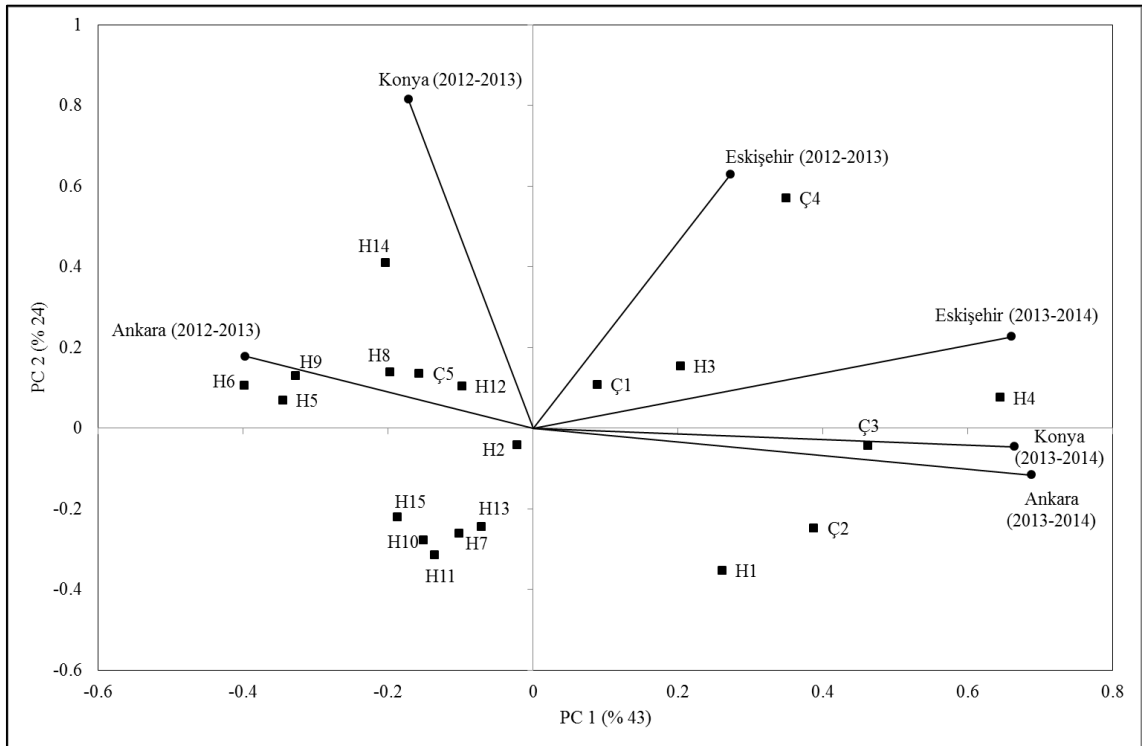
PA'nin ikinci aşaması olan Ana Bileşenler Analizi (PCA)'yle elde edilen PA-Biplot grafiği Şekil 4.33'de verilmiştir. PCA'nin ilk iki ana bileşeni, GÇE'nin kareler toplamının % 67'sini (sırasıyla PC1 = % 43 ve PC2 = % 24) açıklamıştır. PA-Biplot'un orijininden geçen vektörler çevreleri, H (Hat) ve Ç (Çevre) sembolleri ise genotipleri göstermektedir. Çevre vektörleri arasındaki açılar çevrelerin birbirine benzerlik ya da uzaklığını göstermektedir. Örneğin Konya (2012-2013), Eskişehir (2012-2013) ve Ankara (2012-2013) çevrelerine ait vektörler arasındaki açı $\approx 90^\circ$ olup, bu üç çevre arasında herhangi bir benzerlik yada farklılık bulunmamaktadır. Diğer taraftan Şekil 4.31'de verilen denemenin birinci yılına ait dendrogram (AK 1) ile Şekil 4.33'de verilen PA-Biplot'taki Konya (2012-2013) ve Eskişehir (2012-2013) çevrelerin davranışları arasında herhangi bir uyum söz konusu değildir. Fakat Ankara (2012-2013) çevresine ait vektörün (Şekil 4.33) diğer çevre vektörleriyle herhangi bir benzerlik göstermemesi ve Şekil 4.31'de münferit olarak AK 4'de yer alması; saadece bu çevre için PA-CA ile PA-Biplot bulgularının birbiriyle uyumlu olduğunu göstermektedir. Diğer taraftan PA-Biplot üzerinde Ankara (2013-2014), Konya (2013-2014) ve Eskişehir (2013-2014) çevrelerine ait vektörler arasındaki açı $\approx 0^\circ$ olduğundan dolayı bu üç çevrenin birbiriyle pozitif ilişki gösterdiği söylenebilir. Fakat ikinci yıla ait 3 çevrenin dendrogramı (Şekil 4.31), PA-Biplot (Şekil 4.28) üzerindeki

dağılımlarıyla benzerlik göstermemektedir. Zira, Ankara (2013-2014) çevresi farklı bir alt küme oluşturarak (AK 3), PA-Biplot sonuçlarıyla uyumluluğu azaltmıştır.

PA-Biplot (Şekil 4.33) incelendiğinde, ikinci yıla ait tüm çevreler ile birinci yıla ait Eskişehir çevresinin, biplotun birinci ekseninin (PC 1) pozitif kısmında, birinci yıla ait Konya ve Ankara çevrelerinin ise biplotun birinci ekseninin (PC 1) negatif kısmında yer aldığı görülmektedir. Diğer taraftan birinci yıla ait tüm çevreler ile ikinci yıla ait Eskişehir çevresinin biplotun ikinci ekseninin pozitif kısmında, ikinci yıla ait Konya ve Ankara çevrelerinin ise ikinci ekseninin negatif kısmında yer aldığı belirlenmiştir. Biplotun her iki eksenini, birbiriyle karşılaştırıldığında iki ekseninde tüm çevreleri mutlak ayırma yeteneğine sahip olamadığı görülmektedir. Bu durum, BTA üzerine GYLE ile izah edilebilir. Çünkü çevreler birinci eksen veya ikinci eksen üzerinde tek bir grup oluşturamamışlardır. Kısacası, BTA üzerine hem lokasyonun ve hem de yılın etkili olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 4.31).

Birbirine benzer genotipler PA-Biplot (Şekil 4.33) üzerinde birbirine yakın olarak yer almaktadır. Birbirinden farklı genotipler ise biplot üzerinde zıt yerlerde toplanmaktadır (Alagarwamy ve Chandra, 1998). Ç4, H3, Ç1, H4, Ç3, Ç2 ve H1 kodlu genotipler (29.5-32.1 g – orta) ana bileşen eksenini 1 (PC 1)'in pozitif kısmında; H14, H6, H5, H9, H8, Ç5, H12, H2, H15, H10, H13, H7 ve H11 (27.0-30.0 g – düşük/orta) kodlu genotipler ise PC 1'in negatif kısmında yer almışlardır (Şekil 4.33). Bu durum, iki genotip grubunun birbirinden farklı BTA değerlerine sahip olduğunu göstermektedir. İlk grupta yer alan genotiplerin (ana bileşen eksenini 1 (PC 1)'in pozitif kısmında) BTA değerleri, genel ortalamanın (29.3 g) üstünde, ikinci grupta yer alan genotiplerin (PC 1'in negatif kısmında) BTA değerleri (H14 ve Ç5 hariç) ise genel ortalamanın altında kalmıştır. İlk grupta yer alan genotiplerden Ç2, Ç3, H4, H3, Ç1 ve Ç4 en iyi performansı ya da adaptasyonu sırasıyla Ankara (2013-2014), Konya (2013-2014), Eskişehir (2013-2014) ve Eskişehir (2012-2013) çevrelerinde gösterirken, ikinci grup genotiplerden H14, H6, H5, H9, H8, Ç5, H12 ve H2 ise en iyi adaptasyonu sırasıyla Konya (2012-2013) ve Ankara (2012-2013) çevrelerinde göstermiştir. Aynı zamanda birinci grup genotiplerden H1 ile ikinci grup genotiplerden H15, H10, H13, H7 ve H11'in tüm çevrelere adaptasyonu düşük olmuştur. Öte taraftan, PA-Biplot'unun merkezinde (orijininde) yer alan genotiplerin (H12, Ç1 ve H2) tüm çevrelere adaptasyonları yüksek olup, BTA ortalamaları (28.3-30.3 – düşük/orta) genel ortalamanın (29.3 g) hem üstünde (Ç1) ve hem de altında (H2 ve H12) yer almışlardır (Çizelge 4.32 ve Şekil 4.33).

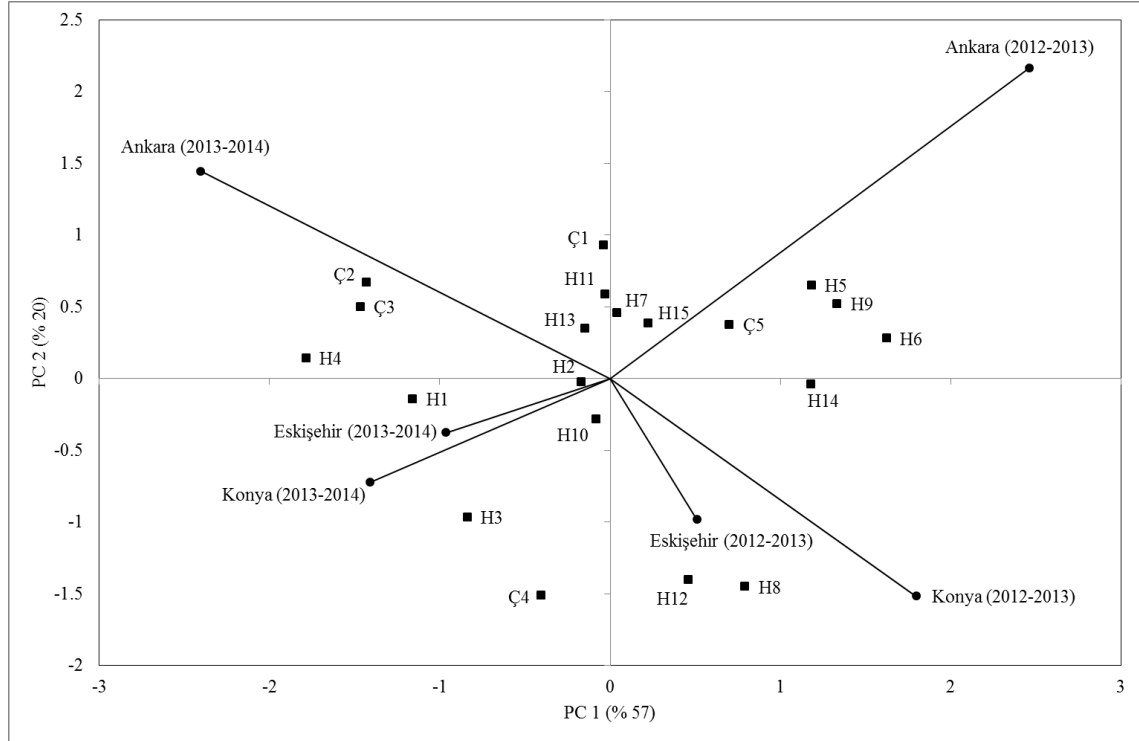
Denemede kullanılan çok değişkenli yöntemlerden ikincisi, AMMI (Eklemeli Ana Etkiler ve Çarpımsal Etkileşimler Analizi) yöntemidir. AMMI analizinden elde edilen AMMI-Biplot grafiği, Şekil 4.34’de verilmiştir. AMMI-Biplot’un ilk iki eksenini, GÇE’nin kareler toplamının % 77’si (sırasıyla PC 1 = % 57 ve PC 2 = % 20) açıklamıştır. Bu oran (% 77), PA-Biplot’un (Şekil 4.33) açıklama oranından (% 67) % 10 daha yüksek olmuştur. Bununla birlikte her iki biplotun GÇE’ni açıklama oranı, yeterli seviyededir (Gauch, 1988).



Şekil 4.33. Bin tane ağırlığın PA-Biplot’u (H, Hat; Ç, Çeşit)

AMMI-Biplot üzerinde dağılışı gösteren genotipler ve çevre vektörlerinin birbirleriyle olan ilişkilerine bakıldığında (Şekil 4.34), PA-Biplot’tan (Şekil 4.33) farklı olduğu görülmektedir. AMMI-Biplot’ta Konya (2012-2013) ile Eskişehir (2012-2013) çevre vektörleri arasında benzerlik ilişkisi, çevrelerin kümeleme (PA-CA) analizinde (Şekil 4.31) olduğu (alt küme AK 1) gibi yüksek iken, PA-Biplot’ta (Şekil 4.33) ise düşük düzeyde kalmıştır. Fakat Ankara (2012-2013) çevresinin Konya (2012-2013) ve Eskişehir (2012-2013) çevreleriyle AMMI-Biplot’ta herhangi bir ilişki göstermemesi ($\approx 90^\circ$), PA-Biplot ve PA-CA bulgularıyla benzerlik arz etmektedir. Diğer taraftan ikinci yıldaki çevrelerin AMMI-Biplot üzerindeki dağılışı, PA-Biplot bulgularıyla kısmi olarak farklılık göstermektedir. Bu durumun nedeni, Ankara (2013-2014) çevresinin diğer iki çevreden

uzaklaşmasından kaynaklanmaktadır. Fakat söz konusu üç çevre için PA-CA bulguları (Şekil 4.31) ile AMMI-Biplot bulguları oldukça benzerlik arz etmektedir. PA-CA’da Konya (2013-2014) ile Eskişehir (2013-2014) çevreleri aynı alt kümede (AK 2), Ankara (2013-2014) çevresinin ise ayrı alt kümede (AK 4) yer alması, AMMI-Biplot ile benzerlik göstermektedir. Aksine bu üç çevre PA-Biplot (Şekil 4.33) üzerinde aynı grupta yer almaktadır.



Şekil 4.34. Bin tane ağırlığının AMMI-Biplot’u (H, Hat; Ç, Çeşit)

AMMI-Biplot üzerinde çevrelerin pozisyonları incelendiğinde, ilk yıla ait çevrelerin ana eksen bileşeni 1 (PC 1)’in pozitif kısmında, ikinci yıla ait çevrelerin ise ana eksen bileşeni 1 (PC 1)’in negatif kısmında yer aldığı görülmektedir (Şekil 4.34). Fakat AMMI-Biplot’un yıllar üzerinden çevreler için ortaya koyduğu keskin ayrım, PA-Biplot ve PA-CA bulgularıyla desteklenmemektedir. Öte taraftan AMMI-Biplot’un ana eksen 2 (PC 2)’nin üzerindeki çevrelerin pozisyonları, PA-Biplot’tan farklılık göstermektedir. AMMI-Biplot’un ana eksen 2 (PC 2)’nin pozitif kısmında, Ankara lokasyonunun her iki yıla ait çevreleri yer alırken, AMMI-Biplot’un ana eksen 2 (PC 2)’nin negatif kısmında ise Konya ve Eskişehir lokasyonlarının her iki yıla ait çevreleri yer almıştır. AMMI-Biplot’un her iki ana eksen eş zamanlı olarak değerlendirildiğinde, BTA’nın GÇE (yıl ve lokasyonunun birlikte) tarafından kontrol edildiği anlaşılmaktadır (Çizelge 4.34).

Genotiplerle çevreler arası ilişkiler yakından incelendiğinde (Şekil 4.34), H12 ve H8 (28.1-28.3 g – düşük)'in Eskişehir (2012-2013) ve Konya (2012-2013) çevrelerinde; H9, H5, Ç5, H15 ve H7 (27.8-29.7 g – düşük)'nin Ankara (2012-2013) çevresinde; H13, Ç2 ve Ç3 (28.3-31.5 g – düşük/orta)'ün Ankara (2012-2013) çevresinde; H1 ve H3 (29.5-29.7 g – düşük)'ün Eskişehir (2013-2014) ve Konya (2013-2014) çevrelerinde en iyi adaptasyonu sağladığı belirlemiştir. Diğer taraftan AMMI-Biplot'un merkezine yakın olan genotiplerin tüm çevrelere adaptasyonu yüksek olup 2 hattan (H2 ve H10 = 27.0-28.8 g – düşük) oluşmaktadır.

Çok değişkenli yöntemlerden üçüncüsü, GGE-Biplot analiz yöntemidir. Bu yöntemle elde edilen GGE-Biplot grafiği, Şekil 4.35'de verilmiştir. GGE-Biplot'un ilk iki ana bileşeni, G ana etkileri ile GÇE'nin kareler toplamlarının % 70'ini (sırasıyla PC 1 = % 54 ve PC 2 = % 16) ile açıklamıştır. Birden fazla çevre ve genotip ile yürütülen denemelerde GÇE'nin istatistiksel olarak önemli çıkması durumunda, ilk iki ana bileşenin (PC 1 ve PC 2) toplam varyasyonun en az % 70'ini açıklaması beklenmektedir (Gauch, 1988). GGE-Biplot'un açıklama oranı (% 70), AMMI-Biplot'un (% 77) ve PA-Biplot'un oranlarıyla (% 67) benzerlik göstermiştir. Dolayısıyla, her üç biplot yönteminin açıklama oranı yeterli düzeydedir (Gauch, 1988).

Denemenin yürütüldüğü çevrelerin vektörel ilişkileri ele alındığında (Şekil 4.35), Ankara (2012-2013) ile Konya (2012-2013) çevreleri arasında benzerliğin yüksek olduğu, fakat Eskişehir (2012-2013) çevre vektörünün ise diğer iki çevre vektöründen ayrıldığı (farklı olduğu) görülmektedir. İlk yıla ait çevrelerin GGE-Biplot bulguları ile PA-CA dendrogramı (Şekil 4.31), PA-Biplot (Şekil 4.33) ve AMMI-Biplot'un (Şekil 4.34) bulguları farklılık göstermektedir. Dahası ilk yıla ait Eskişehir (2012-2013) çevresinin vektörü, ikinci yıla ait çevre vektörleriyle aynı yönde yer almıştır. Öte yandan GGE-Biplot üzerinde Ankara (2013-2014), Eskişehir (2013-2014) ve Konya (2013-2014) çevre vektörleri arasında pozitif ilişkiler tespit edilmiştir. İkinci yılına ait çevreler için GGE-Biplot'ta elde edilen bulgular, PA-Biplot bulgularıyla uyumlu, fakat AMMI-Biplot ve PA-CA bulgularıyla uyumsuzluk göstermektedir. Şöyle ki, ikinci yıldaki çevreler, PA-CA dendrogramında (Şekil 4.26) ve AMMI-Biplot'ta (Şekil 4.34) farklı alt kümelere ayrılmıştır. Eskişehir (2013-2014) ve Konya (2013-2014) çevreleri AK 2'te, Ankara (2013-2014) çevresi ise tek başına AK 3'te yer almıştır. Dolayısıyla GGE-Biplot ile PA-CA ve AMMI-Biplot bulguları arasında büyük oranda uyumsuzluk meydana gelmektedir. Buna karşı, GGE-Biplot üzerinde çevrelerin dağılışı şekli ile PA-Biplot'u üzerinde çevrelerin dağılışı şekli yüksek oranda benzerlik göstermektedir.

Her üç biplot yöntemiyle elde edilen çevrelerin vektörel büyüklükleri kıyaslandığında, GGE-Biplot çevre vektörlerinin büyüklükleri, hem AMMI-Biplot ve hem de PA-Biplot'un çevre vektörlerinin büyüklüklerinden daha fazla olmuştur. Yan ve ark. (2000) çevre vektörlerinin uzunlukları ile çevrelerin genotipleri ayırma yetenekleri arasında olumlu bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. İkinci yıla ait çevre vektörlerinin büyüklükleri, birinci yıla ait çevre vektörlerinin büyüklüklerinden daha fazla olmuştur (Şekil 4.35). Bu sonuçtan hareketle, Ankara (2013-2014), Ankara (2012-2013), Konya (2013-2014) ve Eskişehir (2013-2014) çevrelerinin vektörler büyüklükleri, genotipleri BTA değerlerine göre en güçlü ayırma yeteneğine sahip iken, Eskişehir (2012-2013) ve Konya (2012-2013) çevrelerinin genotipleri ayırma yetenekleri nisbi olarak düşük seviyededir (Yan ve ark., 2000). Sonuç itibariyle her iki yılda Ankara lokasyonunun ön plana çıkması, genotiplerin BTA değerlerine göre gruplandırılmasında kilit rol üstlendiğini göstermektedir.

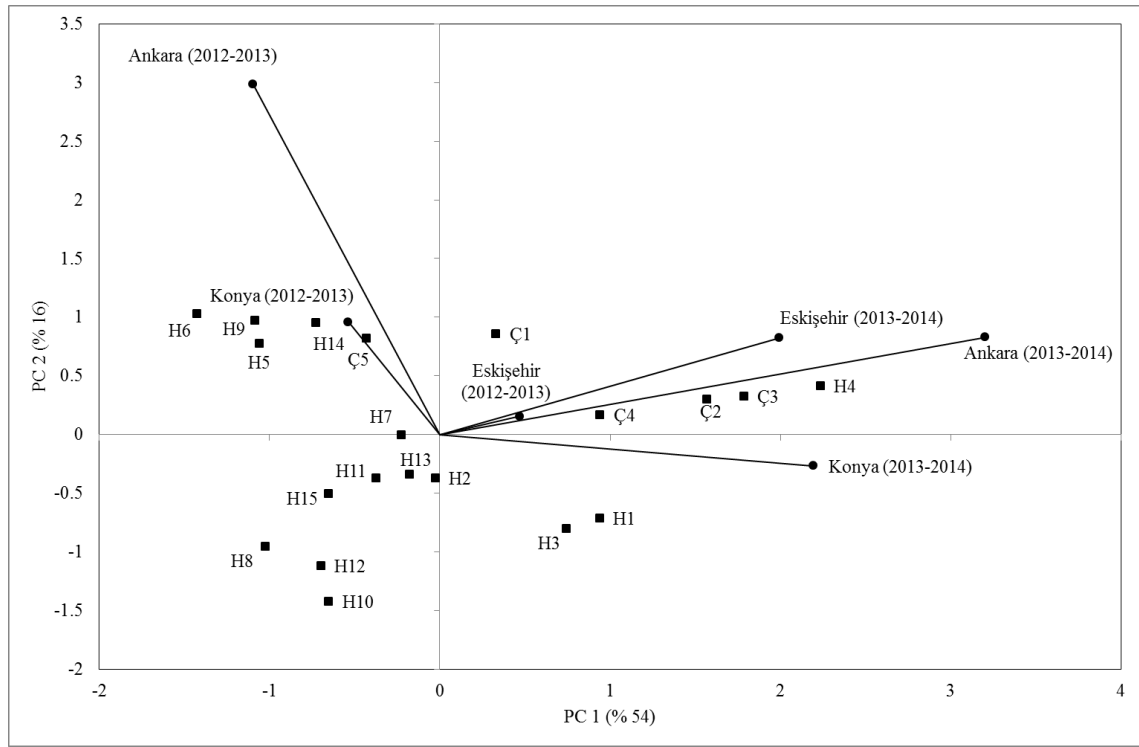
Genotiplerin özel adaptasyon yetenekleri incelendiğinde (Şekil 4.35), Ankara (2013-2014), Eskişehir (2013-2014), Eskişehir (2012-2013) ve Konya (2013-2014) çevrelerine sırasıyla H4, Ç3, Ç2 ve Ç4 (30.8-32.1 g – orta)'ün, Konya (2012-2013) ve Ankara (2012-2013) çevrelerine ise sırasıyla 29.7-30.0 g – orta)'ün en iyi adaptasyonu sağladığı belirlenmiştir. Genel adaptasyon yeteneği en iyi genotipler biplotun merkezinde yer almaktadır. Bu genotipler ise H2, H13 ve H7 (28.3-28.8 g – düşük)'den oluşmaktadır.

Çevrelerin biplot üzerinde aynı yönde veya farklı yönde yer almaları genotiplerin çapraz (çevreler üzerinden BTA sıralaması değişen) veya çapraz olmayan (çevreler üzerinden BTA sıralaması değişmeyen) etkileşimleriyle ilişkilidir (Yan, 2001). Örneğin PC 1'in pozitif kısmında (Şekil 4.35) ikinci yıla ait 3 çevre (Konya (2013-2014), Eskişehir (2013-2014) ve Ankara (2013-2014)) ile birinci yıla ait 1 çevre (Eskişehir (2012-2013)) yer alırken, PC 1'in negatif kısmında ise birinci yıla ait 2 çevre (Konya (2012-2013) ve Ankara (2012-2013)) yer almıştır. Çevrelerin biplot üzerinde farklı yönde yer almasına çapraz etkileşimin sebep olduğu, dolayısıyla bu etkileşimin ortaya çıkmasına Y ve L faktörlerinin birlikte etki ettiği anlaşılmaktadır (Yan, 2001).

GGE-Biplot'u oluşturan ilk ana eksenin (PC 1) pozitif kısmında yer alan 7 genotipin BTA değerleri, genel ortalamanın (29.3 g) üzerinde, ilk ana eksenin (PC 1) negatif kısmında yer alan 13 genotipten (29.7-30.0 g) 11 tanesinin (H14 ve Ç5 hariç) BTA değerleri ise genel ortalamanın altında kalmıştır (Çizelge 4.32 ve Şekil 4.35). Buna göre 9 genotipin (H1, H3, H4, H14, Ç1, Ç2, Ç3, Ç4 ve Ç5) BTA değerleri, genel ortalamanın üstünde olup performansları yüksek iken diğer genotiplerin BTA değerleri, genel

ortalamanın altında olup, performansları da düşüktür (Çizelge 4.32). Diğer taraftan, denemede kullanılan 5 çeşidin BTA değerleri, genel ortalamanın üstünde yer almıştır.

GGE-Biplot'u oluşturan ikinci ana eksen (PC 2), genotiplerin stabilitelelerini göstermektedir (Şekil 4.35). Stabil genotiplerin mutlak PC 2 değerleri sıfıra yakın iken stabil olmayan genotiplerin mutlak PC 2 değerleri ise yüksek olduğundan dolayı biplotun orijininin uzakta yer almaktadır (Yan, 2001). Bu tanıma göre genotiplerden H4, Ç3, Ç2 ve Ç4 yüksek BTA'na sahip (> 29.3 g) ve stabil; Ç1, Ç5, H14, H1 ve H3 yüksek BTA'na sahip (> 29.3 g) ve stabil olmayan; H7, H11, H13, H15 ve H2 düşük BTA'na sahip (< 29.3 g) ve stabil; H6, H9, H5, H8, H12 ve H10 ise düşük DTA'na sahip (< 29.3 g) ve stabil olmayan şeklinde belirlenmiştir.



Şekil 4.35. Bin tane ağırlığının GGE-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit)

Denemede 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeklik buğday genotipinin BTA yönüyle stabilitelelerini belirlemek için kullanılan tüm stabilite yöntemlerinin (BTA + 8 parametrik + 8 parametrik olmayan + 3 çok değişkenli) ve seçilmiş genotiplerin özeti Çizelge 4.35'de verilmiştir. Denemede H13, Ç3 ve Ç5 9 stabilite parametresine; H7 8 stabilite parametresine; Ç1, Ç2, Ç4, H1, H2, H11 ve H14 ise 7 stabilite parametresine göre en stabil genotipler olarak tespit edilmiştir. Diğer taraftan bahse konu olan genotiplerden Ç1, Ç2, Ç3, Ç4, Ç5, H1 ve H14 hem stabil ve hem de yüksek BTA'na sahip olmalarından

(> deneme ortalaması = 29.3 g) dolayı dinamik stabil tipine girmişlerdir (Kang, 1994). Dinamik stabil bir genotipin iyi çevre şartlarına ve agronomik uygulamalara tepkilerinin de yüksek olması beklenmektedir (Kang, 1994).

Çizelge 4.35. Bin tane ağırlığı için tüm stabilite yöntemlerinin ve seçilmiş genotiplerin değerlendirilmesi

Stabilite Yöntemleri	Seçilen Genotipler	Stabilite Tipi
-Bin tane ağırlığı (BTA)	H4, Ç3, Ç4, Ç2, Ç1 ve H14 (Yüksek BTA)	Dinamik (D)
Parametrik Yöntemler		
-Çevre varyansı (S_{xi}^2) (Roemer, 1917)	H10 ve H2 (Düşük BTA) Ç4, H3 ve H1 (Yüksek BTA)	Statik (S) + D
-Regresyon katsayısı (b_i) ve Regresyondan sapm. (S_{di}^2) (Eberhart ve Russell, 1966)	Ç2, Ç1, H14, H3 ve H1 (Yüksek BTA)	D
-Belirtme katsayısı (r_i^2) (Pinthus, 1973)	Ç5 (Yüksek BTA) H11, H13 ve H5 (Düşük BTA)	S + D
-Stabilite varyansı (σ_i^2) ve (Shukla, 1972)	H13, H11, H2, H15 ve H7 (Düşük BTA)	S
Ekoyalans (W_i^2) (Wrickle, 1962)		
-Varyasyon katsayısı (CV_i) (Francis ve Kannenberg, 1978)	Ç4, H3, H1, H4 ve Ç3 (Yüksek BTA)	D
-Üstünlük ölçütü (P_i) (Lin ve Binns, 1988)	H4, Ç3, Ç4, Ç2 ve Ç1 (Yüksek BTA)	D
Parametrik Olmayan Yöntemler		
- $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$ (Huehn, 1979)	Ç5 (Yüksek BTA) H13, H11, H10 ve H7 (Düşük BTA)	S + D
-Sıra-Toplam (RS) (Kang, 1988)	Ç1, Ç5, H14 ve H1 (Yüksek BTA) H2 (Düşük BTA)	S + D
-En üst sıra (TOP) (Fox ve ark., 1990)	H4, Ç3, Ç4 ve Ç1 (Yüksek BTA)	D
-Sıra ortalaması (RM) ve Sıranın standart sapması (SDR) (Ketata, 1988)	Ç3 (Yüksek BTA)	D
Çok Değişkenli Yöntemler		
-PA-CA (Alagarswamy ve Chandra, 1998)	Ç2, H1, Ç3, H4, Ç4 ve H3 (Yüksek BTA)	D
-PA-Biplot (Alagarswamy ve Chandra, 1998)	-(H12, Ç1 ve H2) Genel adaptasyon -(Ç2, Ç3, H4, H3, Ç1, Ç4, H14, H6, H5, H9, H8, Ç5, H12 ve H2) Özel adaptasyon	S + D S + D
-AMMI-Biplot (Gauch ve Zobel, 1996)	-(H2 ve H10) Genel adaptasyon -(H12, H8, H9, H5, Ç5, H15, H7, H13, Ç2, Ç3, H1 ve H3) Özel adaptasyon	S S + D
-GGE-Biplot (Yan ve ark., 2000)	-(H2, H13 ve H7) Genel adaptasyon -(H4, Ç3, Ç2, Ç4, Ç5 ve H14) Özel adaptasyon -(H4, Ç3, Ç2 ve Ç4) Yüksek BTA ve stabil	S D D

Stabilite yöntemlerinin genotipleri statik veya dinamik stabilite durumlarına göre ayırma yetenekleri farklı olabilmektedir (Çizelge 4.35). Deneme bulguları, stabilite

analizlerinde kullanılan yöntemlerden BTA, regresyon katsayısı (b_i), regresyondan sapmalar kareler ortalaması (S_{di}^2) (Eberhart ve Russell, 1966), varyasyon katsayısı (CV_i) (Francis ve Kannenberg, 1978), üstünlük ölçütü (P_i) (Lin ve Binns, 1988), en üst sıra (TOP) (Fox ve ark., 1990), sıra ortalaması (RM) ve sıranın standart sapması (SDR) (Ketata, 1988) ve PA-CA (Alagarswamy ve Chandra, 1998) yöntemlerinin dinamik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olduğu ortaya koymuştur. Diğer taraftan hem statik ve hem de dinamik stabil genotiplerin tespit edilmesinde çevre varyansı (S_{xi}^2) (Roemer, 1917), belirtme katsayısı (r_i^2) (Pinthus, 1973), sıra-toplam (RS) (Kang, 1988) ve Huehn (1979)'nün 4 parametresi ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$), PA-Biplot (Alagarswamy ve Chandra, 1998), AMMI-Biplot ve GGE-Biplot (Yan ve ark., 2000) yöntemlerinin kullanılabileceği anlaşılmıştır (Çizelge 4.35). İlave olarak, stabilite yöntemleri içerisinde sadece stabilite varyansı (σ_i^2) (Shukla, 1972) ve ekovalans (W_i^2) (Wrickle, 1962)'in statik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Denemede kullanılan genotiplerin statik veya dinamik stabilite yaklaşımına göre sınıflandırılması ele alınan bitkisel özelliğe göre değişebilmektedir. Örneğin TV'ne göre statik stabil genotiplerin belirlenmesi için uygun olduğu tespit edilen çevre varyansı (S_{xi}^2) (Roemer, 1917) yöntemi PO, GO, ZSD, HA ve BTA için hem statik ve hem de dinamik genotiplerin belirlenmesine uygun olabilmektedir. Ya da PO'na göre dinamik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olan belirtme katsayısı (r_i^2) (Pinthus, 1973) yöntemi TV, GO, ZSD, HA ve BTA için hem statik ve hem de dinamik genotiplerin belirlenmesine uygun olabilmektedir. Bir başka örnek verilecek olursa, BTA'na göre statik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olan stabilite varyansı (σ_i^2) (Shukla, 1972) ve ekovalans (W_i^2) (Wrickle, 1962) yöntemleri TV, GO, ZSD ve HA için hem statik ve hem de dinamik genotiplerin belirlenmesine uygun olabilmektedir.

Parametrik ve çok değişkenli yöntemlerin statik/dinamik stabil genotipleri ayırt etme yetenekleri incelenen bitkisel özelliklere göre değişmektedir. Fakat parametrik olmayan yöntemlerin statik/dinamik stabil genotipleri ayırt etme yetenekleri TV, PO, GO ve ZSD özelliklerine göre değişmemiş aynı kalmıştır (Çizelge 4.5, 4.10, 4.15 ve 4.25). Fakat HA ve BTA için parametrik olmayan yöntemler arasında statik veya dinamik stabilite yaklaşımına göre farklı stabilite yetenekleri oluşmuştur. Şöyle ki, daha önce incelenen bitkisel özelliklerin tümünde (TS hariç) sıra-toplam (RS) (Kang, 1988) yönteminin dinamik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olduğu tespit edilmesine rağmen, BTA özelliği için hem statik ve hem de dinamik bir davranış sergilemiştir (Çizelge 4.35). Bu

duruma ise H2 nolu hattın sebep olduğu anlaşılmıştır. Zira söz konusu hattın BTA (28.8 g), genel ortalamanın (29.3 g) altında kalmıştır (Çizelge 4.32). Buna benzer bir durum en üst sıra (TOP) (Fox ve ark., 1990) yönteminde BTA için tespit edilmiştir (Çizelge 4.30).

Becker ve Leon (1988) bazı stabilite parametrelerinin hem statik ve hem de dinamik genotiplerin belirlenmesine uygun olabileceğini bildirmiştir. Dinamik ve statik genotiplerin ayrılmasında en etkili yöntemler hiç kuşkusuz çok değişkenli yöntemlerdir. Çünkü bu yöntemlerle genotipler stabilite, BTA, özel veya genel adaptasyon yeteneklerine göre sınıflandırılabilir. Dolayısıyla görsel değerlendirmelerin yapılabildiği çok değişkenli yöntemler, parametrik ve parametrik olmayan stabilite yöntemlerine göre bazı avantajlar sağlamaktadır. Çizelge 4.35’de görüldüğü gibi BTA için Pattern Analizi (CA ve Biplot), AMMI-Biplot ve GGE-Biplot yöntemleriyle özel veya genel adaptasyon yeteneği üstün olan genotipler, dinamik veya statik stabilite tiplerine göre kolayca ayrılabilir. Özel adaptasyon yeteneği üstün Ç2, Ç3 ve Ç5 (29.7-31.5 g – orta) kodlu genotipler, her üç çok değişkenli yöntemle göre dinamik stabil olarak belirlenmiştir. Diğer taraftan genel adaptasyon yeteneği yüksek olan H2 (28.8 g – düşük) kodlu genotip, yine 3 yöntemle göre statik stabil (< deneme ortalaması = 29.3 g) olarak tespit edilmiştir.

4.7.6. Bin Tane Ağırlığıyla İlgili Sonuçların Değerlendirilmesi

BTA, hem verim ve hem de kalite özelliği olarak kabul edilmektedir (Simmonds ve ark., 2014). Kalite özelliği olarak ele alındığında, BTA, tohumdaki endosperm oranı hakkında bilgi vermektedir. Yüksek BTA’na sahip çeşitlerin genelde endosperm oranları da yüksek olduğundan, un randımanları yüksek olmaktadır. Aslında, BTA, endospermin özgül ağırlığının dolaylı bir göstergesidir. Pratikte, kalite analizlerinde BTA, genelde HA’nın tamamlayıcısı olarak mütalaa edilmektedir (Posner, 2009).

Denemede önemli bir kalite kriteri olarak incelenen BTA, TMO Hububat Alım ve Satış Esaslarına İlişkin Uygulama Yönetmeliği’nin buğday alım kriterleri içerisinde yer almamaktadır (<https://www.tmo.gov.tr>). Benzer şekilde un fabrikaları da buğday alımı yaparken kalite labotaruvarlarında BTA’nı belirlememekte ve fiyatlandırmada kullanmamaktadır.

Gerek Ülkemizde ve gerekse dünyada buğday kalitesinin sınıflandırmasında BTA, kalite kriteri olarak ele alınmamaktadır. Gelişmiş ülkelerde (ABD, Kanada ve Avustralya vs.) HA, BTA’nın dolaylı bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Bir başka ifadeyle, BTA’na göre HA’nın ölçülmesi daha kolay ve hızlı olduğundan HA, BTA’nın yerine tercih edilmektedir (<http://www.wheatflourbook.org>). İlave olarak, BTA’na kıyasla HA,

buğdayın taşınması (maliyet gibi) ve depolanması (depo hacmi gibi) hakkında daha kapsamlı bilgi veren önemli bir kalite kriteridir.

Her ne kadar buğday ticaretinde ve sınıflandırılmasında BTA, kalite kriteri olarak ele alınmasa da, buğday ıslahçısı için önemli bir kalite kriteridir. Çünkü BTA, diğer kalite kriterleriyle olumlu veya olumsuz etkileşim halindedir. Dolayısıyla, BTA, bir çeşidin kalite seviyesini etkileyebilmektedir (McFall ve Fowler, 2009).

Yeni buğday çeşitlerinin tescilinde uygulanan teknik talimata (www.tarim.gov.tr/BUGEM/TTSM) göre Ülkemizde geliştirilen ekmeklik buğday çeşit adaylarının, tescil aşamasında BTA özelliğinin belirlenmesi ve tescil raporuna eklenmesi yasal bir zorunluluktur. Kısacası, çeşit ıslah sürecinde ve tescil denemelerinde HA ile birlikte BTA, önemli bir kalite kriteri olarak ele alınmaktadır.

Denemede yer alan Ç3 ve Ç5 kodlu çeşitler, hem yüksek BTA ve hemde stabilite açısından ön plana çıkmışlardır. Öte yandan hatlar arasında H7 ve H13'ün BTA değerleri, genel ortalamanın altında olmasına rağmen stabilite değerleri diğer hatlara kıyasla daha yüksek olmuştur. Stabilitesi yüksek çeşitler içerisinde yer alan ve Ç3 koduyla gösterilen Sönmez-2001, Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından 2001 yılında tescil ettirilmiş, kurağa toleranslı, kışlık, tane rengi kırmızı ve kalitesi ortanın üstündedir (Çizelge 3.3 ve 4.35). Sönmez-2001'in melezinde Rusya'dan Bezostaya-1, İtalya'dan Tevere, Romanya'dan Lovrin-29, Bulgaristan'dan Kate A-1 ve Kremena çeşitleri yer almaktadır. Bezostaya-1 ve Kremena çeşitlerinin kalite düzeyleri yüksek olup diğer çeşitlerin kalite düzeyleri orta seviyededir. Sönmez-2001'in melezinde yer alan çeşitlerin tümü, yüksek yağış alan ve verimli topraklara sahip ülkelerde geliştirilmiştir. OAB'nin iklim ve toprak şartları dikkate alındığında, Sönmez-2001'in OAB'ne nasıl adaptasyon sağladığını anlamak gerçekten zordur. Öncelikle, Sönmez-2001'in melezinde yer alan çeşitlerin taşıdığı genleri araştırmak rasyonel bir yaklaşım olacaktır. Bu cümleden hareketle, Tevere çeşidinin Rht8 geni ve Lovrin-29 çeşidinin 1B/1R translokasyonu taşıdığı belirlenmiştir (<http://wheatpedigree.net>). Yediay ve ark. (2010, 2011), ekmeklik buğdayda Rht8 geni ve çavdar translokasyonunun (1B/1R), kurağa toleransı artırdığını bildirmişlerdir.

Denemede BTA yönüyle stabilitesi en yüksek çeşitler arasında yer alan Ç5 kodlu Bayraktar-2000, Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilmiş, OAB'nin yağmura bağlı şartları için 2000 yılında tescil ettirilmiş, kışlık ve beyaz taneli bir çeşittir (<http://arastirma.tarim.gov.tr/tarlabitkileri>). Bayraktar-2000'nin pedigrisinde ABD Oklahoma Eyalet Üniversitesi tarafından geliştirilen erkenci, kışlık ve

kırmızı taneli Chisholm ile Gerek-79 çeşitleri mevcuttur. Bayraktar-2000'nin kalite düzeyi, Gerek-79'a eşdeğerdir. Fakat, OAB kıraç şartlarında Gerek-79'a göre daha erkencidir. Bunun sebebi, muhtemelen Chisholm çeşidinin çok erkenci olmasından kaynaklanmaktadır (Smith ve ark., 1985). Zira kurak şartların hâkim olduğu OAB gibi yerlerde, kuraklıktan kaçış (drought escape) mekanizması olarak erkencilik, bitkilere önemli bir avantaj sağlamaktadır (Blum, 2011). Bayraktar-2000 çeşidine ait BTA'nın genel ortalamasının biraz üstünde yer alması ve stabilitesinin yüksek olması, erkenciliğin sağladığı bir avantaj olarak kabul edilebilir.

Denemede BTA düşük olmasına rağmen stabilitesi yüksek hatlardan birisi olan H7, pedigrisinde 6 tane ebeveyn barındırmaktadır (Çizelge 3.3). Bunlardan Vratza (VRZ), 1976 yılında Bulgaristan'da tescil ettirilmiş, kışlık, tanesi kırmızı ve orta sert olup, kalitesi melezindeki Bezostaya-1'den dolayı yüksektir. Citadel (TDL), Hollanda orijinli, kışlık, kırmızı taneli ve kalitesi orta düzeydedir. Bolillo (BLO) ve Opata-85, CIMMYT-Meksika menşeyli olup, beyaz taneli, yazlık ve kalitesi orta düzeydedir. Pony, ABD'de 1985 yılında tescil ettirilmiş, kışlık, kırmızı sert taneli ve melezinde bulunan Scout çeşidinden dolayı kalitesi yüksektir. Denemede stabilitesi yüksek olarak belirlenen bir başka hat ise H13 olup, melezinde 1989 yılında İranda tescil ettirilen kışlık Alamoot çeşidi ile 1991 yılında CIMMYT-Meksika'da kayıt altına alınan yazlık Catbird isimli hat bulunmaktadır (<http://wheatpedigree.net>). H13'ün yazlık ve kışlık karakterli genotiplerden oluşması, OAB'ne adaptasyonunu etkilememektedir. Fakat BTA üzerine olumsuz etkide bulunduğu açıktır. Çünkü H13'ün BTA değeri, genel ortalamasının altında kalmıştır.

Parametrik yöntemlerle BTA'nın stabilitesini belirlemek üzere yürütülmüş bazı çalışmalar olmasına rağmen, genelde regresyon parametrelerinin tercih edildiği anlaşılmaktadır. Rharrabti ve ark. (2003) makarnalık buğdayda, Atlı (1987), Lukow ve McVetty (1991), İlker ve ark. (2009) ve Karimizadeh ve ark. (2012a) ekmeklik buğdayda BTA'nın stabilitesini belirlemek için regresyon katsayısı (b_i), regresyondan sapmalar kareler ortalaması (S_{di}^2) (Eberhart ve Russell, 1966), çevre varyansı (S_{xi}^2) (Roemer, 1917), varyasyon katsayısı (CV_i) (Francis ve Kannenberg, 1978) ve stabilite varyansı (σ_i^2) (Shukla, 1972) yöntemlerini kullanmışlardır. Fakat, anılan çalışmalarda söz konusu yöntemler arasında etkinlik yönüyle kıyaslama yapılmamıştır. Diğer taraftan denemede kullandığımız parametrik stabilite yöntemlerinden belirtme katsayısı (r_i^2) (Pinthus, 1973), ekovalans (W_i^2) (Wrickle, 1962) ve üstünlük ölçütü (P_i) (Lin ve Binns, 1988)

yöntemlerinin buğdayda BTA'nın stabilitesinin belirlenmesinde kullanıldığına dair herhangi bir yayına rastlanılmamıştır.

BTA üzerine G, Ç ve GÇE'nin önemli olduğuna dair pek çok çalışma mevcuttur (Atlı, 1987; Budak ve ark., 2003; Aydın ve ark., 2011). Fakat, parametrik olmayan stabilite yöntemleriyle buğdayda BTA'nın stabilitesinin belirlenmesini konu alan yayınlara bakıldığında, sadece iki yayının mevcut olduğu anlaşılmaktadır. Hazen ve Ward (1997) ve Mut ve ark. (2010a) ekmeklik buğdayda BTA'nın stabilitesini belirlemek için Huehn (1979)'nın ilk 2 parametresini ($S_i^{(1)}$ ve $S_i^{(2)}$) kullanmışlardır. Halbuki, deneme bulgularımız, Huehn (1979) tarafından önerilen 4 parametrik olmayan stabilite yönteminin, BTA yönüyle sadece statik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olduğunu ortaya koymuştur. Geriye kalan diğer parametrik olmayan stabilite yöntemlerini kapsayan herhangi bir yayına rastlanılmamıştır.

Birden fazla çevre ve genotip üzerinden yürütülen bazı çalışmalarda, TV ile birlikte BTA'nın incelendiği görülmüş fakat stabilite analizlerinin sadece TV için yapıldığı, BTA'nın ise TV'nin açıklayıcı bir unsuru olarak değerlendirildiği anlaşılmıştır (Mut ve ark., 2010b; Aydın ve ark., 2011).

Denemede, genotiplerin BTA yönüyle stabilite, özel ve genel adaptasyon yeteneklerini belirlemek için kullanılan çok değişkenli yöntemlerden PA-Biplot (Alagarswamy ve Chandra, 1998), GGE-Biplot (Yan ve ark., 2000) ve AMMI-Biplot (Zobel ve ark., 1988) yöntemlerine göre PA-CA yönteminin, dinamik stabil genotiplerin teşhis edilmesinde daha başarılı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.35). Aucamp ve ark. (2006), Mohammadi ve Amri (2011) ve Sakin ve ark. (2011a) buğdayda BTA üzerine G, Ç ve GÇE'nin önemli etkide bulunduğunu, fakat Ç etkisinin, hem G ve hem de GÇE etkilerine göre kısmen daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Deneme bulgularımız, BTA yönüyle genotiplerin özel, genel adaptasyon yetenekleri ve stabilitelerinin PA yöntemiyle belirlenebileceğini göstermektedir. Bir başka ifadeyle, PA-CA modülü ile stabil ve BTA yüksek genotipler, PA-Biplot modülü ile hem özel ve hemde genel adaptasyon yeteneği yüksek genotipler tespit edilebilmektedir. Fakat, yapılan literatür taramasına göre, PA'nin her iki modülünün (CA ve Biplot), BTA'nın stabilitesinin belirlenmesinde kullanıldığına dair herhangi bir yayına rastlanılmamıştır.

Denemede kullanılan bir diğer çok değişkenli yöntem olan AMMI-Biplot'un BTA için verdiği sonuçlara göre (Çizelge 4.35), ilgili yöntemin dinamik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olmadığı anlaşılmaktadır. Mut ve ark. (2010a), Karimizadeh ve ark (2012a) ve Stagnari ve ark. (2013) ekmeklik buğdayda BTA'nın stabilitesini araştırmak

için AMMI-Biplot tekniği kullanmışlardır. Fakat anılan çalışmalarda, AMMI-Biplot tekniği, denemede kullandığımız ve yorumladığımız şeklide ele alınmamıştır. Dolayısıyla deneme bulgularımızın, literatür bulgularıyla karşılaştırılması mümkün olmamıştır. Diğer taraftan, deneme bulgularımız, AMMI-Biplot tekniğinin, BTA açısından genotiplerin özel ve genel adaptasyon yeteneklerinin belirlenmesinde kullanılacağını ortaya koymuştur. Fakat bu teknikte BTA, genel ortalamanın altında kalan yani statik stabil genotiplerin ön plana çıkması, söz konusu tekniğin en önemli dezavantajı olarak karşımıza çıkmaktadır.

Kullandığımız çok değişkenli yöntemlerden bir diğeri ise GGE-Biplot (Yan ve ark., 2000) yöntemi olup, bu yöntemle elde ettiğimiz sonuçların literatür bulgularıyla desteklenmesi maalesef mümkün olmayacaktır. Literatür taramasına göre sadece bir yayının, çalışma konumuzu ele aldığı tespit edilmiştir. Yan ve Kang (2003), buğdayda BTA üzerine GÇE etkisini belirlemek için GGE-Biplot tekniği kullanmışlar ve çalışma bulgularımıza benzer şekilde, ilgili tekniğin, genel adaptasyon kabiliyeti yüksek genotiplerin belirlenmesinde kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Fakat bu tip genotiplerin BTA değerlerinin genel ortalama civarında olmasını önemli bir eksiklik olarak rapor etmişlerdir. Diğer taraftan, BTA değerleri genel ortalamadan yüksek olmak şartıyla, özel adaptasyon yeteneği ve dinamik stabilitesi yüksek genotiplerin geliştirilebileceğini ifade etmişlerdir.

4.8. Farinograf Gelişim Süresi

4.8.1. Varyans Analizi

Deneme, 2012-2013 ve 2013-2014 yetiştirme sezonlarında OAB'nin 3 ilinde (Konya, Eskişehir ve Ankara) 20 ekmeklik buğday genotipi (5 çeşit + 15 hat) kullanılarak yürütülmüştür. Denemede kullanılan genotiplerin farinograf gelişim süresi (FGS) için birleştirilmiş varyans analizi yapılarak Genotip (G), Yıl (Y) ve Lokasyon (L) ana etkileri ile Genotip x Yıl Etkileşimi (GYE), Genotip x Lokasyon Etkileşimi (GLE) ve Genotip x Yıl x Lokasyon Etkileşimi (GYLE)'nin istatistiksel olarak önemlilik düzeyleri belirlenmiştir (Çizelge 4.36).

Varyans analizi sonuçlarına göre L ana etkisi ile GLE $P < 0.05$ düzeyinde, Y ve G ana etkisi ile Yıl x Lokasyon Etkileşimi (YLE), GYE ve GYLE $P < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Y, L ve G ana etkileri ile bunların birbirleriyle olan etkileşimlerinin önemli çıkması, genotiplerin stabilitelerinin belirlenmesi için FGS değerlerine stabilite analiz yöntemlerinin uygulanabileceğini göstermiştir. Ayrıca denemeye ait CV değerinin % 8.55

ve R^2 değerinin 0.96 çıkması, deneme hatasının kabul edilebilir düzeyde olduğunu göstermektedir (Gomez ve Gomez, 1984; Bowley, 1999).

Çizelge 4.36. Farinograf gelişim süresinin genotip, yıl ve lokasyon üzerinden birleştirilmiş varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F	% ^a
Genotip, Yıl ve Lokasyon Etkileşimi					
Yıl (Y)	1	64.51	64.51	918.12**	26
Lokasyon (L)	2	78.25	39.13	18.11*	31
Y x L Etkileşimi (YLE)	2	4.32	2.16	30.74**	2
Tekerrür (Y x L)	6	2.21			1
Genotip (G)	19	40.12	2.11	2.70**	16
G x Y Etkileşimi (GYE)	19	14.85	0.78	11.12**	6
G x L Etkileşimi (GLE)	38	24.99	0.66	1.62*	10
G x Y x L Etkileşimi (GYLE)	38	15.42	0.41	5.78**	6
Hata	114	8.01	0.07		3
Genel	239	252.68			100
Genotip ve Çevre Etkileşimi					
Çevre (Ç)	5	147.08	29.42	79.86**	58 ^b
Tekerrür (Ç)	6	2.21	0.37		1
Genotip (G)	19	40.12	2.11	3.63**	16 ^c
G x Ç Etkileşimi (GÇE)	95	55.26	0.58	8.28**	22 ^d
Hata	114	8.01	0.07		3
Genel	239	252.68			100

CV (%) = 8.55 $R^2 = 0.96$ Deneme Ortalaması = 3.1 (dk)

*,** sırasıyla $P < 0.05$ ve $P < 0.01$ seviyesinde önemli; ^a Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması (varyans payı), ^b Çevre varyansı (Yıl + Lokasyon + Y x L Etkileşimine ait varyans paylarının toplamı), ^c Genotip varyansı, ^d Genotip x Çevre Etkileşimi varyansı (G x Y + G x L + G x Y x L Etkileşimlerine ait varyans paylarının toplamı)

Varyasyon kaynakları içerisinde Y (% 26), L (% 31) ve G (% 16) ana etkileri, FGS üzerine en fazla etki eden unsurlar olmuştur (Çizelge 4.36). Öte yandan, YLE'nin etkisi (% 2) düşük seviyede kalmıştır. Y, L ve YLE üçü birlikte Çevre (Ç) etkisini oluşturmuş ve Ç'nin tüm varyasyon içindeki payı % 58 civarında belirlenmiştir. G ana etkisinin (% 16) toplam varyanstaki payı, Y ana etkisi (% 26) ile L ana etkinin (% 31) yaklaşık 1/2'si kadar olmuştur. GYE, GLE ve GYLE üçü birlikte Genotip x Çevre Etkileşimi (GÇE)'ni oluşturmuş ve GÇE'nin toplam varyasyondaki payı % 22 civarında olmuştur.

Birden fazla çevre üzerinden yürütülen denemelerde Ç ana etkisinin toplam varyasyondaki payı % 80-90 arasında değişirken GÇE payı, G ana etkisinin payından

genelde daha fazla olmaktadır (Romagosa ve Fox, 1993). Gauch ve Zobel (1996) G, Ç ve GÇE'nin toplam varyasyondaki paylarının sırasıyla % 10, % 70 ve % 20 şeklinde gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Denemede FGS için tespit edilen G, Ç ve GÇE'nin toplam varyasyondaki payları (sırasıyla % 16, % 58 ve % 22) Romagosa ve Fox (1993) ve Gauch ve Zobel (1996) tarafından bildirilen paylarla benzerlik göstermektedir (Çizelge 4.36).

4.8.2. Ortalamaların Karşılaştırılması

Denemede FGS'nin ortalaması, 3.1 dk olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.37). FGS üzerine yapılan literatür taramasına göre Ülkemizde ekmeklik buğdayların kalite sınıflandırılmasında kullanılacak FGS'nin minimum, optimum ve maksimum değerleri henüz ortaya konmuş değildir. Farinograf cihazını geliştiren Brabender Firması, ekmeklik buğdayda FGS'nin minimum ve maksimum aralığını 1-8 dk, optimum aralığını ise 2-6 dk şeklinde bildirmiştir (<https://www.brabender.com>). İlgili firmanın ortaya koyduğu FGS'leri dikkate alındığında, denemede kullanılan ekmeklik buğdaylar dört gruba ayrılmaktadır: Grup 1-FGS düşük (1-2 dk), Grup 2-FGS orta (3-4 dk), Grup 3-FGS yüksek (5-6 dk) ve Grup 4-FGS çok yüksek (7-8 dk).

Denemede önemli bir kalite kriteri olarak incelenen FGS, TMO'nun (Hububat Alım ve Satış Esaslarına İlişkin Uygulama Yönetmeliği) buğday alım kriterleri içerisinde yer almamaktadır (<https://www.tmo.gov.tr>). Fakat un fabrikaları buğday alımı yaparken kalite labotaruvarlarında FGS'ni belirlemekte ve fiyatlandırmada kullanmaktadır. Un fabrikalarıyla yapılan kişisel görüşmelerden elde edilen bilgilere göre ekmeklik buğdayda FGS'nin en az 3 dk olması gerektiği anlaşılmaktadır.

FGS, hamurun su kaldırma miktarı hakkında bilgi vermektedir. FGS ne kadar yüksek ise hamurun su kaldırması o kadar yüksek demektir. Dolayısıyla FGS süresinin yüksek olması arzu edilmektedir. FGS'ni gluten miktarı başta olmak üzere un iriliği ve zedelenmiş nişasta miktarı etkilemektedir. Toz şeklinde (ince) olmayan, iri tanecikli (düşük PSI) ve nişasta zedelenmesi yeterli düzeyde olan unların, genelde FGS'nin yüksek olması beklenmektedir (Elgün ve ark., 2001).

G, Y, L ve bunların birbirleriyle olan etkileşimlerine ait FGS değerleri Çizelge 4.37'de verilmiştir. Denemenin yürütüldüğü ikinci yılda (2013-2014 yetiştirme sezonu) birinci yıla (2012-2013 yetiştirme sezonu) kıyasla daha fazla FGS (3.3 – 2.9 dk = 0.4 dk) elde edilmiştir. Denemenin yürütüldüğü üç lokasyon (Konya, Eskişehir ve Ankara) birbiriyle karşılaştırıldığında, en yüksek FGS, Konya (3.3 dk) lokasyonundan ve akabinde Eskişehir lokasyonundan (3.2 dk) alınırken, en düşük FGS, Ankara (2.8 dk) lokasyonundan

alınmıştır. YLE'ne ait FGS değerleri incelendiğinde, birinci yılda en yüksek Eskişehir lokasyonundan (3.2 dk), ikinci yılda ise Konya lokasyonundan (3.6 dk), buna mukabil her iki yılda en düşük Ankara lokasyonundan (sırasıyla 2.6 ve 3.0 dk) elde edilmiştir.

Denemede yer alan genotipler yıl ve lokasyon üzerinden FGS değerleriyle kıyaslandığında, en yüksek ilk 6 genotip sırasıyla H9, H12, H7, H4, H2 ve H14 (4.0-4.4 dk – orta) olurken, en düşük ilk 4 genotip ise sırasıyla H10, H8, H13 ve H15 (2.1-2.2 dk – düşük) olmuştur (Çizelge 4.37). Hem en yüksek ve hemde en düşük FGS'ne sahip genotiplerin tümünü hatlar oluşturmuştur. Buna rağmen, genel olarak ifade edilecek olursa, hatların FGS'lerinin, çeşitlerin FGS'lerinden daha yüksek olduğu söylenebilir.

Genotiplerin denemenin yürütüldüğü yıllar ile olan etkileşimi (GYE) incelendiğinde (Çizelge 4.37), en yüksek FGS'nin birinci yılda (2012-2013 yetiştirme sezonu) sırasıyla H4, H9, H2, H12, H7 ve H14 (3.8-4.1 dk – orta)'den, ikinci yılda (2013-2014 yetiştirme sezonu) sırasıyla H9, H12, H7, H2, H4, H3 ve H14 (4.2-4.7 dk – orta)'den, en düşük ise birinci yılda sırasıyla H10, H8, Ç1 ve H5 (1.5-2.1 dk – düşük)'den ikinci yılda sırasıyla H15, H13, H8 ve H1 (2.1-2.3 dk – düşük)'den elde edilmiştir.

Genotiplerin lokasyonlarla olan etkileşimi (GLE) ele alındığında (Çizelge 4.37), en yüksek FGS, Konya lokasyonunda sırasıyla H4, H12, H9, H7, H14 ve H2 (4.3-4.6 dk – orta)'den; Eskişehir lokasyonunda sırasıyla H9, H12, H4, H2, H7 ve H14 (4.3-4.7 dk – orta)'den ve Ankara lokasyonunda sırasıyla H9, H7, H12, H2, H4 ve Ç3 (3.5-4.1 dk – orta)'den, en düşük ise Konya lokasyonunda sırasıyla H10, H15, H13 ve H8 (1.8-2.4 dk – düşük)'den; Eskişehir lokasyonunda sırasıyla H5, H8, H13, H10 ve H15 (1.9-2.5 dk – düşük)'den ve Ankara lokasyonunda sırasıyla H6, H8, H5, H1 ve Ç1 (1.9-2.0 dk – düşük)'den elde edildiği görülmüştür. Lokasyonlar üzerinden genotiplerin FGS değerlerine göre sıralamalarının değişmesi, yani yüksek FGS'ne sahip genotipler ile düşük FGS'ne sahip genotiplerin lokasyonlara göre farklılık göstermesini, Baker (1988) çapraz etkileşim olarak ifade etmiş ve bu tip etkileşimin FGS yüksek genotiplerin geliştirilme sürecini zorlaştırdığını bildirmiştir. Çünkü bu tip genotiplerin FGS değerleri lokasyondan lokasyona farklılık gösterebilmekte, dolayısıyla genel adaptasyon yetenekleri düşük iken özel adaptasyon yetenekleri yüksek olmaktadır. Diğer taraftan her üç lokasyonda en yüksek FGS'ne sahip genotipler içerisinde H4, H12, H7 ve H9'un olması, GÇE'nde çapraz olmayan etkileşimlerinde önemli düzeyde var olduğunu göstermektedir. Çapraz olmayan etkileşimlerde çoğunlukla genotiplerin çevreler üzerinden sıralamaları değişmemektedir. Bu durum genotiplerin stabilite düzeylerini olumlu yönde etkilemektedir.

Çizelge 4.37. Farinograf gelişim süresinin genotip, yıl ve lokasyon ile etkileşimlerine ait ortalamaları

Genotip	2012-2013				2013-2014				İki Yıl Ort.			
	K [†]	E	A	Ort.	K	E	A	Ort.	K	E	A	Gen. Ort.
Ç1	2.2	2.1	1.8	2.0	2.8	3.5	2.1	2.8	2.5	2.8	2.0	2.4
Ç2	2.8	3.1	2.4	2.8	4.2	3.8	2.7	3.6	3.5	3.5	2.6	3.2
Ç3	2.9	3.1	3.2	3.1	3.6	3.4	3.8	3.6	3.3	3.3	3.5	3.3
Ç4	2.5	2.8	2.1	2.5	3.2	2.6	2.1	2.6	2.9	2.7	2.1	2.6
Ç5	2.8	2.3	2.5	2.5	2.4	2.8	2.3	2.5	2.6	2.6	2.4	2.5
H1	2.5	2.8	2.4	2.6	2.9	2.5	1.6	2.3	2.7	2.7	2.0	2.5
H2	3.8	4.2	3.6	3.9	4.8	4.4	3.6	4.3	4.3	4.3	3.6	4.1
H3	3.1	3.6	3.5	3.4	4.1	3.8	2.9	3.6	3.6	3.7	3.2	3.5
H4	4.2	4.4	3.6	4.1	4.9	4.3	3.3	4.2	4.6	4.4	3.5	4.1
H5	3.2	1.6	1.5	2.1	3.4	2.1	2.5	2.7	3.3	1.9	2.0	2.4
H6	2.4	2.8	1.4	2.2	2.5	2.9	2.3	2.6	2.5	2.9	1.9	2.4
H7	3.8	4.1	3.4	3.8	4.9	4.5	4.2	4.5	4.4	4.3	3.8	4.2
H8	1.9	2.2	1.5	1.9	2.8	1.8	2.2	2.3	2.4	2.0	1.9	2.1
H9	3.9	4.8	3.5	4.1	4.9	4.5	4.6	4.7	4.4	4.7	4.1	4.4
H10	1.4	1.9	1.1	1.5	2.2	2.8	3.3	2.8	1.8	2.4	2.2	2.1
H11	3.1	3.8	3.5	3.5	3.9	3.1	2.8	3.3	3.5	3.5	3.2	3.4
H12	3.8	4.7	3.1	3.9	5.3	4.6	4.2	4.7	4.6	4.7	3.7	4.3
H13	2.9	2.1	1.8	2.3	1.7	2.1	2.8	2.2	2.3	2.1	2.3	2.2
H14	3.8	4.5	3.2	3.8	4.9	4.1	3.5	4.2	4.4	4.3	3.4	4.0
H15	1.8	3.1	2.2	2.4	1.8	1.9	2.5	2.1	1.8	2.5	2.4	2.2
Ort.	2.9	3.2	2.6	2.9	3.6	3.3	3.0	3.3	3.3	3.2	2.8	3.1

Y LSD_(0.05) = 0.2 (dk), L LSD_(0.05) = 0.3 (dk), YLE LSD_(0.05) = 0.4 (dk), G LSD_(0.05) = 1.1 (dk), GYE LSD_(0.05) = 1.2 (dk), GLE LSD_(0.05) = 1.3 (dk), GYLE LSD_(0.05) = 1.5 (dk)

[†] K, Konya; E, Eskişehir; A, Ankara

Denemede yer alan 3 konuya (G, Y ve L) ait etkileşimin (GYLE) FGS değerlerine yakından bakıldığında (Çizelge 4.37), birinci yılda (2012-2013 yetiştirme sezonu) en düşük FGS'nin Konya lokasyonunda sırasıyla H10, H15, H8, Ç1 ve H6 (1.4-2.4 dk – düşük)'den; Eskişehir lokasyonunda sırasıyla H5, H10, H13, Ç1 ve H8 (1.6-2.2 dk – düşük)'den ve Ankara lokasyonunda H10, H6, H5, H8, H13 ve Ç1 (1.1-1.8 dk – düşük)'den, en yüksek FGS ise Konya lokasyonunda sırasıyla H4, H9, H2, H7, H12 ve H14 (3.8-4.2 dk – orta)'ten, Eskişehir lokasyonunda sırasıyla H9, H12, H14, H4, H2 ve H7 (4.1-4.8 dk – orta)'den ve Ankara lokasyonunda sırasıyla H4, H2, H3, H9, ve H11 (3.5-3.6 dk – orta)'den; buna mukabil ikinci yılda (2013-2014 yetiştirme sezonu) en düşük FGS'nin Konya lokasyonunda sırasıyla H13, H15, H10 ve Ç5 (1.7-2.4 dk – düşük)'ten, Eskişehir lokasyonunda sırasıyla H8, H15, H13 ve H5 (1.8-2.1 dk – düşük)'ten ve Ankara lokasyonunda H1, H8, Ç1 ve Ç4 (1.6-2.1 dk – düşük)'den, en yüksek FGS ise Konya

lokasyonunda sırasıyla H12, H4, H7, H9, H14 ve H2 (4.8-5.3 dk – orta/yüksek)’den, Eskişehir lokasyonunda sırasıyla H12, H9, H7, H2, H4 ve H14 (4.1-4.6 dk – orta)’ten ve Ankara lokasyonunda sırasıyla H9, H7, H12 ve Ç3 (3.8-4.6 dk – orta)’den alındığı tespit edilmiştir.

4.8.3. Parametrik Stabilite Yöntemleri

Denemede 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeklik buğday genotipinin FGS yönüyle stabilitelelerini belirlemek için 8 parametrik stabilite yöntemi kullanılmıştır (Çizelge 4.38). İlk sırada yer alan çevre varyansı (S_{xi}^2) Roemer (1917) tarafından önerilmiştir. S_{xi}^2 değerleri, sıfıra yakın olan genotipler stabil olarak kabul edilmektedir (Lin ve ark., 1986; Becker ve Leon, 1988). S_{xi}^2 değeri sıfıra en yakın genotipler sırasıyla Ç3, Ç5, H2, H3, H11, Ç4, H1 ve H8 (2.1-4.1 dk – düşük/orta) iken, S_{xi}^2 değeri en yüksek olan genotipler ise sırasıyla H10, H12 ve H5 (2.4-4.3 dk – düşük/orta) olarak belirlenmiştir. Genotipler içerisinde 3 çeşit ve 5 hattın stabilite seviyeleri en yüksek iken, 3 hattın stabilite seviyeleri en düşük olmuştur. Stabilitesi en yüksek genotiplerden Ç3, H2, H3 ve H11’in FGS değerleri, genel ortalamanın (3.1 dk) üstünde Ç5, Ç4, H1 ve H8’in FGS değerleri ise genel ortalamanın altında yer almıştır. Ötü yandan stabilitesi en düşük genotipler içerisinde H10 ve H5’in FGS değerleri genel ortalamanın altında, H12’nin FGS değeri ise genel ortalamanın üstünde gerçekleşmiştir.

Eberhart ve Russell (1966) stabilite analizlerinde doğrusal regresyon katsayısının (b_i) ve regresyondan sapmalar kareler ortalamasının (S_{di}^2) stabilite parametresi olarak kullanılabileceğini; stabil bir genotipin b_i değerinin 1 civarında, FGS’nin genel ortalamanın üstünde ve S_{di}^2 değerinin sıfıra yakın olması gerektiğini bildirmişlerdir. Eberhart ve Russell (1966)’ın 3 stabilite kriterine göre en stabil genotipler sırasıyla H9, H7, H2, H4 ve H3 (3.5-4.4 dk – orta) olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.38). En stabil 5 genotipin tümünün hatlardan oluşması, ekmeklik buğday çeşit geliştirme sürecinde yüksek FGS’nin ve stabilitesinin dikkate alındığını göstermektedir. Diğer taraftan bazı genotiplerin b_i değerleri 1’den yüksek (H12, Ç2 ve H14 (3.2-4.3 dk – orta)) için $b_i > 1.4$) ya da 1’den düşük (H15, H13, Ç5, H11 ve Ç3 (2.2-3.4 dk – düşük/orta) için $b_i < 0.6$) olarak belirlenmiştir. Finlay ve Wilkinson (1963) arpada, Sakin ve ark. (2011b) makarnalık buğdayda yaptıkları çalışmalarda bazı genotiplerin b_i değerlerini 1’den yüksek ve/veya düşük bulmuşlardır. Finlay ve Wilkinson (1963)’a göre b_i değeri sıfıra yakın genotipler, kötü çevrelerde yüksek FGS verirken, b_i değeri 1’den yüksek olan genotipler ise iyi

çevrelerde yüksek FGS vermektedir. Aynı zamanda b_i değeri sıfıra yakın genotiplerin stabiliteeleri, ortalamanın üstünde, b_i değeri 1'den yüksek olan genotiplerin ise stabiliteeleri ortalamanın altındadır (Finlay ve Wilkinson, 1963).

Pinthus (1973), belirtme katsayısının (r_i^2) bir stabilite parametresi olarak kullanılabileceğini bildirmiştir. r_i^2 değeri 1'e yakın olan genotipler stabil olarak kabul edilmektedir (Pinthus, 1973). r_i^2 değeri en yüksek (1'e yakın) genotipler sırasıyla H7, H12, H2 ve Ç4 (2.6-4.3 dk – düşük/orta) iken, stabilitesi en düşük genotipler (r_i^2 değeri sıfıra yakın) ise sırasıyla H13, H11, Ç3, Ç5 ve H15 (2.2-3.4 dk – düşük/orta) olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.38). Stabilitesi en yüksek genotipler içerisinde sadece Ç4'in FGS, genel ortalamanın (3.1 dk) altında olup, diğerlerinin FGS'leri genel ortalamanın üstünde gerçekleşmiştir. Diğer taraftan stabilitesi en düşük genotiplerden H11 ve Ç3'ün FGS'leri genel ortalamanın üstünde, diğerleri ise genel ortalamanın altında yer almıştır.

Wricke (1962), stabiliteyi bir genotipin GÇE'ne katkısı olarak belirlemiştir. Bir genotipin, GÇE içerisindeki payını, Wricke (1962) ekovalans (W_i^2) olarak tanımlamış ve W_i^2 değeri, sıfıra yakın olan genotiplerin stabil olacağını bildirmiştir. Wricke (1962)'in W_i^2 yöntemine alternatif olarak Shukla (1972), stabilite varyansını (σ_i^2) önermiştir. Wricke ve Weber (1980), σ_i^2 ile W_i^2 arasında doğrusal bir ilişkinin olduğunu, dolayısıyla her iki yöntemine göre genotiplerin stabilite sıralamalarının aynı olacağını bildirmişlerdir. Çizelge 4.38'de verilen σ_i^2 ve W_i^2 değerlerine bakıldığında, her iki yöntemine göre genotip sıralamalarının aynı olduğu görülmektedir. İki parametreye göre en stabil genotipler sırasıyla H2, Ç4, H7, H8 ve H9 (2.1-4.4 dk – düşük/orta) iken, stabilitesi en düşük olan genotipler ise sırasıyla H10, H13, H5 ve H15 (2.1-2.2 dk – düşük) olmuştur. Stabilitesi en yüksek genotipler içerisinde H2, H7 ve H9'un FGS'leri, genel ortalamanın (3.1 dk) üstünde, stabilitesi en düşük genotiplerin FGS'leri ise genel ortalamanın altında yer almıştır.

Parametrik stabilite yöntemlerine ilave olarak Francis ve Kannenberg (1978), varyasyon katsayısı (CV_i) yöntemini önermiştir. Bu yöntemine göre stabil bir genotipin CV_i değeri sıfıra yakın ve FGS, genel ortalamanın (3.1 dk) üstünde olmalıdır. Bu iki stabilite parametresine göre en stabil genotipler sırasıyla Ç3, H2, H7 ve H3 (3.3-4.2 dk – orta) iken, stabilitesi en düşük genotipler ise sırasıyla H10, H5, Ç1, H15 ve H13 (2.1-2.4 dk – düşük) olmuştur (Çizelge 4.38). Bir başka ifadeyle, stabilitesi en düşük genotiplerin tümünün FGS değerleri, genel ortalamanın altında kalmıştır.

Çizelge 4.38. Farinograf gelişim süresi için parametrik stabilite yöntemleri

Genotip	\bar{X}^\dagger	S_{xi}^2	b_i	S_{di}^2	r_i^2	W_i^2	σ_i^2	CV_i	P_i
Ç1	2.4	0.3	1.27	0.3	0.58	1.1*	0.2*	25.8	2.3*
Ç2	3.2	0.4	1.61**	0.1	0.47	0.7	0.1	21.9	0.9
Ç3	3.3	0.1	0.52*	0.2	0.41	0.8	0.1	9.9	0.8
Ç4	2.6	0.2	1.10	0.1	0.80	0.2	0.1	16.5	1.9
Ç5	2.5	0.1	0.45**	0.1	0.42	0.9*	0.2*	9.2	2.2*
H1	2.5	0.2	0.66	0.3	0.61	0.9*	0.2*	18.7	2.3*
H2	4.1	0.2	1.21	0.1	0.85	0.2	0.1	11.9	0.2
H3	3.5	0.2	0.83	0.2	0.71	0.6	0.1	12.6	0.6
H4	4.1	0.3	1.29	0.2	0.72	0.7	0.1	14.1	0.2
H5	2.4	0.6	1.14	0.4	0.49	2.4**	0.5**	33.5	2.5*
H6	2.4	0.3	1.24	0.1	0.62	0.6	0.1	22.4	2.3*
H7	4.2	0.3	1.26	0.1	0.90	0.3	0.1	12.6	0.1
H8	2.1	0.2	1.06	0.1	0.65	0.3	0.1	21.5	3.1**
H9	4.4	0.3	1.20	0.2	0.76	0.5	0.1	12.6	0.1
H10	2.1	0.7	1.09	0.9	0.62	2.7**	0.6**	39.3	3.1**
H11	3.4	0.2	0.49**	0.3	0.38	0.9*	0.2*	12.9	0.8
H12	4.3	0.6	1.62**	0.1	0.86	0.9*	0.2*	17.9	0.1
H13	2.2	0.3	0.40**	0.4	0.37	2.3**	0.5**	22.6	2.9*
H14	4.0	0.4	1.53*	0.1	0.77	0.6	0.1	15.8	0.2
H15	2.2	0.3	0.40**	0.3	0.43	2.1**	0.5**	23.1	2.9*
Ort.	3.1	0.3	1.00	0.2	0.62	1.0	0.2	18.7	1.5

*, ** sırasıyla $P < 0.05$ ve $P < 0.01$ seviyesinde önemli (stabil değil)

$\dagger \bar{X}$, Farinograf gelişim süresi (dk); S_{xi}^2 , Çevre varyansı (Roemer, 1917); b_i , Regresyon katsayısı (Eberhart ve Russell, 1966); S_{di}^2 , Regresyondan sapmalar kareler ortalaması (Eberhart ve Russell, 1966); r_i^2 , Belirtme katsayısı (Pinthus, 1973); W_i^2 , Ekovalans (Wricke, 1962); σ_i^2 , Stabilite varyansı (Shukla, 1972); CV_i , Varyasyon katsayısı (Francis ve Kanenberg, 1978); P_i , Üstünlük ölçütü (Lin ve Binns, 1988)

Üstünlük ölçütü (P_i), bir çevrede denemeye alınan bir genotipin FGS değeri ile o çevrede denemeye alınan diğer genotipler arasında maksimum FGS'ni veren genotipin değeri arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır (Lin ve Binns, 1988). Bir genotipin FGS'nin farklı çevrelerde sürekli yüksek seyretmesi, o genotipin FGS'nin maksimum FGS'ne yakın olacağı anlamına gelmektedir. Dolayısıyla bir genotipin P_i değeri sıfıra yakınsa stabilitesi yüksek olarak değerlendirilmektedir. Aynı zamanda Lin ve Binns (1988), P_i değerinin genotiplerin genel adaptasyon yeteneklerinin bir göstergesi olduğunu ve çevreler üzerinden performans ortalamalarına göre kıyaslama yapılmasının doğru olacağını bildirmişlerdir. P_i ile FGS değerleri birlikte değerlendirildiğinde en stabil genotiplerin sırasıyla H9, H12, H7, H2, H4 ve H14 (4.0-4.4 dk – orta) iken, stabilitesi en düşük olan genotipler ise sırasıyla H10, H8, H13 ve H15 (2.1-2.2 dk – düşük) olmuştur (Çizelge 4.38). Stabilitesi en yüksek genotiplerin aynı zamanda FGS'leri genel ortalamanın (3.1 dk) üstünde, stabilitesi en

düşük genotiplerin FGS'leri ise genel ortalamanın altında kalmıştır. Stabilitesi en yüksek ilk altı genotipin tümü, hatlardan oluşmaktadır.

4.8.4. Parametrik Olmayan Stabilite Yöntemleri

Denememizde 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeklik buğday genotipinin FGS yönüyle stabilitelerini belirlemek için 8 parametrik olmayan stabilite yöntemi kullanılmıştır (Çizelge 4.39).

Denemede kullanılan parametrik olmayan stabilite yöntemlerinden ilk dördü ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$) Huehn (1979) tarafından geliştirilmiştir (Çizelge 4.39). Stabil bir genotipin $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$ değerleri sifira yakın olmalıdır (Huehn, 1996). Huehn (1979)'ün 4 parametrik olmayan stabilite yöntemine ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$) göre en stabil genotipler sırasıyla H2, Ç4, H7 ve H8 (2.1-4.2 dk – düşük/orta) olarak belirlenmiştir. Stabilitesi en düşük genotipler ise sırasıyla H5, H15, H10 ve H13 (2.1-2.4 dk – düşük) olarak tespit edilmiştir. Öte yandan stabilitesi en yüksek genotipler içerisinde H2 ve H7'nin FGS'leri, genel ortalamanın (3.1 dk) üzerinde, stabilitesi en düşük genotiplerin FGS'leri, genel ortalamanın altında gerçekleşmiştir.

Kang (1988), parametrik olmayan stabilite yöntemi olarak Sıra-Toplam (RS) yöntemini önermiştir. Deneme çevreleri üzerinden en yüksek FGS'ne sahip genotipe sıra değeri olarak 1 verilirken, en düşük genotipe ise en yüksek sıra değeri (genotip sayısı kadar) verilir. Kang (1988) aynı zamanda Shukla (1972)'nin stabilite varyansını da (σ_i^2) RS yöntemine dâhil etmiştir. Her bir genotip için σ_i^2 değeri hesaplandıktan sonra en düşük σ_i^2 değerine sahip genotipe sıra değeri olarak 1 verilirken (FGS sıralamasında yapıldığı gibi), en yüksek σ_i^2 değerine sahip genotipe ise en yüksek sıra değeri (genotip sayısı kadar) verilir. Hem FGS ve hem de Shukla (1972)'nin stabilite varyansı (σ_i^2) değerlerine göre oluşturulan sıra değerleri, toplanarak RS değerleri elde edilmektedir. RS değeri en düşük olan genotip, en yüksek stabiliteye sahip olmaktadır (Kang, 1988). Bu tanıma göre en yüksek stabiliteye sahip genotipler sırasıyla H9, H7, H2, H14 ve Ç4 (2.6-4.4 dk – düşük/orta) iken, en düşük stabiliteye sahip genotipler ise sırasıyla H10, H13, H15, H5 ve Ç1 (2.1-2.4 dk – düşük) olmuştur (Çizelge 4.39). Stabilitesi en yüksek genotipler içerisinde H9, H7, H2 ve H14'ün FGS değerleri, genel ortalamanın (3.1 dk) üzerinde, stabilitesi en düşük genotiplerin FGS değerleri, genel ortalamanın altında kalmıştır.

Fox ve ark. (1990), parametrik olmayan stabilite yöntemi olarak en üst sıra (TOP), orta sıra (MIDDLE) ve en alt sıra (BOTTOM) yöntemlerini önermişlerdir. Söz konusu üç

yöntem içerisinde en yayın olarak kullanılanı, en üst sıra (TOP) yöntemidir. En üst sıra (TOP) yönteminde, farklı çevrelerde denemeye alınan genotiplerin en yüksekten başlamak üzere FGS sıralamasına göre her çevrede ilk üç sırada yer alma oranı belirlenmektedir. En üst sıra (TOP) değeri 100'e en yakın olan genotip, en stabil olarak kabul edilmektedir. Yüksek TOP değeri bir genotipin genel adaptasyon yeteneğini de göstermektedir. Fox ve ark. (1990) tarafından yapılan tanıma göre en yüksek stabiliteye sahip genotipler, FGS değerleriyle birlikte değerlendirildiğinde sırasıyla H9, H7, H2 (TOP değeri = 100.0 ve FGS = 4.1-4.4 dk – orta), H12, H4 ve H14 (TOP değeri = 83.3 ve FGS = 4.0-4.3 dk – orta) iken, en üst sıraya (TOP) giremeyen genotipler ise Ç1, Ç2, Ç4, Ç5, H1, H5, H6, H8, H10, H13 ve H15 (2.1-3.2 dk – düşük/orta) olarak belirlenmiştir. En stabil genotiplerin tümü hatlardan oluşmuştur. Stabilesi en düşük genotipler içerisinde sadece Ç2'nin FGS değeri, genel ortalamanın (3.1 dk) üstünde yer almıştır (Çizelge 4.39).

Çizelge 4.39. Farinograf gelişim süresi için parametrik olmayan stabilite yöntemleri

Genotip	\bar{X}^\dagger	$S_i^{(1)}$	$S_i^{(2)}$	$S_i^{(3)}$	$S_i^{(6)}$	RS	TOP	RM	SDR
Ç1	2.4	6.8	35.0	3.8	0.9	30	0.0	15.0	3.3
Ç2	3.2	6.7	39.6	2.7	1.1	21	0.0	9.7	2.3
Ç3	3.3	7.3	37.6	3.6	1.3	19	16.6	8.5	2.5
Ç4	2.6	3.6	9.7	1.7	0.6	12	0.0	14.3	2.6
Ç5	2.5	7.7	39.8	2.2	0.8	25	0.0	13.8	2.4
H1	2.5	7.2	36.2	3.1	0.9	25	0.0	14.8	2.9
H2	4.1	3.6	8.8	2.7	1.4	7	100.0	4.0	1.8
H3	3.5	6.8	31.3	2.1	0.9	15	16.6	7.3	2.2
H4	4.1	6.1	28.6	7.5	2.8	13	83.3	3.5	2.3
H5	2.4	10.3**	73.8**	8.1	1.6	34	0.0	14.2	4.8
H6	2.4	6.9	33.6	2.0	0.7	22	0.0	15.5	2.3
H7	4.2	4.4	14.2	3.0	1.9	6	100.0	3.8	1.8
H8	2.1	4.5	15.3	1.0	0.4	24	0.0	17.3	1.8
H9	4.4	7.0	33.1	3.3	2.5	6	100.0	2.5	1.4
H10	2.1	9.8**	74.7**	7.5	1.4	39	0.0	16.5	4.7
H11	3.4	8.3	48.4	3.9	1.3	22	16.6	8.5	2.2
H12	4.3	8.7	54.2	14.0	4.1	17	83.3	3.5	3.1
H13	2.2	9.3*	59.4*	5.1	1.2	35	0.0	15.7	3.8
H14	4.0	7.0	33.0	2.8	1.6	12	83.3	5.7	1.6
H15	2.2	10.3**	76.3**	4.9	1.3	35	0.0	15.8	3.6
Ort.	3.1	7.1	39.1	4.3	1.4	21.0	30.0	10.5	2.7

*, ** sırasıyla $P < 0.05$ ve $P < 0.01$ seviyesinde önemli (stabil değil)

$\dagger \bar{X}$, Farinograf gelişim süresi (dk); Huehn (1979)'nın parametreleri $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$; RS, Sıra-Toplam (Kang, 1988); TOP, Fox ve ark. (1990)'nin en üst sıra parametresi; RM, Sıra ortalaması (Ketata, 1988); SDR, Sıranın standart sapması (Ketata, 1988)

Ketata (1988), parametrik olmayan stabilite yöntemleri olarak sıra ortalaması (RM) ve sıranın standart sapması (SDR) yöntemlerini önermiştir. Bu iki yöntem uygulanırken, genotipler her bir çevrede büyüklüklerine göre sıralanmakta ve en yüksek FGS'ne sahip genotipe sıra değeri olarak 1 verilmektedir. Daha sonra farklı çevrelerdeki sıra değerlerinin ortalaması ve standart sapması hesaplanmaktadır. Genotiplerin RM ve SDR değerleri dikkate alınarak stabilite ve adaptasyon durumları hakkında yorum yapılabilmektedir. Bu bilgi doğrultusunda, düşük RM ve SDR değerlerine sahip genotipler (sırasıyla H9, H7, H4 ve H2) yüksek FGS'ne sahip (4.0-4.4 dk – orta) ve stabil (Çizelge 4.39); düşük RM ve yüksek SDR değerlerine sahip genotipler (sırasıyla H12, Ç3 ve Ç2) yüksek FGS'ne sahip (3.2-4.3 dk – orta) ve stabil değil; yüksek RM ve SDR değerlerine sahip genotipler (sırasıyla H10, H15, H13, Ç1, H1 ve H5) düşük FGS'ne sahip (2.1-2.5 dk – düşük) ve stabil değil; yüksek RM ve düşük SDR değerlerine sahip genotipler (sırasıyla H8, H6, Ç4 ve Ç5) ise düşük FGS'ne sahip (2.1-2.6 dk – düşük) ve stabil olarak değerlendirilmektedir.

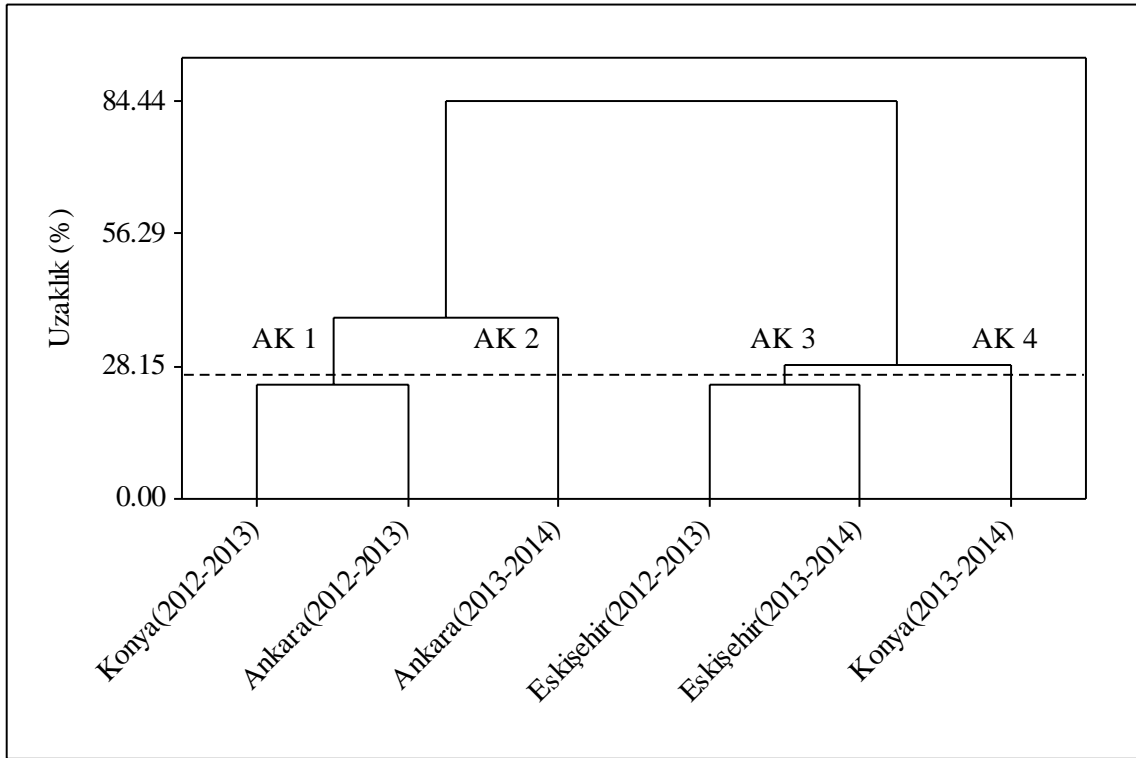
4.8.5. Çok Değişkenli (Multivariate) Yöntemler

Denemede 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeklik buğday genotipinin FGS yönüyle stabilitelerini belirlemek için 3 tane çok değişkenli yöntem kullanılmıştır.

Çok değişkenli yöntemlerin birincisi olan Pattern Analizi (PA), hem Kümeleme (CA) ve hem de Ana Bileşenler Analiz (PCA) yöntemlerini içermektedir (Alagarswamy ve Chandra, 1998). PA-CA sonuçlarına göre denemenin yürütüldüğü çevreler dört alt kümeye (AK 1, AK 2, AK 3 ve AK 4) ayrılmıştır (Şekil 4.36). Birinci alt kümeyi (AK 1) Konya (2012-2013) ve Ankara (2012-2013) çevreleri; ikinci alt kümeyi (AK 2) sadece Ankara (2013-2014) çevresi; üçüncü alt kümeyi (AK 3) Eskişehir'in iki çevresi (2012-2013 ve 2013-2014) ve dördüncü alt kümeyi (AK 4) ise sadece Konya (2013-2014) çevresi oluşturmuştur.

Çevrelerin kümelenme davranışlarına bakıldığında (Şekil 4.36), Konya ve Ankara çevrelerinin 3 alt kümeye dağıldığı görülmektedir. Yıllar arası farklılıklar hem Konya ve hem de Ankara çevrelerinin birbirinden farklı olduğu göstermektedir. Lokasyon farklılığı, birinci yılda Konya ve Ankara çevresi için söz konusu değil iken, ikinci yılda bu çevreler farklılık sergilemişlerdir. Fakat Eskişehir lokasyonu, yıllar arası farklılık göstermemiştir. Eskişehir lokasyonunda genotiplerin performansları, yıllar üzerinden benzerlik gösterdiğinden dolayı, bu lokasyonun iki çevresi arasındaki ilişki pozitif yönde olmuştur. Diğer taraftan Eskişehir lokasyonunun diğer iki lokasyondan farklı olduğu belirlenmiştir.

(Şekil 4.36). Denemede tüm çevreler dikkate alındığında genotiplerin FGS'leri üzerine hem yılın ve hem de lokasyonun etkili olduğu (GYLE) anlaşılmaktadır.

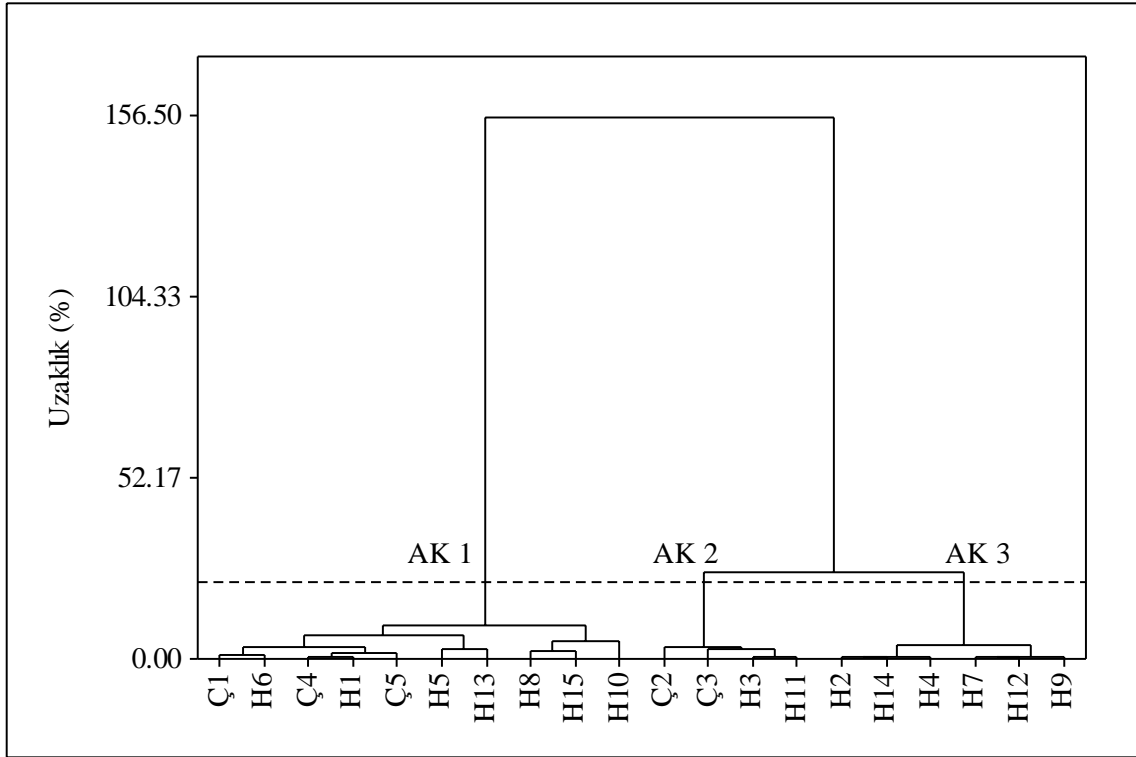


Şekil 4.36. Farinograf gelişim süresi için lokasyonların yıllara göre dendrogramı (AK, Alt Küme; Uzaklık % 20)

Denemede yer alan genotiplerin PA-CA'ndan elde edilen dendrogramı **Şekil 4.37'**de verilmiştir. PA-CA'ne göre genotipler, 3 alt kümeye (AK 1, AK 2 ve AK 3) ayrılmıştır. AK 1'de 10 genotip (Ç1, H6, Ç4, H1, Ç5, H5, H13, H8, H15 ve H10), AK 2'de 4 genotip (Ç2, Ç3, H3 ve H11) ve AK 3'de 6 genotip (H2, H14, H4, H7, H12 ve H9) yer almıştır. AK 1'de bulunan 10 genotipin FGS'leri, genel ortalamadan (3.1 dk) düşük, AK 2 ve 3'de mevcut 10 genotipin FGS'leri (3.2-4.4 dk – orta) ise genel ortalamadan yüksek olmuştur (Çizelge 4.37). FGS değeri yüksek (AK 2 ve 3) ve düşük (AK 1) genotiplerin ayrı alt kümelerde yer alması, genotiplerin kümelenme davranışlarının açıklanmasında FGS'lerinin yeterli bir ölçüt olarak kullanılabileceğini göstermektedir. İlave olarak FGS'leri, genel ortalamadan (3.1 dk) yüksek olan genotiplerin iki alt kümede (AK 2 ve 3) toplanmasının sebebi, ancak genotipik farklılıklarla açıklanabilir.

Ana Bileşenler Analizi (PCA)'yle elde edilen PA-Biplot'u Şekil 4.38'de verilmiştir. PA-Biplot'un ilk iki ana bileşeni, GÇE'nin kareler toplamının % 88'sini (sırasıyla PC1 = % 81 ve PC2 = % 7) açıklamıştır. PA-Biplot'un orijininin geçen vektörler çevreleri, H

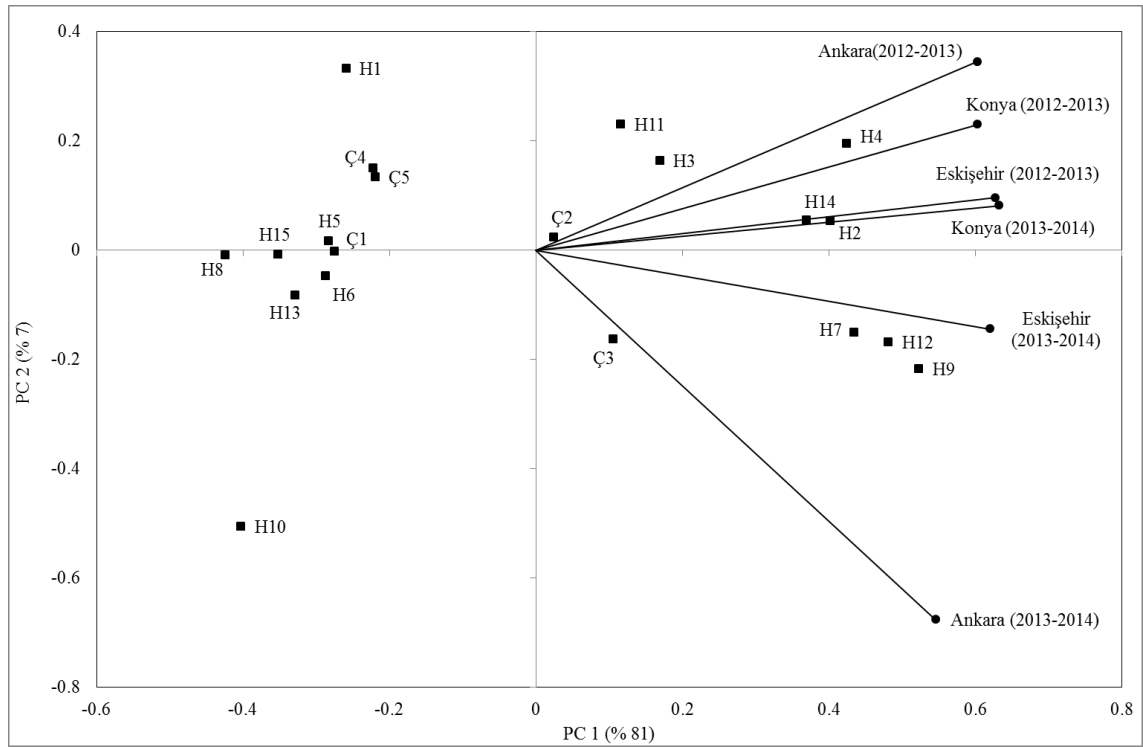
(Hat) ve Ç (Çeşit) sembolleri ise genotipleri göstermektedir. Çevre vektörleri arasındaki açılar, çevrelerin kendi aralarında benzerliğine ya da farklılığa işaret etmektedir. Örneğin Konya (2012-2013), Eskişehir (2012-2013) ve Ankara (2012-2013) çevrelerine ait vektörler arasındaki açı $< 90^\circ$ olduğundan dolayı, denemenin ilk yılına ait üç çevre arasında benzerlik yüksek düzeydedir.



Şekil 4.37. Farinograf gelişim süresi için genotiplerin dendrogramı (AK, Alt Küme; H, Hat; Ç, Çeşit; Uzaklık % 20)

Denemenin birinci yılına ait Şekil 4.36’da verilen dendrogramda Konya (2012-2013) ve Ankara (2012-2013) çevreleri AK 1’de yer alırken, Eskişehir (2012-2013) çevresi, AK 3’de yer almıştır. Hâlbuki bu üç çevre, Şekil 4.38’de verilen PA-Biplot’ta yüksek benzerlik göstermiştir. Netice itibariyle denemenin ilk yılına ait PA-Biplot bulguları ile PA-CA bulguları arasında benzerlik tespit edilememiştir. Öte yandan PA-Biplot (Şekil 4.38) üzerinde ikinci yılına ait çevrelerin vektörel ilişkileri incelendiğinde, Konya (2013-2014) ile Eskişehir (2013-2014) çevre vektörleri arasındaki açının 90° ’den düşük olduğu, dolayısıyla bu iki çevrenin yüksek oranda benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Fakat Ankara (2013-2014) çevre vektörü ile ikinci yıla ait diğer iki çevre vektörü arasındaki açı, 90° ’ye yakın olduğundan dolayı, bu çevrelerin benzerlik oranları düşüktür.

Ankara (2013-2014) çevresine ait vektörün (Şekil 4.38) diğer çevre vektörleriyle herhangi bir benzerlik göstermemesi ve çevre dendrogramında (Şekil 4.36) münferit olarak AK 4’de yer alması; PA-CA ve PA-Biplot bulgularının birbiriyle uyumlu olduğunu göstermektedir. Fakat denemenin ikinci yılına ait diğer iki çevrenin (Konya ve Eskişehir (2013-2014)) PA-CA bulguları ile PA-Biplot bulguları farklılık arz etmektedir. Çünkü Eskişehir (2013-2014) çevresi, Eskişehir (2012-2013) çevresi ile birleşerek aynı alt kümede (AK 3) yer almıştır. Konya (2013-2014) çevresi ile her iki Eskişehir çevresi (Şekil 4.38) arasında yüksek benzerlik olmasına rağmen, ikinci yıla ait Konya çevresi münferit olarak AK 2’de yer almıştır. Bu durum ikinci yıla ait PA-Biplot bulguları ile PA-CA bulgularının uyumluluk düzeyini azaltmıştır.



Şekil 4.38. Farinograf gelişim süresinin PA-Biplot’u (H, Hat; Ç, Çeşit)

PA-Biplot (Şekil 4.38) incelendiğinde, her iki yıla ait tüm çevrelerin biplotun birinci ekseninin (PC 1) pozitif kısmında yer aldığı görülmektedir. Diğer taraftan birinci yıla ait tüm çevreler ile ikinci yıla ait Konya çevresi biplotun ikinci ekseninin pozitif kısmında, ikinci yıla ait Eskişehir ve Ankara çevreleri ise ikinci ekseninin negatif kısmında yer almıştır. Biplotun her iki eksenini, birbiriyle karşılaştırıldığında birinci eksenin tüm çevreleri ayırma yeteneğine sahip olduğu görülmektedir. Bu durum, FGS üzerine GYLE’nin etkisi

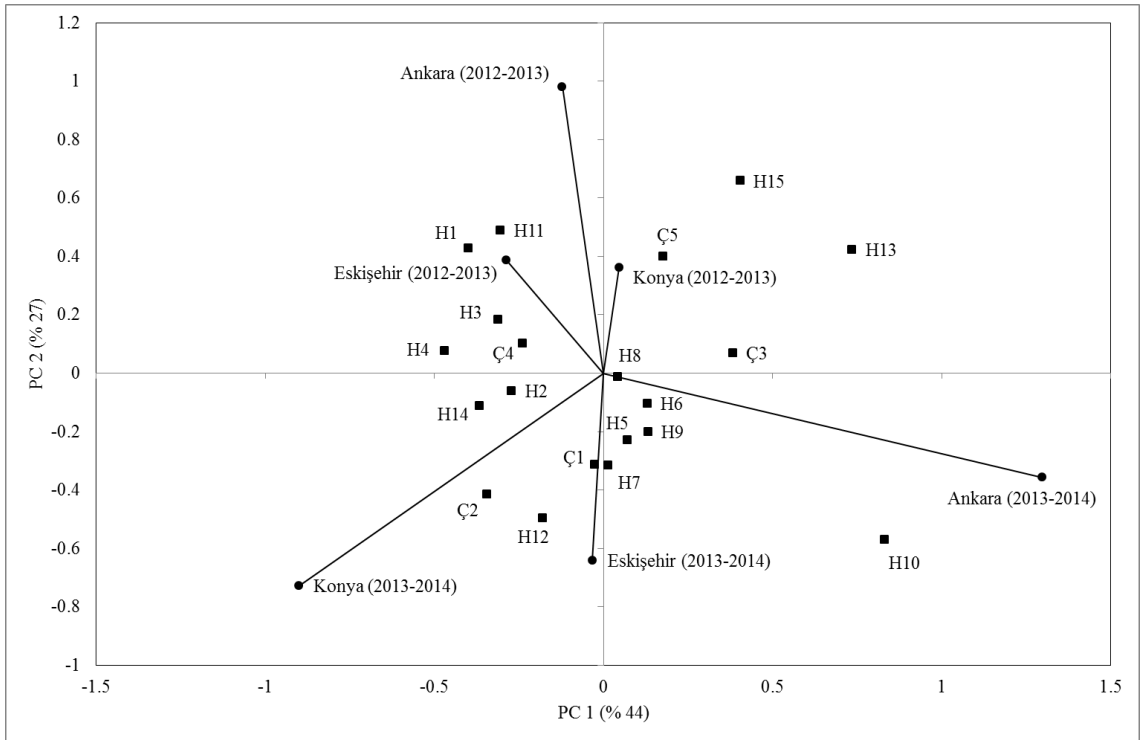
ile izah edilebilir. Çünkü çevrelerin birinci eksen üzerinde aynı yönde yer alması, yüksek FGS'ne sahip genotiplerin ortaya çıkmasına yardımcı olmuştur (Baker, 1988).

Birbirine benzer genotipler PA-Biplot (Şekil 4.38) üzerinde birbirine yakın olarak yer almaktadır. Birbirinden farklı genotipler, biplot üzerinde zıt yerlerde toplanmaktadır (Alagarswamy ve Chandra, 1998). Ç2, Ç3, H3, H11, H4, H14, H2, H7, H12 ve H9 kodlu genotipler (3.2-4.4 dk – orta) ana bileşen eksenini 1 (PC 1)'in pozitif kısmında; H1, Ç4, Ç5, Ç1, H5, H15, H8, H13, H6 ve H10 (2.1-2.6 dk – düşük) kodlu genotipler ise PC 1'in negatif kısmında yer almışlardır (Şekil 4.38). Bu durum, iki genotip grubunun birbirinden farklı FGS'lerine sahip olduğunu göstermektedir. İlk grupta yer alan genotiplerin (ana bileşen eksenini 1 (PC 1)'in pozitif kısmında) FGS'leri, genel ortalamanın (3.1 dk) üstünde, ikinci grupta yer alan genotiplerin (PC 1'in negatif kısmında) FGS'leri ise genel ortalamanın altında gerçekleşmiştir. İlk grupta yer alan genotiplerin tümü (sırayla Ç3, H7, H12, H9, H2, H14, H4, Ç2, H3 ve H11) en iyi performansı ya da adaptasyonu sırasıyla Ankara (2013-2014), Eskişehir (2013-2014), Konya (2013-2014), Eskişehir (2012-2013), Konya (2012-2013) ve Ankara (2012-2013) çevrelerinde göstermiştir. Öte yandan ikinci grupta yer alan genotiplerin hiç birisinin, tüm deneme çevrelerine adaptasyonu mümkün olmamıştır. Bir başka ifadeyle bu genotipler, PA-Biplot üzerinde çevrelere göre zıt yönde yer almışlardır (Şekil 4.38). Diğer taraftan PA-Biplot'un merkezinde (orijininde) yer alan Ç2'nin tüm çevrelere adaptasyonu yüksek olup, FGS değeri (3.2 dk – orta), genel ortalamanın (3.1 dk) üstünde kaydedilmiştir (Çizelge 4.37 ve Şekil 4.38).

Denemede kullanılan çok değişkenli yöntemlerden ikincisi, AMMI (Eklemeli Ana Etkiler ve Çarpımsal Etkileşimler Analizi) yöntemidir. AMMI analizinden elde edilen AMMI-Biplot'u Şekil 4.39'da verilmiştir. AMMI-Biplot'un ilk iki eksenini, GÇE'nin % 71'i (sırasıyla PC 1 = % 44 ve PC 2 = % 27) açıklamıştır. Bu oran (% 71), PA-Biplot'un (Şekil 4.38) açıklama oranından (% 88) % 17 daha düşüktür. Buna rağmen her iki biplotun GÇE'ni açıklama oranı % 70'in üzerinde gerçekleşmiştir (Gauch, 1988).

AMMI-Biplot üzerinde dağılışı gösteren genotipler ve çevre vektörlerinin birbirleriyle olan ilişkilerine bakıldığında (Şekil 4.39), PA-Biplot'tan (Şekil 4.38) farklı olduğu görülmektedir. AMMI-Biplot'ta Konya (2012-2013) ile Ankara (2012-2013) çevre vektörleri arasında benzerlik ilişkisi, hem PA-CA'dan elde edilen AK 1'de (Şekil 4.36) ve hem de PA-Biplot'ta (Şekil 4.33) olduğu gibi yüksektir. Fakat Eskişehir (2012-2013) çevresinin Konya (2012-2013) ve Ankara (2012-2013) çevreleriyle AMMI-Biplot ve PA-Biplot'ta gösterdiği yüksek ilişki ($< 90^\circ$), PA-CA bulgularıyla doğrulanmamıştır. Diğer taraftan ikinci yıldaki çevrelerin AMMI-Biplot üzerindeki dağılışı, PA-Biplot bulgularıyla

kısmi olarak farklılık göstermektedir. Bu farklılık Ankara (2013-2014) çevresinin diğer iki çevreden uzaklaşmasından kaynaklanmaktadır. Fakat söz konusu üç çevre için PA-CA bulguları (Şekil 4.36) ile AMMI-Biplot bulguları oldukça yüksek benzerlik göstermiştir. PA-CA’da ikinci yıla ait üç çevre, üç farklı alt kümede (AK 2, 3 ve 4) yer almışlar. Ankara (2013-2014) çevresi PA-CA, PA-Biplot ve AMMI-Biplot yöntemlerde diğer iki çevreden farklı olduğunu ortaya koymuştur. Fakat diğer iki çevre (Konya (2013-2014) ve Eskişehir (2013-2014) arasındaki benzerlik iki biplot yöntemiyle doğrulanırken, PA-CA dendrogramında (Şekil 4.36) farklı alt kümelerde yer almışlardır.



Şekil 4.39. Farinograf gelişim süresinin AMMI-Biplot’u (H, Hat; Ç, Çeşit)

AMMI-Biplot üzerinde çevrelerin pozisyonları incelendiğinde (Şekil 4.39), Ankara (2013-2014) ve Konya (2012-2013) çevrelerinin ana eksen bileşeni 1 (PC 1)’in pozitif kısmında, Ankara (2012-2013), Eskişehir (2012-2013), Eskişehir (2013-2014) ve Konya (2013-2014) çevrelerinin ise ana eksen bileşeni 1 (PC 1)’in negatif kısmında yer aldığı görülmektedir. Öte taraftan, AMMI-Biplot’un ana eksen 2 (PC 2) üzerinde çevrelerin pozisyonları PA-Biplot’tan farklılık göstermektedir. AMMI-Biplot’un ana eksen 2 (PC 2)’nin pozitif kısmında ilk yılına ait çevreler, AMMI-Biplot’un ana eksen 2 (PC 2)’nin negatif kısmında ise ikinci yıla ait çevreler yer almıştır. AMMI-Biplot’un her iki ana eksenini birlikte değerlendirildiğinde, FGS üzerine GÇE’nin (yıl ve lokasyonunun birlikte)

önemli etkide bulunduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 4.39). Fakat AMMI-Biplot'un PC 2 ekseninde yıllar üzerinden çevreler için ortaya koyduğu keskin ayırım, PA-Biplot ve PA-CA bulgularıyla desteklenmemektedir.

Genotiplerle çevreler arası ilişkiler yakından incelendiğinde (Şekil 4.39), H15, Ç5, H11, H1, H3 ve Ç4 (2.2-3.5 dk – düşük/orta)'ün sırasıyla Konya (2012-2013), Ankara (2012-2013) ve Eskişehir (2012-2013) çevrelerinde; H2, H14, Ç2, H12, Ç1, H5, H7, H9, H8 ve H6 (2.4-4.4 dk – düşük/orta)'nın sırayla Konya (2013-2014), Eskişehir (2012-2013) ve Ankara (2013-2014) çevrelerinde en iyi adaptasyonu sağladığı belirlemiştir. Diğer taraftan AMMI-Biplot'un merkezine yakın olan genotiplerin tüm çevrelere adaptasyonu yüksek olup 2 hattan (H8 ve H6 = 2.1-2.4 dk – düşük) oluştuğu anlaşılmaktadır.

Çok değişkenli yöntemlerden üçüncüsü, GGE-Biplot analiz yöntemidir. Bu yöntemle elde edilen GGE-Biplot grafiği Şekil 4.40'da verilmiştir. GGE-Biplot'un ilk iki ana bileşeni, G ana etkileri ile GÇE'nin kareler toplamlarının % 88'ini (sırasıyla PC 1 = % 82 ve PC 2 = % 6) ile açıklamıştır. Birden fazla çevre ve genotip ile yürütülen denemelerde GÇE'nin istatistiksel olarak önemli çıkması durumunda ilk iki ana bileşenin (PC 1 ve PC 2) toplam varyasyonun en az % 70'ini açıklaması beklenmektedir (Gauch, 1988). GGE-Biplot'un açıklama oranı (% 88), PA-Biplot'un oranıyla (% 88) aynı, fakat AMMI-Biplot'un (% 71) oranından % 17 daha olmuştur.

Denemenin yürütüldüğü çevrelerin vektörel ilişkileri ele alındığında (Şekil 4.40), ilk yıla ait üç çevrenin birbiriyle ve ikinci yıla ait Konya (2013-2014) çevresi ile benzerliklerinin yüksek olduğu, fakat Ankara (2012-2013) çevre vektörünün ise ilk yıla ait diğer iki çevre vektöründen kısmi olarak ayrıldığı görülmektedir. İlk yıla ait çevrelerin GGE-Biplot bulguları ile PA-Biplot (Şekil 4.33) bulguları benzerlik gösterirken, PA-CA dendrogramı (Şekil 4.31) ve AMMI-Biplot'un (Şekil 4.34) bulgularıyla farklılık göstermektedir. Bu farklılığa, her iki Eskişehir çevresi neden olmuştur. İlk yıla ait Eskişehir (2012-2013) çevresinin vektörü, ikinci yıla ait Eskişehir çevre vektöründen uzakta olmasına rağmen aynı alt kümede (AK 3) yer almışlardır. Öte yandan GGE-Biplot üzerinde ikinci yılda Ankara (2013-2014), Eskişehir (2013-2014) ve Konya (2013-2014) çevreleri arasındaki ilişkiler kısmi olarak pozitif yönde seyretmiştir. GGE-Biplot'ta (Şekil 4.40) ikinci yıla ait Ankara çevre vektörünün, yine aynı yıla ait diğer iki çevre vektöründen ayrışması; PA-Biplot, AMMI-Biplot ve PA-CA bulgularıyla uyum içerisinde.

Her üç biplot yöntemiyle elde edilen çevrelerin vektörel büyüklükleri kıyaslandığında, GGE-Biplot çevre vektörlerinin büyüklükleri, hem AMMI-Biplot ve hem de PA-Biplot'un çevre vektörlerinin büyüklüklerinden daha fazla olmuştur. Yan ve ark.

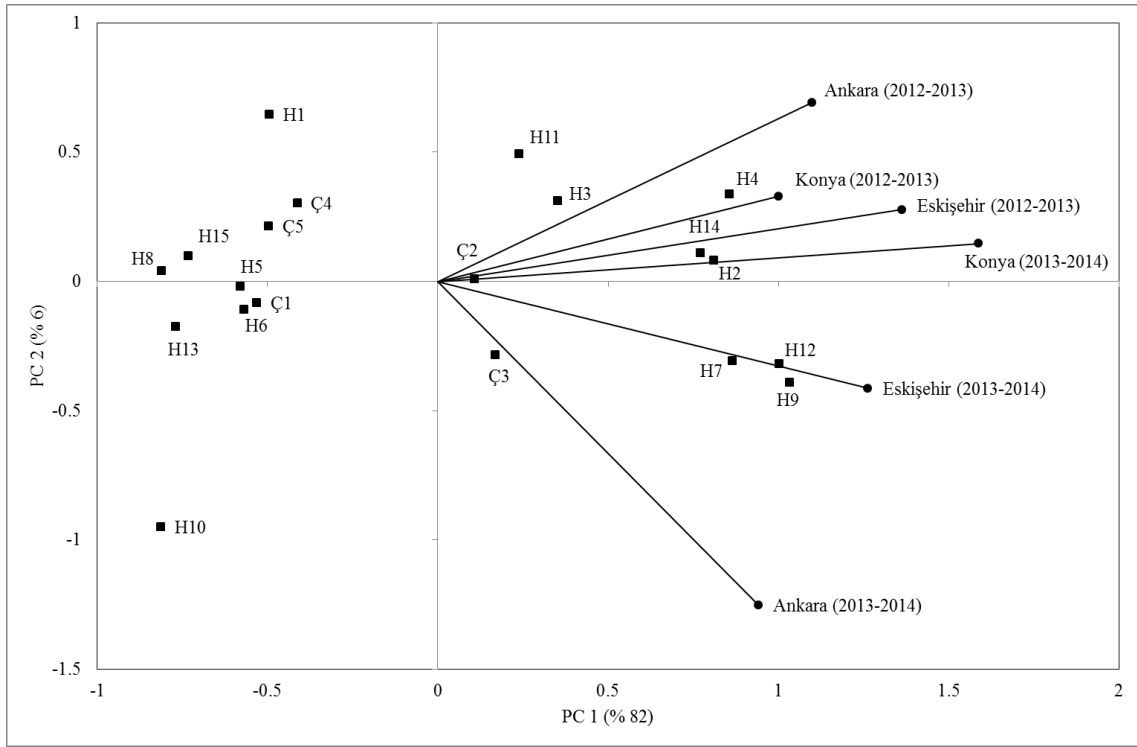
(2000) çevre vektörlerinin uzunlukları ile çevrelerin genotipleri ayırma yetenekleri arasında olumlu bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. İkinci yıla ait çevre vektörlerinin büyüklükleri, birinci yıla ait çevre vektörlerinin büyüklüklerinden daha fazla olmuştur (Şekil 4.40). Bu sonuçtan hareketle, Ankara (2013-2014), Ankara (2012-2013), Konya (2013-2014) ve Eskişehir (2013-2014) çevrelerinin vektörler büyüklükleri, genotipleri FGS değerlerine göre en güçlü ayırma yeteneğine sahip iken, Eskişehir (2012-2013) ve Konya (2012-2013) çevrelerinin genotipleri ayırma yetenekleri nisbi olarak düşük seviyede kalmıştır (Yan ve ark., 2000). Sonuç itibariyle her iki yılda da Ankara lokasyonunun ön plana çıkması, bu lokasyonun genotiplerin FGS değerlerine göre sınıflandırılmasında kilit rol oynadığı göstermektedir.

Genotiplerin özel adaptasyon yetenekleri incelendiğinde (Şekil 4.40), Ankara (2013-2014), Eskişehir (2013-2014), Konya (2013-2014), Eskişehir (2012-2013), Konya (2012-2013) ve Eskişehir (2012-2013) çevrelerine sırasıyla Ç3, H7, H9, H12, H2, H14, H4, H3 ve H11 (3.3-4.4 dk – orta)’in en iyi adaptasyonu sağladığı belirlenmiştir. Genel adaptasyon yeteneği en fazla olan genotipler biplotun merkezinde (veya merkezine yakın) yer almaktadır. Bu tanıma uyan sadece bir genotip tespit edilmiştir (Ç2 = 3.2 dk – orta).

Çevrelerin biplot üzerinde aynı yönde veya farklı yönde yer almaları genotiplerin çapraz (çevreler üzerinden FGS sıralaması değişen) veya çapraz olmayan (çevreler üzerinden FGS sıralaması değişmeyen) etkileşimleriyle ilişkilidir (Yan, 2001). Denemenin her iki yılına ait tüm çevreler PC 1’in pozitif kısmında (Şekil 4.40) yer almışlardır. Çevrelerin biplot üzerinde aynı yönde yer almasına çapraz olmayan etkileşimlerin sebep olduğu ve bu etkileşimlerin ortaya çıkmasına Y ve L faktörlerinin birlikte katkıda bulunduğu bilinmektedir (Yan, 2001). FGS değerlerine göre genotiplerin çevreler üzerinden sıralamaları genelde değişmemiştir. Bu durum, genotiplerin genel adaptasyon yetenekleri ve stabilite düzeylerini olumlu yönde etkilemiştir.

GGE-Biplot’u oluşturan ilk ana eksenin (PC 1) pozitif kısmında yer alan 10 genotipin (Ç2, Ç3, H3, H11, H4, H14, H2, H7, H12 ve H9) FGS değerleri (3.2-4.4 dk – orta), genel ortalamanın (3.1 dk) üzerinde olup performansları yüksek, ilk ana eksenin (PC 1) negatif kısmında yer alan 10 genotipin (H1, Ç4, Ç5, Ç1, H5, H15, H8, H13, H6 ve H10) FGS değerleri (2.1-2.6 dk – düşük) ise genel ortalamanın altında olup, performansları da düşüktür. Diğer taraftan, denemede kullanılan 5 çeşitten 2 tanesinin (Ç2 ve Ç3 = 3.2-3.3 dk – orta) FGS değerleri, genel ortalamanın üstünde, 3 tanesinin (Ç1, Ç4 ve Ç5 = 2.4-2.6 dk – düşük) FGS değerleri ise genel ortalamanın altında kalmıştır (Çizelge 4.37 ve Şekil 4.40).

GGE-Biplot'u oluşturan ikinci ana eksen (PC 2), genotiplerin stabilitelelerini göstermektedir (Şekil 4.40). Stabil genotiplerin mutlak PC 2 değerleri, sifıra yakın iken stabil olmayan genotiplerin mutlak PC 2 değerleri ise yüksek olduğundan dolayı biplotun orijininin uzakta yer almaktadır (Yan, 2001). Bu tanıma göre Ç2, H2 ve H14 kodlu genotipler yüksek FGS'ne sahip (> 3.1 dk) ve stabil; Ç3, H7, H12, H9, H3, H4 ve H11 yüksek FGS'ne sahip (> 3.1 dk) ve stabil olmayan; H8, H15, H5, Ç1, H6 ve H13 düşük FGS'ne sahip (< 3.1 dk) ve stabil olmayan; H8, H15, H5, Ç1, H6 ve H13 düşük FGS'ne sahip (< 3.1 dk) ve stabil; Ç5, Ç4, H1 ve H10 ise düşük FGS'ne sahip (< 3.1 dk) ve stabil olmayan şekilde belirlenmiştir.



Şekil 4.40. Farinograf gelişim süresinin GGE-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit)

Denemede 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeklik buğday genotipinin FGS yönüyle stabilitelelerini belirlemek için kullanılan tüm stabilite yöntemlerinin (FGS + 8 parametrik + 8 parametrik olmayan + 3 çok değişkenli) ve seçilmiş genotiplerin özeti Çizelge 4.40'da verilmiştir. Genotipler içerisinde H2, H7, H9 ve H4 sırasıyla 20, 19, 13 ve 10 stabilite parametresine göre en stabil genotipler olarak tespit edilmiştir. İlave olarak anılan genotipler (H2, H7, H9 ve H4) hem stabil ve hem de yüksek FGS'ne sahip olmalarından (> deneme ortalaması = 3.1 dk) dolayı dinamik stabil tipine girmişlerdir (Kang, 1994). Dinamik stabil genotipleri, iyi çevre şartlarına ve agronomik uygulamalara tepkilerinin yüksek olması beklenmektedir (Kang, 1994).

Stabilite yöntemlerinin genotipleri statik veya dinamik stabilite tiplerine göre ayırma yetenekleri farklı olabilmektedir (Çizelge 4.40). Deneme bulguları, stabilite analizlerinde kullanılan yöntemlerden FGS, regresyon katsayısı (b_i), regresyondan sapmalar kareler ortalaması (S_{di}^2) (Eberhart ve Russell, 1966), varyasyon katsayısı (CV_i) (Francis ve Kannenberg, 1978), üstünlük ölçütü (P_i) (Lin ve Binns, 1988), en üst sıra (TOP) (Fox ve ark., 1990), sıra ortalaması (RM), sıranın standart sapması (SDR) (Ketata, 1988), PA-CA, PA-Biplot (Alagarswamy ve Chandra, 1998) ve ve GGE-Biplot (Yan ve ark., 2000) yöntemlerinin dinamik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olduğunu ortaya koymuştur. Diğer taraftan hem statik ve hem de dinamik stabil genotiplerin tespit edilmesinde çevre varyansı (S_{xi}^2) (Roemer, 1917), belirtme katsayısı (r_i^2) (Pinthus, 1973), stabilite varyansı (σ_i^2) (Shukla, 1972), ekovalans (W_i^2) (Wrickle, 1962), sıra-toplam (RS) (Kang, 1988), Huehn (1979)'nün 4 parametresi ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$) ve AMMI-Biplot yöntemlerinin uygun olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.40).

Denemede kullanılan genotiplerin statik veya dinamik stabilite yaklaşımına göre sınıflandırılması ele alınan bitkisel özelliğe göre değişebilmektedir. Örneğin TV'ne göre statik stabil genotiplerin belirlenmesi için uygun olduğunu tespit edilen çevre varyansı (S_{xi}^2) (Roemer, 1917) PO, GO, ZSD, HA, BTA ve FGS için hem statik ve hem de dinamik genotiplerin belirlenmesine uygun olabilmektedir. Ya da PO'na göre dinamik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olan belirtme katsayısı (r_i^2) (Pinthus, 1973) yöntemi TV, GO, ZSD, HA, BTA ve FGS için hem statik ve hem de dinamik genotiplerin belirlenmesine uygun olabilmektedir. Bir başka örnek verilirse, BTA'na göre statik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olan stabilite varyansı (σ_i^2) (Shukla, 1972) ve ekovalans (W_i^2) (Wrickle, 1962) yöntemleri TV, GO, ZSD, HA ve FGS için hem statik ve hem de dinamik genotiplerin belirlenmesine uygun olabilmektedir.

Parametrik ve çok değişkenli yöntemlerin statik/dinamik stabil genotipleri ayırt etme yetenekleri incelenen bitkisel özelliklere göre değişmektedir. Fakat parametrik olmayan yöntemlerin statik/dinamik stabil genotipleri ayırt etme yetenekleri TV, PO, GO ve ZSD özelliklerine göre değişmemiş aynı kalmıştır (Çizelge 4.5, 4.10, 4.15 ve 4.25). Fakat HA, BTA ve FGS için parametrik olmayan yöntemler arasında statik veya dinamik stabilite yaklaşımına göre farklı stabilite yetenekleri oluşmuştur. Şöyle ki, daha önce incelenen özelliklerin tümünde (TS hariç) sıra-toplam (RS) (Kang, 1988) yönteminin dinamik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olduğu ortaya konmasına, BTA ve FGS için hem statik ve hem de dinamik stabil genotiplerin tespit edilmesine uygun olduğu kanıtlanmıştır

(Çizelge 4.35 ve 4.40). Bu duruma, Ç4 kodlu genotipin sebep olduğu belirlenmiştir. Zira bu genotipin FGS değeri (2.6 dk – düşük), genel ortalamanın (3.1 dk) altında gerçekleşmiştir (Çizelge 4.37).

Çizelge 4.40. FGS için tüm stabilite yöntemlerinin ve seçilmiş genotiplerin değerlendirilmesi

Stabilite Yöntemleri	Seçilen Genotipler	Stabilite Tipi
-Farinograf gelişim süresi (FGS)	H9, H12, H7, H4, H2 ve H14 (Yüksek FGS)	Dinamik (D)
Parametrik Yöntemler		
-Çevre varyansı (S_{xi}^2) (Roemer, 1917)	Ç5, Ç4, H1 ve H8 (Düşük FGS) Ç3, H2, H3 ve H11 (Yüksek FGS)	Statik (S) + D
-Regresyon katsayısı (b_i) ve Regresyondan sapm. (S_{di}^2) (Eberhart ve Russell, 1966)	H9, H7, H2, H4 ve H3 (Yüksek FGS)	D
-Belirtme katsayısı (r_i^2) (Pinthus, 1973)	H7, H12 ve H2 (Yüksek FGS) Ç4 (Düşük FGS)	S + D
-Stabilite varyansı (σ_i^2) ve (Shukla, 1972)	Ç4 ve H8 (Düşük FGS) H2, H7 ve H9 (Yüksek FGS)	S + D
Ekovallans (W_i^2) (Wrickle, 1962)		
-Varyasyon katsayısı (CV_i) (Francis ve Kannenberg, 1978)	Ç3, H2, H7 ve H3 (Yüksek FGS)	D
-Üstünlük ölçütü (P_i) (Lin ve Binns, 1988)	H9, H12, H7, H2, H4 ve H14 (Yüksek FGS)	D
Parametrik Olmayan Yöntemler		
- $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$ (Huehn, 1979)	H2 ve H7 (Yüksek FGS) Ç4 ve H8 (Düşük FGS)	S + D
-Sıra-Toplam (RS) (Kang, 1988)	H9, H7, H2 ve H14 (Yüksek FGS) Ç4 (Düşük FGS)	S + D
-En üst sıra (TOP) (Fox ve ark., 1990)	H9, H7, H2, H12, H4 ve H14 (Yüksek FGS)	D
-Sıra ortalaması (RM) ve Sıranın standart sapması (SDR) (Ketata, 1988)	H9, H7, H4 ve H2 (Yüksek FGS)	D
Çok Değişkenli Yöntemler		
-PA-CA (Alagarswamy ve Chandra, 1998)	H2, H14, H4, H7, H12 ve H9 (Yüksek FGS)	D
-PA-Biplot (Alagarswamy ve Chandra, 1998)	-(Ç2) Genel adaptasyon -(Ç3, H7, H12, H9, H2, H14, H4, Ç2, H3 ve H11) ÖA	D D
-AMMI-Biplot (Gauch ve Zobel, 1996)	-(H8 ve H6) Genel adaptasyon -(H15, Ç5, H11, H1, H3, Ç4, H2, H14, Ç2, H12, Ç1, H5, H7, H9, H8 ve H6) Özel adaptasyon	S S + D
-GGE-Biplot (Yan ve ark., 2000)	-(Ç2) Genel adaptasyon -(Ç3, H7, H9, H12, H2, H14, H4, H3 ve H11) Özel adaptasyon -(Ç2, H2 ve H14) Yüksek FGS ve stabil	D D D

Becker ve Leon (1988), bazı stabilite parametrelerinin hem statik ve hem de dinamik genotiplerin belirlenmesine uygun olabileceğini bildirmiştir. Dinamik ve statik genotiplerin

ayrılmasında en etkili yöntemler hiç kuşkusuz çok değişkenli yöntemlerdir. Çünkü bu yöntemlerle genotipler stabilite, FGS, özel veya genel adaptasyon yeteneklerine göre kolaylıkla sınıflandırılabilir. Dolayısıyla görsel değerlendirmelerin yapılabildiği çok değişkenli yöntemler, parametrik ve parametrik olmayan stabilite yöntemlerine göre bazı avantajlar sağlamaktadır. Çizelge 4.40’da görüldüğü gibi FGS için Pattern Analizi (CA ve Biplot), AMMI-Biplot ve GGE-Biplot yöntemleriyle özel veya genel adaptasyon yeteneği üstün olan genotipler, dinamik veya statik stabilite tiplerine göre kolayca ayrılabilir. Özel adaptasyon yeteneği üstün olan Ç2, H2, H3, H7, H9, H11, H12 ve H14 (3.1-4.4 dk – orta) kodlu genotipler, her üç çok değişkenli yöntemle göre dinamik stabil olarak belirlenmiştir.

4.8.6. Farinograf Gelişim Süresiyle İlgili Sonuçların Değerlendirilmesi

Hamurun reolojik özellikleri, ekmek yapım kalitesini belirleyen en önemli kalite özellikleri arasında yer almaktadır (Mason ve ark., 2007). Hamurun reolojik özelliklerinden farinograf gelişim süresi (FGS), stabilitesi (FSS) ve yumuşama derecesi (FYD), farinograf cihazı ile tespit edilebilmektedir. FGS, un ile suyun karıştırılmasından itibaren, su kaldırma miktarının belirlenmesini müteakip, hamurun azami viskoziteye (kıvamına gelmesi) ulaşması durumudur. FSS, hamurun belli bir süre, yoğrulmaya karşı göstermiş olduğu tolerans seviyesidir. Diğer taraftan hamur maksimum viskoziteye ulaştıktan sonra, bir müddet daha yoğrulmaya tolerans gösterir, fakat tolerans düzeyi kırılmaya başlar ve hamurun yumuşaması (FYD) gerçekleşir. Ekmek yapım kalitesi yüksek çeşitlerin genelde FGS ve FSS değerleri yüksek, fakat FYD değerleri düşük olmaktadır (Cauvain ve Young, 2007; Tsilo ve ark., 2013; Velu ve Singh, 2013).

Gerek Ülkemizde ve gerekse dünyada buğday sınıflandırmasında hamurun reolojik özellikleri, kalite kriteri olarak ele alınmamaktadır. Bunun yerine tanede fiziksek (BTA, HA vb.) ve unda fizikokimyasal (PO, GO, ZSD vb.) kalite özellikleri kullanılmaktadır. Hamur özelliklerinin belirlenmesi belli bir zamana ihtiyaç duyduğundan, pratik olmayıp, uygulanması zordur. TMO’nun, buğday alım kriterleri içerisinde hamurun reolojik özelliklerinin belirlenmesi yer almamaktadır (<http://www.tmo.gov.tr>). Diğer taraftan belli bir kapasiteye sahip un fabrikalarının çoğu, rutin olarak hamurun reolojik özelliklerini belirlemektedir. Özel sektör ile yapılan görüşmelerde hamur analizlerinin yapımında farinograf, alveograf ve ekstensograf cihazlarının kullanıldığı anlaşılmıştır.

Kaliteli buğday çeşidi geliştirme sürecindeki en önemli aşama, geliştirilen ıslah materyalinin kalite analizlerine göre taranması ve üstün genotiplerin seçilmesidir.

Günümüzde, Ülkemizde buğday çeşidi geliştirmekle görevli Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na bağlı 12 araştırma enstitüsünden sadece 4 tanesinde (Konya, Ankara, Eskişehir ve Diyarbakır) ileri kademeki ıslah materyalinde hamur analizleri yapılabilmektedir. Kalite larotuvularının iyileştirilmesi ve sayısının artırılması için yapılması gereken bazı hususların olduğu bilinmektedir.

Geliştirilen üstün özelliklere sahip çeşit adayları, çeşit tescil denemelerine alındığında, mutlaka hamur analizlerine tabi tutulmaktadır (www.tarim.gov.tr/BUGEM/TTSM). Yeni buğday çeşitlerinin tescilinde uygulanan teknik talimata göre, çeşit adayları reolojik özellikler yönüyle hamur analiz testini geçmesi gerekmektedir. Fakat teknik talimattaki zorunluluk, prosedür olarak hamur özelliklerinin belirlenmesiyle ilgili olup, çeşit adaylarının, standart çeşitlerle sadece kıyaslanmasını kapsamaktadır. Kıyaslanma sonucuna göre çeşit adaylarının reolojik özelliklerinin standart çeşitlerden daha yüksek olması, tescile yegâne dayanak teşkil etmemektedir. Hâlbuki, örneğin Kanada'da çeşit adaylarının, tescil edilebilmesi için mutlaka standart çeşitlerden kalite özellikleri yönüyle üstün olmaları zorunluluktur (DePauw ve ark., 2007).

Mevcut çalışmamız da farinograf parametreleri (FGS, FSS ve FYD) üzerine G, Ç ve GÇE'nin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Baenziger ve ark. (1985), Lukow ve McVetty (1991), Peterson ve ark. (1992), Johansson ve ark. (1999), Mladenov ve ark. (2001), Preston ve ark. (2001) ve Tsilo ve ark. (2013) farinograf özellikleri üzerine G, Ç ve GÇE'nin önemli olduğunu ortaya koyarak bulgularımızı desteklemiştir.

Denemede dinamik stabilite yönüyle ön plana çıkan genotiplerin pedigrilerine bakıldığında, H2 kodlu hattın Romanya'dan Boema ve Ülkemizden Altay-2000 çeşitlerini melezinde taşıdığı görülmektedir (Çizelge 3.3). Boema çeşidi, Romanya'nın Fundulea Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından 2000 yılında tescil ettirilmiş, kışlık, yarı bodur, kırmızı sert taneli olup, OAB'nin kurak alanlarına adaptasyonu zayıftır (<http://wheatpedigree.net>). Altay-2000 çeşidi, Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından 2000 yılında tescil ettirilmiş, kışlık, orta erkenci, tanesi beyaz ve orta sert olup, OAB'nin kurak alanları için tavsiye edilmektedir. Ekmeklik kalitesi, Gerek-79'dan daha iyidir (<http://www.gktaem.gov.tr>).

Denemede ön plana çıkan dinamik stabil (Kang, 1994) genotiplerden H4'ün melezinde Sunco ve Pastor çeşitleri bulunmaktadır (Çizelge 3.3). Pastor çeşidi, CIMMYT-Meksika orijinli olup, tane rengi beyaz ve kalitesi orta düzeydedir. H4'in FGS'nin yüksek olmasının muhtemelen sebebi, Avustralya'nın birinci sınıf buğday çeşitlerinin dahil olduğu

Australian Prime Hard (APH) kalite sınıfında yer alan Sunco çeşidinden kaynaklanmaktadır (Carson ve Edwards, 2009).

Denemede dinamik stabilitesi yüksek olduğu belirlenen bir başka genotip ise H7 olup, pedigrisinde 6 tane ebeveyn barındırmaktadır. Bunlardan Vratza (VRZ), 1976 yılında Bulgaristan'da tescil ettirilmiş, kışlık, tanesi kırmızı ve orta sert olup, kalitesi melezinde bulunan Bezostaya-1'den dolayı yüksektir. Citadel (TDL), Hollanda orijinli, kışlık, kırmızı taneli ve kalitesi orta düzeydedir. Bolillo (BLO) ve Opata-85, CIMMYT-Meksika menşeyli olup, beyaz taneli, yazlık ve kalitesi orta düzeydedir. Pony, ABD'de 1985 yılında tescil ettirilmiş, kışlık, kırmızı sert taneli ve melezinde bulunan Scout çeşidinden dolayı kalitesi yüksektir.

Hiç kuşkusuz denemede kullanılan genotipler içerisinde en karmaşık meleze, H9 sahiptir (Çizelge 3.3). Öyle ki, H9'a dâhil olmuş yerel bir buğday çeşidi dahi mevcuttur. Zincirli (ZCL), Ülkemiz yerel buğday materyalinden seçilmiştir. Zincirli yerel buğday çeşidi, beyaz sert taneli olup, kalitesi oldukça yüksektir. Ülkemizde mevcut beyaz taneli ve ekmeçlik kalitesi yüksek olan Zerun, Köse (220/39), Kırık, Kırac-66 gibi eski buğdaylarla Zincirli yerel buğday çeşidinin akraba olabileceği tahmin edilmektedir. Diğer taraftan H9'un melezinde yer alan Panguifen (PGFN) Şili orijinli, Ciano-67 (CNO67), Sonora-64 (SON64), Nadadores-63 (NAD) ve Kutzman (ZM) ise CIMMYT-Meksika menşeyli çeşitlerdir. Güney ve Orta Amerika kökenli bu çeşitlerin tümü, yazlık ve kırmızı sert taneli karakterdedir (<http://wheatpedigree.net>).

Madem, ekmeçlik buğdayda FGS'nin yüksek olması tercih ediliyor (Elgün ve ark., 2001), o halde stabilitelerinin de yüksek olması arzu edilen bir durum olmalıdır. Farinograf parametrelerinin stabilitelerini belirlemek üzere yapılan çalışmalar incelendiğinde, parametrik stabilite yöntemlerinden çoğunlukla Eberhart ve Russell (1966) tarafından önerilen regresyon parametrelerinin kullanıldığı belirlenmiştir (Grausgruber ve ark., 2000; Baric ve ark., 2004; Ndungu ve Kimani, 2008). Geriye kalan 6 parametrik yöntemden sadece Shukla (1972)'nin stabilite varyansının (σ_i^2), Grausgruber ve ark. (2000) tarafından FGS'nin stabilitesini belirlemek için kullanıldığı anlaşılmıştır. Fakat deneme bulgularımız, Shukla (1972)'nin stabilite varyansının (σ_i^2), FGS yönüyle dinamik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olmadığını ortaya koymuştur. Diğer parametrik yöntemleri kullanarak elde edilen deneme bulgularımızı, doğrulatacak herhangi bir literatüre rastlanmamıştır. Becker ve Leon (1988), kalite özellikleri için statik stabilite yaklaşımının ve bu yaklaşıma uygun stabilite parametrelerinin kullanılmasını önermişlerdir. Fakat ilgili araştırmacıların yayınlamış oldukları eseri incelediğimizde, herhangi bir araştırma

sonucuna dayanarak bu öneride bulunmadıkları aksine sadece görüş beyan ettikleri anlaşılmıştır.

Becker ve Leon (1988), Huenh (1996) tarafından önerilen parametrik olmayan 4 stabilite yönteminin ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$) kalite özelliklerinin stabilitesinin belirlenmesinde kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Fakat çalışmamızdan elde edilen bulgular, Becker ve Leon (1988)'nin önerileriyle uyum göstermemektedir. Yüksek FGS ve stabilitesine sahip çeşitlerin geliştirilmesinin hedeflendiği ıslah programlarında, statik stabilite yaklaşımı, farinograf parametreleri için uygun olmayabilir. Benzer şekilde Grausgruber ve ark. (2000), FGS'nin stabilitesini belirlemek için Huenh (1996)'nin ikinci parametresini kullanmışlar, fakat bu parametrenin hangi stabilite yaklaşımına (dinamik veya statik) daha uygun olduğunu belirtmemişlerdir. Diğer taraftan denememizde FGS yönüyle dinamik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olduğunu tespit ettiğimiz en üst sıra (TOP) (Fox ve ark., 1990), sıra ortalaması (RM) ve sıranın standart sapması (SDR) (Ketata, 1988) yöntemlerinin ele alındığı herhangi bir literatüre rastlanılmamıştır.

Deneme sonuçlarımız, stabilite analizleri için kullandığımız çok değişkenli yöntemlerden PA (CA ve Biplot) (Alagarswamy ve Chandra, 1998) ve GGE-Biplot (Yan ve ark., 2000) yöntemlerinin dinamik stabil genotiplerin tespit edilmesinde kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Diğer taraftan, PA (CA ve Biplot) ve GGE-Biplot yöntemlerinin buğdayda FGS yönüyle genotiplerin stabilite belirlenmesinde kullanıldığına dair herhangi bir yayına rastlanılmamıştır. Fakat, AMMI-Biplot yöntemi için gerçek biraz farklı cereyan etmiştir. Tiancai ve ark. (2004) ekmeklik buğday genotiplerinin FGS yönüyle stabilite belirlenmesi için AMMI-Biplot yöntemini kullanmışlar ve G ve Ç etkilerini önemli, GÇE'ni ise önemsiz bulmuşlardır. Aynı araştırmacılar, AMMI-Biplot yönteminin, genotiplerin FGS özelliği yönüyle stabilite belirlenmesinde kullanılmasının uygun olmadığını ortaya koyarak araştırma bulgularımızı desteklemişlerdir.

4.9. Farinograf Stabilite Süresi

4.9.1. Varyans Analizi

Deneme, 2012-2013 ve 2013-2014 yetiştirme sezonlarında OAB'nin 3 ilinde (Konya, Eskişehir ve Ankara) 20 ekmeklik buğday genotipi (5 çeşit + 15 hat) kullanılarak yürütülmüştür. Denemede kullanılan genotiplerin farinograf stabilite süresi (FSS) için birleştirilmiş varyans analizi yapılarak Genotip (G), Yıl (Y) ve Lokasyon (L) ana etkileri ile Genotip x Yıl Etkileşimi (GYE), Genotip x Lokasyon Etkileşimi (GLE) ve Genotip x

Yıl x Lokasyon Etkileşimi (GYLE)'nin istatistiksel olarak önemlilik düzeyleri belirlenmiştir (Çizelge 4.41).

Varyans analizi sonuçlarına göre L ve G ana etkisi ile GLE $P < 0.05$ düzeyinde, Y ana etkisi ile Yıl x Lokasyon Etkileşimi (YLE), GYE ve GYLE $P < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Y, L ve G ana etkileri ile bunların birbirleriyle olan etkileşimlerinin önemli çıkması, genotiplerin stabiliteilerinin belirlenmesi için FSS değerlerine stabilite analiz yöntemlerinin uygulanabileceğini göstermiştir. Ayrıca denemeye ait CV değerinin % 5.46 ve R^2 değerinin 0.97 çıkması, deneme hatasının kabul edilebilir düzeyde olduğunu göstermektedir (Gomez ve Gomez, 1984; Bowley, 1999).

Çizelge 4.41. Farinograf stabilite süresinin genotip, yıl ve lokasyon üzerinden birleştirilmiş varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F	% ^a
Genotip, Yıl ve Lokasyon Etkileşimi					
Yıl (Y)	1	70.45	70.45	1340.78**	26
Lokasyon (L)	2	77.98	38.99	20.15*	29
Y x L Etkileşimi (YLE)	2	3.87	1.94	36.83**	1
Tekerrür (Y x L)	6	2.79			1
Genotip (G)	19	45.67	2.40	2.51*	17
G x Y Etkileşimi (GYE)	19	18.23	0.96	18.26**	7
G x L Etkileşimi (GLE)	38	28.12	0.74	1.71*	10
G x Y x L Etkileşimi (GYLE)	38	16.43	0.43	8.23**	6
Hata	114	5.99	0.05		2
Genel	239	269.53			100
Genotip ve Çevre Etkileşimi					
Çevre (Ç)	5	152.30	30.46	65.51**	57 ^b
Tekerrür (Ç)	6	2.79	0.47		1
Genotip (G)	19	45.67	2.40	3.64**	17 ^c
G x Ç Etkileşimi (GÇE)	95	62.78	0.66	12.58**	23 ^d
Hata	114	5.99	0.05		2
Genel	239	269.53			100

CV (%) = 5.46 $R^2 = 0.97$ Deneme Ortalaması = 4.2 (dk)

*,** sırasıyla $P < 0.05$ ve $P < 0.01$ seviyesinde önemli; ^a Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması (varyans payı), ^b Çevre varyansı (Yıl + Lokasyon + Y x L Etkileşimine ait varyans paylarının toplamı), ^c Genotip varyansı, ^d Genotip x Çevre Etkileşimi varyansı (G x Y + G x L + G x Y x L Etkileşimlerine ait varyans paylarının toplamı)

Varyasyon kaynakları içerisinde Y (% 26), L (% 29) ve G (% 17) ana etkileri, FSS üzerine en fazla etki eden unsurlar olmuştur (Çizelge 4.41). Öte yandan YLE'nin etkisi (%

1) düşük seviyede kalmıştır. Y, L ve YLE üçü birlikte Çevre (Ç) etkisini oluşturmuş ve Ç'nin tüm varyasyon içindeki payı % 57 civarında belirlenmiştir. G ana etkisinin (% 17) toplam varyasyondaki payı, Y ana etkisi (% 26) ile L ana etkinin (% 29) yaklaşık 1/2'si kadar olmuştur. GYE, GLE ve GYLE üçü birlikte Genotip x Çevre Etkileşimi (GÇE)'ni oluşturmuş ve GÇE'nin toplam varyasyondaki payı % 23 civarında olmuştur.

Birden fazla çevre üzerinden yürütülen denemelerde Ç ana etkisinin toplam varyanstaki payı % 80-90 arasında değişirken GÇE payı, G ana etkisinin payından genelde daha fazla olmaktadır (Romagosa ve Fox, 1993). Gauch ve Zobel (1996) G, Ç ve GÇE'nin toplam varyasyondaki paylarının sırasıyla % 10, % 70 ve % 20 şeklinde değiştiğini bildirmişlerdir. Denemede FSS için tespit edilen G, Ç ve GÇE'nin toplam varyasyondaki payları (sırasıyla % 17, % 57 ve % 23) Romagosa ve Fox (1993) ve Gauch ve Zobel (1996) tarafından bildirilen paylarla benzerlik göstermektedir (Çizelge 4.41).

4.9.2. Ortalamaların Karşılaştırılması

Denemede FSS'nin ortalaması, 4.2 dk olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.42). FSS üzerine yaptığımız literatür taramasına göre Ülkemizde ekmeklik buğday çeşitlerinin minimum, optimum ve maksimum FSS sınırlarının henüz belirlenmediği anlaşılmıştır. Farinograf cihazını geliştiren Brabender Firması, ekmeklik buğdayda FSS'nin minimum ve maksimum aralığını 1-10 dk, optimum aralığını ise > 4 dk olarak bildirmektedir (<https://www.brabender.com>). Brabender Firması'nın ortaya koyduğu FSS'leri dikkate alınarak, denemede kullandığımız ekmeklik buğday genotipleri dört gruba ayrılmıştır: Grup 1-FSS düşük (1-3 dk), Grup 2-FSS orta (4-6 dk), Grup 3-FSS yüksek (7-9 dk) ve Grup 4-FSS çok yüksek (> 10 dk).

Denemede önemli bir kalite kriteri olarak ele aldığımız FSS, TMO Hububat Alım ve Satış Esaslarına İlişkin Uygulama Yönetmeliği'nin buğday alım kriterleri içerisinde yer almamaktadır (<https://www.tmo.gov.tr>). Fakat un fabrikaları buğday alımı yaparken kalite labotaruvarlarında FSS'ni belirlemekte ve fiyatlandırmada kullanmaktadır. Un fabrikalarıyla yapılan görüşmelerden çıkarılan sonuca göre ekmeklik buğdayda FSS'nin alt sınırının 4 dk olması gerektiği anlaşılmaktadır.

FSS, hamurun yoğrulma esnasında unun kalitesine bağlı olarak paletlere gösterdiği direnç hakkında bilgi vermektedir. Hamurun yoğrulma toleransının yüksekliği, FSS üzerine olumlu etki yapmaktadır. Genel olarak, FSS ne kadar yüksek olur ise hamur o kadar kuvvetli olmaktadır. Dolayısıyla FSS'nin yüksek olması arzu edilir. Unun gluten miktarı ve kalitesi, FSS'ni olumlu yönde etkilemektedir (Elgün ve ark., 2001).

Çizelge 4.42. Farinograf stabilite süresinin genotip, yıl ve lokasyon ile etkileşimlerine ait ortalamaları

Genotip	2012-2013				2013-2014				İki Yıl Ort.			Gen. Ort.
	K [†]	E	A	Ort.	K	E	A	Ort.	K	E	A	
Ç1	3.1	3.2	2.7	3.0	3.7	4.6	3.0	3.8	3.4	3.9	2.9	3.4
Ç2	3.9	4.2	3.5	3.9	5.1	5.0	4.1	4.7	4.5	4.6	3.8	4.3
Ç3	3.8	4.0	4.1	4.0	4.5	4.3	4.7	4.5	4.2	4.2	4.4	4.2
Ç4	3.6	3.8	3.2	3.5	4.1	3.6	3.3	3.7	3.9	3.7	3.3	3.6
Ç5	3.7	3.4	3.6	3.6	3.5	4.0	3.6	3.7	3.6	3.7	3.6	3.6
H1	3.4	3.9	3.5	3.6	4.0	3.6	2.7	3.4	3.7	3.8	3.1	3.5
H2	4.9	5.7	4.5	5.0	5.9	5.5	5.1	5.5	5.4	5.6	4.8	5.3
H3	4.2	5.1	4.6	4.6	5.2	4.9	4.2	4.8	4.7	5.0	4.4	4.7
H4	5.1	5.6	4.5	5.1	6.2	5.4	4.4	5.3	5.7	5.5	4.5	5.2
H5	4.1	2.8	2.6	3.2	4.3	3.2	3.6	3.7	4.2	3.0	3.1	3.4
H6	3.5	3.7	2.6	3.3	3.6	4.0	3.2	3.6	3.6	3.9	2.9	3.4
H7	4.7	6.2	4.5	5.1	6.4	5.8	5.7	6.0	5.6	6.0	5.1	5.6
H8	2.9	3.5	2.8	3.1	3.9	3.0	3.3	3.4	3.4	3.3	3.1	3.2
H9	5.3	5.5	4.9	5.2	6.3	5.6	5.5	5.8	5.8	5.6	5.2	5.5
H10	3.1	2.6	2.4	2.7	3.3	4.2	3.7	3.7	3.2	3.4	3.1	3.2
H11	4.5	3.9	4.2	4.2	4.8	3.9	4.2	4.3	4.7	3.9	4.2	4.3
H12	5.6	4.7	4.0	4.8	5.9	5.4	5.8	5.7	5.8	5.1	4.9	5.2
H13	3.4	3.8	2.9	3.4	2.8	3.7	3.0	3.2	3.1	3.8	3.0	3.3
H14	5.3	4.7	4.1	4.7	6.0	4.8	5.2	5.3	5.7	4.8	4.7	5.0
H15	4.0	2.9	3.1	3.3	2.9	3.4	3.0	3.1	3.5	3.2	3.1	3.2
Ort.	4.1	4.2	3.6	4.0	4.6	4.4	4.1	4.4	4.4	4.3	3.8	4.2

Y LSD_(0.05) = 0.25 (dk), L LSD_(0.05) = 0.34 (dk), YLE LSD_(0.05) = 0.38 (dk), G LSD_(0.05) = 1.2 (dk), GYE LSD_(0.05) = 1.3 (dk), GLE LSD_(0.05) = 1.4 (dk), GYLE LSD_(0.05) = 1.6 (dk)

[†] K, Konya; E, Eskişehir; A, Ankara

Y, L, G ve bunların birbirleriyle olan etkileşimlerine ait FSS değerleri Çizelge 4.42’de verilmiştir. Denemenin yürütüldüğü ikinci yılda (2013-2014 yetiştirme sezonu) birinci yıla (2012-2013 yetiştirme sezonu) kıyasla daha fazla FSS (4.4 – 4.0 dk = 0.4 dk) elde edilmiştir. Denemenin yürütüldüğü üç lokasyon (Konya, Eskişehir ve Ankara) kendi aralarında karşılaştırıldığında, en yüksek FSS, Konya (4.4 dk) lokasyonundan ve akabinde Eskişehir lokasyonundan (4.3 dk) alınırken, en düşük FSS ise Ankara (3.8 dk) lokasyonundan alınmıştır. YLE’ne ait FSS değerleri incelendiğinde, birinci yılda en yüksek FSS Eskişehir lokasyonundan (4.2 dk), ikinci yılda ise Konya lokasyonundan (4.6 dk), buna mukabil her iki yılda en düşük FSS Ankara lokasyonundan (sırasıyla 3.6 ve 4.1 dk) elde edilmiştir.

Denemede yer alan genotipler yıl ve lokasyon üzerinden FSS değerleriyle kıyaslandığında, en yüksek ilk 6 genotip sırasıyla H7, H9, H2, H4, H12 ve H14 (5.0-5.6 dk

– orta) iken, en düşük ilk 4 genotip ise sırasıyla H8, H10, H15 ve H13 (3.2-3.3 dk – düşük) olmuştur (Çizelge 4.42). Hem en yüksek ve hemde en düşük FSS'ne sahip genotipler arasında herhangi bir çeşit yer almazken, tümü hatlardan oluşmuştur. Genel olarak, hatların FSS'leri, çeşitlerin FSS'lerine göre daha yüksek olduğu söylenebilir.

Genotiplerin denemenin yürütüldüğü yıllar ile olan etkileşimi (GYE) incelendiğinde (Çizelge 4.42), en yüksek FSS'nin birinci yılda (2012-2013 yetiştirme sezonu) sırasıyla H9, H7, H4 ve H2 (5.0-5.2 dk – orta)'den, ikinci yılda (2013-2014 yetiştirme sezonu) sırasıyla H7, H9, H12 ve H2 (5.5-6.0 dk – orta)'den, en düşük FSS ise birinci yılda sırasıyla H10, Ç1, H8 ve H5 (2.7-3.2 dk – düşük)'den, ikinci yılda sırasıyla H15, H13, H8 ve H1 (3.1-3.4 dk – düşük)'den elde edilmiştir.

Genotiplerin lokasyonlarla olan etkileşimi (GLE) ele alındığında (Çizelge 4.42), en yüksek FSS, Konya lokasyonundan sırasıyla H9, H12, H4, H14, H7 ve H2 (5.4-5.8 dk – orta)'den; Eskişehir lokasyonundan sırasıyla H7, H9, H2, H4, H12, H14 ve H3 (5.0-6.0 dk – orta)'den ve Ankara lokasyonundan sırasıyla H9 ve H7 (5.1-5.2 dk – orta)'den, en düşük FSS ise Konya lokasyonundan sırasıyla H13, H10, Ç1 ve H8 (3.1-3.4 dk – düşük)'den; Eskişehir lokasyonundan sırasıyla H5, H15, H8 ve H10 (3.0-3.4 dk – düşük)'den ve Ankara lokasyonundan sırasıyla Ç1, H6 ve H13 (2.9-3.0 dk – düşük)'den elde edildiği görülmüştür. Lokasyonlara göre genotiplerin FSS sıralamalarının değişmesi yani yüksek FSS'ne sahip olan genotipler ile düşük FSS'ne sahip olan genotiplerin lokasyonlara göre farklılık göstermesini Baker (1988), çapraz etkileşim olarak ifade etmiş ve bu tip etkileşimin FSS yüksek genotiplerin geliştirilme sürecini zorlaştırdığını bildirmiştir. Çünkü bu tip genotiplerin FSS değerleri lokasyondan lokasyona farklılık gösterebilmekte, dolayısıyla genel adaptasyon yetenekleri düşük iken özel adaptasyon yetenekleri yüksek olmaktadır. Diğer taraftan her üç lokasyonda en yüksek FSS'ne sahip genotipler içerisinde H7 ve H9'un olması, GÇE'nde çapraz olmayan etkileşimlerinde önemli düzeyde var olduğunu göstermektedir. Çapraz olmayan etkileşimlerde çoğunlukla genotiplerin çevreler üzerinden sıralamaları değişmemektedir. Bu durum genotiplerin stabilite düzeylerini olumlu yönde etkilemektedir.

Denemede yer alan 3 konuya (G, Y ve L) ait etkileşimin (GYLE) değerlerine yakından bakıldığında (Çizelge 4.42), birinci yılda (2012-2013 yetiştirme sezonu) en düşük FSS'nin Konya lokasyonunda sırasıyla H8, Ç1, H10, H13 ve H1 (2.9-3.4 dk – düşük)'den, Eskişehir lokasyonunda sırasıyla H10, H5 ve H15 (2.6-2.9 dk – düşük)'ten ve Ankara lokasyonunda H10, H5, H6, Ç1, H8 ve H13 (2.4-2.9 dk – düşük)'den, en yüksek FSS ise Konya lokasyonunda sırasıyla H12, H9, H14 ve H4 (5.1-5.6 dk – orta)'ten,

Eskişehir lokasyonunda sırasıyla H7, H2, H4, H9 ve H3 (5.1-6.2 dk – orta)’ten ve Ankara lokasyonunda sırasıyla H9, H3, H7, H2 ve H4 (4.5-4.9 dk – orta)’den; buna mukabil ikinci yılda (2013-2014 yetiştirme sezonu) en düşük FSS’nin Konya lokasyonunda sırasıyla H13, H15 ve H10 (2.8-3.3 dk – düşük)’dan, Eskişehir lokasyonunda sırasıyla H8, H5 ve H15 (3.0-3.4 dk – düşük)’ten ve Ankara lokasyonunda H1, H15, H13 ve Ç1 (2.7-3.0 dk – düşük)’den, en yüksek FSS ise Konya lokasyonunda sırasıyla H7, H9, H4 ve H14 (6.0-6.4 dk – orta)’ten, Eskişehir lokasyonunda sırasıyla H7, H9, H2, H4, H12 ve Ç2 (5.0-5.8 dk – orta)’den ve Ankara lokasyonunda sırasıyla H12, H7, H9, H14 ve H2 (5.1-5.8 dk – orta)’den alındığı tespit edilmiştir.

4.9.3. Parametrik Stabilite Yöntemleri

Denemede 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeklik buğday genotipinin FSS yönüyle stabilitelelerini belirlemek için 8 parametrik stabilite yöntemi kullanılmıştır (Çizelge 4.43). İlk sırada yer alan çevre varyansı (S_{xi}^2) Roemer (1917) tarafından önerilmiştir. S_{xi}^2 değerleri, sıfıra yakın olan genotipler stabil olarak kabul edilmektedir (Lin ve ark., 1986; Becker ve Leon, 1988). S_{xi}^2 değeri sıfıra en yakın genotipler sırasıyla H11, Ç3, Ç4 ve Ç5 (3.6-4.3 dk – düşük/orta) iken, S_{xi}^2 değeri en yüksek olan genotipler ise sırasıyla H7, H4, H12, H5 ve H10 (3.2-5.6 dk – düşük/orta) olarak belirlenmiştir. Genotipler içerisinde 3 çeşit ve 1 hattın stabilite seviyeleri en yüksek, 4 hattın stabilite seviyeleri ise en düşük olmuştur. Stabilitesi en yüksek genotiplerden H11 ve Ç3’ün FSS değerleri, genel ortalamanın (4.2 dk) üstünde, Ç4 ve Ç5’in FSS değerleri ise genel ortalamanın altında yer almıştır. Ötü yandan stabilitesi en düşük genotipler içerisinde H5 ve H10’nun FSS değerleri genel ortalamanın altında, H4, H7 ve H12’nin FSS değeri ise genel ortalamanın üstünde gerçekleşmiştir.

Eberhart ve Russell (1966) stabilite analizlerinde doğrusal regresyon katsayısının (b_i) ve regresyondan sapmalar kareler ortalamasının (S_{di}^2) stabilite parametresi olarak kullanılabileceğini; stabil bir genotipin b_i değerinin 1 civarında, FSS’nin genel ortalamanın üstünde ve S_{di}^2 değerinin sıfıra yakın olması gerektiğini bildirmişlerdir. Eberhart ve Russell (1966)’ın 3 stabilite kriterine göre en stabil genotipler sırasıyla H9, H2, H4, H14, H3 ve Ç2 (4.3-5.5 dk – orta) olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.43). En stabil 6 genotipten 5 tanesinin (Ç2 hariç) hat olması, ekmeklik buğday çeşit geliştirme sürecinde yüksek FSS’nin ve stabilitesinin dikkate alındığını göstermektedir. Diğer taraftan bazı genotiplerin b_i değerleri, 1’den yüksek (H7 ve H12 (5.2-5.6 dk – orta)) için $b_i > 1.4$) ya da 1’den düşük

(H15, H13, Ç3, H11 ve H1 (3.2-4.3 dk – düşük/orta) için $b_i < 0.6$) olarak belirlenmiştir. Finlay ve Wilkinson (1963) arpada, Sakin ve ark. (2011b) makarnalık buğdayda yaptıkları çalışmalarda bazı genotiplerin b_i değerlerini 1'den yüksek ve/veya düşük bulmuşlardır. Finlay ve Wilkinson (1963)'a göre b_i değeri sıfıra yakın genotipler, kötü çevrelerde yüksek FSS verirken, b_i değeri 1'den yüksek genotipler ise iyi çevrelerde yüksek FSS vermektedir. Aynı zamanda b_i değeri sıfıra yakın genotiplerin stabiliteyi ortalamasının üstünde, b_i değeri 1'den yüksek genotiplerin ise stabiliteyi ortalamasının altındadır (Finlay ve Wilkinson, 1963).

Çizelge 4.43. Farinograf stabilite süresi için parametrik stabilite yöntemleri

Genotip	\bar{X}^\dagger	S_{xi}^2	b_i	S_{di}^2	r_i^2	W_i^2	σ_i^2	CV_i	P_i
Ç1	3.4	0.4	1.38	0.3	0.59	1.2	0.2	20.1	3.1*
Ç2	4.3	0.4	1.35	0.1	0.69	0.5	0.1	14.6	1.2
Ç3	4.2	0.1	0.43**	0.1	0.41	0.7	0.2	7.8	1.3
Ç4	3.6	0.1	0.82	0.1	0.73	0.2	0.1	9.1	2.4
Ç5	3.6	0.1	0.47	0.1	0.41	0.7	0.1	5.6	2.5
H1	3.5	0.2	0.58*	0.3	0.48	1.0	0.2	13.1	2.7
H2	5.3	0.3	1.38	0.1	0.79	0.4	0.1	10.1	0.1
H3	4.7	0.2	0.70	0.2	0.69	0.7	0.2	9.3	0.7
H4	5.2	0.5	1.38	0.2	0.68	1.0	0.2	13.1	0.3
H5	3.4	0.5	1.29	0.3	0.64	1.5*	0.3*	20.1	2.9
H6	3.4	0.2	1.18	0.1	0.68	0.4	0.1	14.1	2.8
H7	5.6	0.6	1.43*	0.3	0.63	1.5*	0.3*	14.0	0.1
H8	3.2	0.2	0.86	0.2	0.59	0.5	0.1	12.9	3.3*
H9	5.5	0.2	1.26	0.1	0.88	0.2	0.1	8.3	0.1
H10	3.2	0.5	1.17	0.5	0.64	1.5*	0.3*	20.9	3.5**
H11	4.3	0.1	0.42**	0.1	0.40	0.8	0.2	8.2	1.3
H12	5.2	0.5	1.43*	0.4	0.56	1.5*	0.3*	14.1	0.3
H13	3.3	0.2	0.48**	0.1	0.42	1.5*	0.3*	13.1	3.3*
H14	5.0	0.4	1.35	0.2	0.73	0.9	0.2	12.8	0.4
H15	3.2	0.2	0.40**	0.3	0.43	1.6**	0.4**	13.2	3.6**
Ort.	4.2	0.3	1.00	0.2	0.61	0.9	0.2	12.7	1.8

*, ** sırasıyla $P < 0.05$ ve $P < 0.01$ seviyesinde önemli (stabil değil)

$\dagger \bar{X}$, Farinograf stabilite süresi (dk); S_{xi}^2 , Çevre varyansı (Roemer, 1917); b_i , Regresyon katsayısı (Eberhart ve Russell, 1966); S_{di}^2 , Regresyondan sapmalar kareler ortalaması (Eberhart ve Russell, 1966); r_i^2 , Belirtme katsayısı (Pinthus, 1973); W_i^2 , Ekovalans (Wricke, 1962); σ_i^2 , Stabilite varyansı (Shukla, 1972); CV_i , Varyasyon katsayısı (Francis ve Kanenberg, 1978); P_i , Üstünlük ölçütü (Lin ve Binns, 1988)

Pinthus (1973), belirtme katsayısının (r_i^2) bir stabilite parametresi olarak kullanılabileceğini bildirmiştir. r_i^2 değeri 1'e yakın olan genotipler stabil olarak kabul edilmektedir (Pinthus, 1973). r_i^2 değeri en yüksek (1'e yakın) genotipler sırasıyla H9, H2, H14 ve Ç4 (3.6-5.5 dk – düşük/orta) iken, stabilitesi en düşük genotipler (r_i^2 değeri sıfıra

yakın) ise sırasıyla H11, Ç5, Ç3, H13 ve H15 (3.2-4.3 – düşük/orta) olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.43). Stabilitesi en yüksek genotipler içerisinde sadece Ç4'in FSS değeri, genel ortalamanın (4.2 dk) altında, diğerlerinin FSS değerleri ise genel ortalamanın üstünde gerçekleşmiştir. Diğer taraftan stabilitesi en düşük genotiplerden H11 ve Ç3'ün FSS değerleri genel ortalamanın üstünde, diğerlerinin FSS değerleri ise genel ortalamanın altında yer almıştır.

Wricke (1962), stabiliteyi bir genotipin GÇE'ne katkısı olarak belirlemiştir. Bir genotipin GÇE varyansı içerisindeki payını, Wricke (1962), ekovalans (W_i^2) olarak tanımlamış ve W_i^2 değeri sıfıra yakın olan genotiplerin stabil olacağını bildirmiştir. Wricke (1962)'in W_i^2 yöntemine alternatif olarak Shukla (1972), stabilite varyansını (σ_i^2) önermiştir. Wricke ve Weber (1980), σ_i^2 ile W_i^2 arasında doğrusal bir ilişkinin olduğunu ve her iki yöntemle göre genotiplerin stabilite sıralamalarının aynı olacağını bildirmişlerdir. Çizelge 4.43'de verilen σ_i^2 ve W_i^2 değerlerine bakıldığında her iki yöntemle göre genotip sıralamalarının aynı olduğu görülmektedir. İki parametreye göre en stabil genotipler sırasıyla H9, Ç4, H2, H6, Ç2 ve H8 (3.2-5.5 dk – düşük/orta) iken, stabilitesi en düşük olan genotipler ise sırasıyla H15, H7, H12, H5, H13 ve H10 (3.2-5.6 dk – düşük/orta) olmuştur. Stabilitesi en yüksek olan genotipler içerisinde H9, H2 ve Ç2'nin, stabilite en düşük genotipler içerisinde ise H7 ve H12'nin FSS değerleri, genel ortalamanın (4.2 dk) üstünde, diğer genotiplerin FSS değerleri ise genel ortalamanın altında kalmıştır.

Parametrik stabilite yöntemlerine ilave olarak Francis ve Kannenberg (1978), varyasyon katsayısı (CV_i) yöntemini önermiştir. Bu yöntemle göre stabil bir genotipin CV_i değeri sıfıra yakın ve FSS, genel ortalamanın (4.2 dk) üstünde olmalıdır. Bu iki stabilite parametresine göre en stabil genotipler sırasıyla Ç3, H11, H9, H3 ve H2 (4.2-5.5 dk – orta) iken, stabilitesi en düşük genotipler ise sırasıyla H10, H5 ve Ç1 (3.2-3.4 dk – düşük) olmuştur (Çizelge 4.43). Bir başka ifadeyle, stabilitesi en düşük genotiplerin tümünün FSS değerleri, genel ortalamanın altında gerçekleşmiştir.

Üstünlük ölçütü (P_i), bir çevrede denemeye alınan bir genotipin FSS değeri ile o çevrede denemeye alınan diğer genotipler arasında maksimum FSS'ni veren genotipin FSS değeri arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır (Lin ve Binns, 1988). Bir genotipin FSS'nin farklı çevrelerde sürekli yüksek seyretmesi, o genotipin FSS'nin maksimum FSS'ne yakın olacağı anlamına gelmektedir. Dolayısıyla bir genotipin P_i değeri sıfıra yakınsa stabilitesi yüksek olarak kabul edilir. Lin ve Binns (1988), P_i değerinin aynı zamanda genotiplerin genel adaptasyon yeteneklerinin bir göstergesi olduğunu ve çevreler üzerinden performans

ortalamalarına göre kıyaslama yapılmasının doğru olacağını bildirmişlerdir. P_i ile FSS değerleri birlikte değerlendirildiğinde, en stabil genotipler sırasıyla H7, H9, H2, H4, H12 ve H14 (5.0-5.6 dk – orta) iken, stabilitesi en düşük olan genotipler ise sırasıyla H15, H10, H8, H13 ve Ç1 (3.2-3.4 dk – düşük) olmuştur (Çizelge 4.43). Stabilitesi en yüksek genotiplerin aynı zamanda FSS değerleri genel ortalamanın (4.2 dk) üstünde, stabilitesi en düşük olan genotiplerin FSS değerleri ise genel ortalamanın altında kalmıştır. Stabilitesi en yüksek ilk altı genotipin tümü hatlardan oluşmuştur.

4.9.4. Parametrik Olmayan Stabilite Yöntemleri

Denemede 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeklik buğday genotipinin FSS yönüyle stabiliteyi belirlemek için 8 parametrik olmayan stabilite yöntemi kullanılmıştır (Çizelge 4.44).

Denemede kullanılan parametrik olmayan stabilite yöntemlerinden ilk dördü ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$) Huehn (1979) tarafından geliştirilmiştir (Çizelge 4.44). Stabil bir genotipin $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$ değerleri sıfıra yakın olmalıdır (Huehn, 1996). Huehn (1979)'ün 4 parametrik olmayan stabilite yöntemine ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$) göre en stabil genotipler sırasıyla H9, Ç4, H2, H8 ve H6 (3.2-5.5 dk – düşük/orta) olarak belirlenmiştir. Stabilitesi en düşük olan genotipler ise sırasıyla H5, H12 ve H7 (3.4-5.6 – düşük/orta) olarak tespit edilmiştir. Öte yandan stabilitesi en yüksek genotipler içerisinde H2 ve H9'un FSS değerleri, genel ortalamanın (4.2 dk) üzerinde, stabilitesi en düşük genotiplerden sadece H5'in FSS değeri, genel ortalamanın altında kaydedilmiştir.

Kang (1988), parametrik olmayan stabilite yöntemi olarak Sıra-Toplam (RS) yöntemini önermiştir. Deneme çevreleri üzerinden en yüksek FSS'ne sahip genotipe sıra değeri olarak 1 verilirken, en düşük genotipe ise en yüksek sıra değeri (genotip sayısı kadar) verilir. Kang (1988) aynı zamanda Shukla (1972)'nin stabilite varyansını da (σ_i^2) RS yöntemine dâhil etmiştir. Her bir genotip için σ_i^2 değeri hesaplandıktan sonra en düşük σ_i^2 değerine sahip genotipe sıra değeri olarak 1 verilirken (FSS sıralamasında yapıldığı gibi), en yüksek σ_i^2 değerine sahip genotipe en yüksek sıra değeri (genotip sayısı kadar) verilir. Hem FSS ve hem de Shukla (1972)'nin stabilite varyansı (σ_i^2) değerlerine göre oluşturulan sıra değerleri, toplanarak RS değerleri elde edilmektedir. RS değeri en düşük olan genotip, en yüksek stabiliteye sahip olmaktadır (Kang, 1988). Bu tanıma göre en yüksek stabiliteye sahip genotipler sırasıyla H9, H2, Ç4, Ç2 ve H3 (3.6-5.5 dk – düşük/orta) iken, en düşük stabiliteye sahip genotipler ise sırasıyla H15, H10, H13, H5 ve

Ç1 (3.2-3.4 dk – düşük) olmuştur (Çizelge 4.44). Stabilesi en yüksek genotipler içerisinde H9, H2, Ç2 ve H3'ün FSS değerleri (Ç4 hariç), genel ortalamanın (4.2 dk) üzerinde, stabilesi en düşük genotiplerin tümünün FGS değerleri, genel ortalamanın altında kalmıştır.

Çizelge 4.44. Farinograf stabilite süresi için parametrik olmayan stabilite yöntemleri

Genotip	\bar{X}^\dagger	$S_i^{(1)}$	$S_i^{(2)}$	$S_i^{(3)}$	$S_i^{(6)}$	RS	TOP	RM	SDR
Ç1	3.4	6.1	30.7	3.9	0.9	30	0.0	15.5	3.3
Ç2	4.3	6.5	28.6	2.4	1.2	14	16.6	9.0	2.0
Ç3	4.2	6.9	34.5	2.4	1.0	19	16.6	9.0	2.2
Ç4	3.6	4.2	13.1	0.9	0.5	13	0.0	13.5	1.5
Ç5	3.6	6.9	32.1	2.4	0.9	18	0.0	13.3	2.7
H1	3.5	7.9	43.4	4.4	1.2	25	0.0	14.7	3.7
H2	5.3	5.4	20.0	2.2	1.6	6	100.0	3.8	1.3
H3	4.7	7.7	39.7	4.6	1.8	15	33.3	6.2	2.3
H4	5.2	7.6	39.7	2.5	1.4	18	83.3	4.2	1.5
H5	3.4	9.8	69.3	6.8	1.6	31	0.0	14.8	4.4
H6	3.4	6.2	27.1	1.3	0.6	19	0.0	15.5	2.1
H7	5.6	9.4	64.3	8.6	4.0	20	100.0	2.7	2.3
H8	3.2	5.4	23.6	2.2	0.8	23	0.0	16.7	2.7
H9	5.5	3.5	8.2	2.1	1.9	4	100.0	2.3	1.0
H10	3.2	8.9	55.6	5.5	1.3	38	0.0	16.5	4.3
H11	4.3	8.1	43.7	4.4	1.3	19	16.6	9.3	2.9
H12	5.2	9.6	61.3	10.8	3.2	20	83.3	4.7	3.1
H13	3.3	8.1	46.9	2.1	0.7	32	0.0	16.3	2.5
H14	5.0	8.6	54.8	4.5	2.1	17	66.6	5.7	2.3
H15	3.2	8.3	45.7	3.7	1.1	39	0.0	16.3	3.6
Ort.	4.2	7.3	39.1	3.9	1.5	21.0	30.8	10.5	2.6

*, ** sırasıyla $P < 0.05$ ve $P < 0.01$ seviyesinde önemli (stabil değil)

$\dagger \bar{X}$, Farinograf stabilite süresi (dk); Huehn (1979)'ün parametreleri $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$; RS, Sıra-Toplam (Kang, 1988); TOP, Fox ve ark. (1990)'nın en üst sıra parametresi; RM, Sıra ortalaması (Ketata, 1988); SDR, Sıranın standart sapması (Ketata, 1988)

Fox ve ark. (1990), parametrik olmayan stabilite yöntemi olarak en üst sıra (TOP), orta sıra (MIDDLE) ve en alt sıra (BOTTOM) yöntemlerini önermişlerdir. Söz konusu üç yöntem içerisinde en yaygın olarak kullanılanı, en üst sıra (TOP) yöntemidir. En üst sıra (TOP) yönteminde, farklı çevrelerde denemeye alınan genotiplerin en yüksekten başlamak üzere FSS sıralamasına göre her çevrede ilk üç sırada yer alma oranı belirlenmektedir. En üst sıra (TOP) değeri 100'e en yakın olan genotip, en stabil olarak kabul edilmektedir. Yüksek TOP değeri bir genotipin genel adaptasyon yeteneğini de göstermektedir. Fox ve ark. (1990) tarafından yapılan tanıma göre en yüksek stabilizeye sahip genotipler, FSS

değerleriyle birlikte değerlendirildiğinde sırasıyla H7, H9, H2 (TOP değeri = 100.0 ve FSS = 5.3-5.6 dk – orta), H4, H12 (TOP değeri = 83.3 ve FSS = 5.2 dk – orta) ve H14 (TOP değeri = 66.6 ve FSS = 5.0 dk – orta) iken, en üst sıraya (TOP) giremeyen genotipler ise Ç1, Ç4, Ç5, H1, H5, H6, H8, H10, H13 ve H15 (3.2-3.6 dk – düşük) olarak belirlenmiştir. En stabil genotiplerin tümü hatlardan oluşmuştur. Stabilitesi en düşük genotiplerin tümünün FSS değerleri, genel ortalamanın (4.2 dk) altında yer almıştır (Çizelge 4.44).

Ketata (1988), parametrik olmayan stabilite yöntemleri olarak sıra ortalaması (RM) ve sıranın standart sapması (SDR) yöntemlerini önermiştir. Bu iki yöntem uygulanırken, genotipler her bir çevrede büyüklüklerine göre sıralanmakta ve en yüksek FSS'ne sahip genotipe sıra değeri olarak 1 değeri verilmektedir. Daha sonra farklı çevrelerdeki sıra değerlerinin ortalaması ve standart sapması hesaplanmaktadır. Genotiplerin RM ve SDR değerleri dikkate alınarak stabilite ve adaptasyon durumları hakkında yorum yapılabilmektedir. Bu bilgiler doğrultusunda, düşük RM ve SDR değerlerine sahip genotipler (sırasıyla H9, H7, H2, H4, H12 ve H14) yüksek FSS'ne sahip (5.0-5.6 dk – orta) ve stabil (Çizelge 4.44); düşük RM ve yüksek SDR değerlerine sahip genotipler (sırasıyla H3, H11, Ç2 ve Ç3) yüksek FSS'ne sahip (4.2-4.7 – orta) ve stabil değil; yüksek RM ve SDR değerlerine sahip genotipler (sırasıyla H8, H10, H15, Ç1, H5, H1 ve Ç5) düşük FSS'ne sahip (3.2-3.6 dk – düşük) ve stabil değil; yüksek RM ve düşük SDR değerlerine sahip genotipler (sırasıyla H13, H6 ve Ç4) ise düşük FSS'ne sahip (3.3-3.6 dk – düşük) ve stabil olarak değerlendirilmektedir.

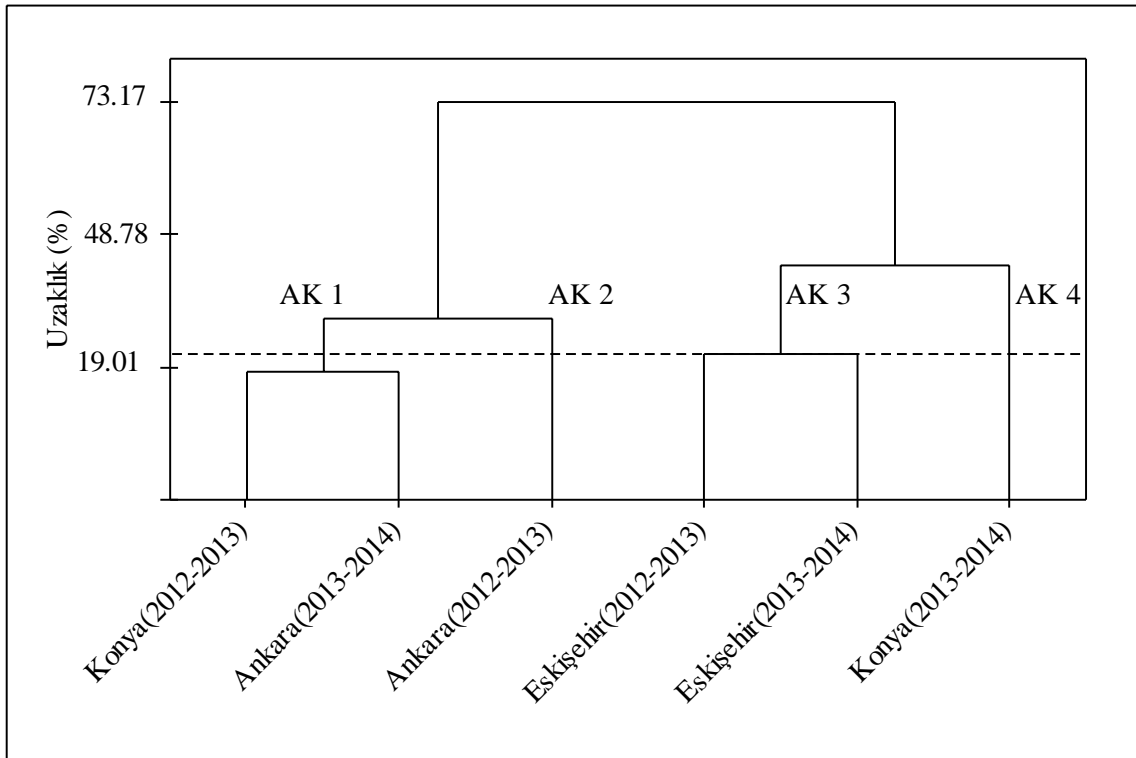
4.9.5. Çok Değişkenli (Multivariate) Yöntemler

Denemede 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeçlik buğday genotipinin FSS yönüyle stabilitelerini belirlemek için 3 çok değişkenli yöntem kullanılmıştır.

Çok değişkenli yöntemlerin birincisi olan Pattern Analizi (PA), hem Kümeleme (CA) ve Ana Bileşenler Analiz (PCA) yöntemlerini içermektedir (Alagarswamy ve Chandra, 1998). PA-CA sonuçlarına göre denemenin yürütüldüğü çevreler dört alt kümeye (AK 1, AK 2, AK 3 ve AK 4) ayrılmıştır (Şekil 4.41). Birinci alt kümeyi (AK 1) Konya (2012-2013) ve Ankara (2013-2014) çevreleri; ikinci alt kümeyi (AK 2) sadece Ankara (2012-2013) çevresi; üçüncü alt kümeyi (AK 3) Eskişehir lokasyonunun iki çevresi (2012-2013 ve 2013-2014) ve dördüncü alt kümeyi (AK 4) ise sadece Konya (2013-2014) çevresi oluşturmuştur.

Çevrelerin 4 farklı alt küme oluşturmasının nedeni (Şekil 4.41) Konya ve Ankara çevrelerinin 3 alt kümeye ayrılmasıyla ilgilidir. Yıllar arası farklılıklar hem Konya ve hem

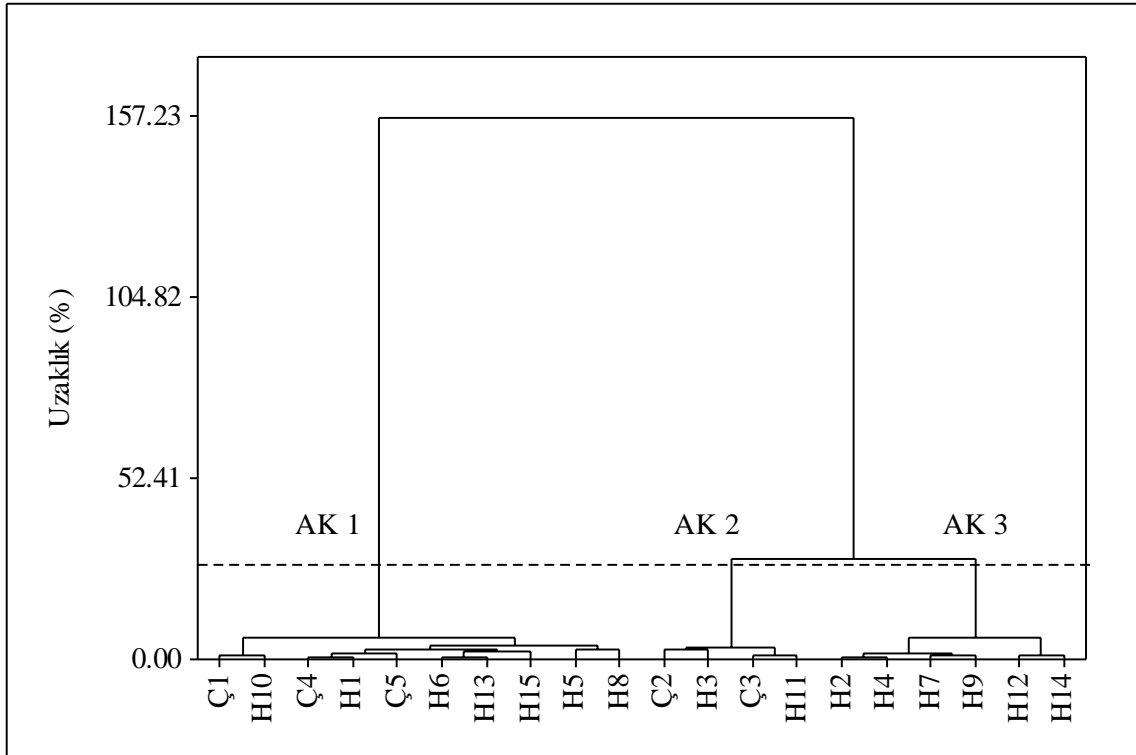
de Ankara çevrelerinin birbirlerine benzer olmadığı göstermektedir. Yıl etkisinin oluşturduğu farklılığının somut göstergesi, Konya ve/veya Ankara lokasyonuna ait birinci ile ikinci yıla ait çevrelerin farklı alt kümelerde yer almasıdır. Yıllar arası farklılıklara benzer şekilde lokasyonlar arası farklılıklar Konya ve Ankara lokasyonları için geçerlidir. Bu iki lokasyonun farklı olduğunun kanıtı, iki alt kümede (AK 2 ve AK 4) saklıdır. Diğer taraftan Eskişehir lokasyonu yıllar arası farklılık göstermemiştir. Bir başka ifadeyle, Eskişehir lokasyonunda genotiplerin FSS değerleri, yıllar üzerinden benzer olduğundan dolayı, bu lokasyonun iki çevresi arasındaki benzerlik oldukça yüksek olmuştur. Fakat Eskişehir lokasyonunun, diğer iki lokasyondan FSS yönüyle farklı olduğu açıktır (Şekil 4.41). Sonuç itibariyle denemedeki tüm çevreler dikkate alındığında genotiplerin FSS'leri üzerine hem yılın ve hem de lokasyonun etkili olduğu (GYLE) anlaşılmaktadır.



Şekil 4.41. Farinograf stabilite süresi için lokasyonların yıllara göre dendrogramı (AK, Alt Küme; Uzaklık % 20)

Denemede yer alan genotiplerin PA-CA'ndan elde edilen dendrogramı Şekil 4.42'de verilmiştir. PA-CA'ne göre genotipler, 3 tane alt kümeye (AK 1, AK 2 ve AK 3) ayrılmıştır. AK 1'de 10 genotip (Ç1, H0, Ç4, H1, Ç5, H6, H13, H15, H5 ve H8), AK 2'de 4 genotip (Ç2, H3, Ç3 ve H11) ve AK 3'de 6 genotip (H2, H4, H7, H9, H12 ve H14) yer almıştır. Alt kümelerden AK 1'de yer alan 10 genotipin FSS değerleri, deneme

ortalamasından (4.2 dk) düşük, AK 2 ve 3’de yer alan 10 genotipin FSS ortalamaları (4.2-5.6 dk – orta) ise deneme ortalamasından yüksek olmuştur (Çizelge 4.42). FSS değeri yüksek (AK 2 ve 3) ve düşük (AK 1) genotiplerin ayrı alt kümelerde yer alması, FSS değerlerinin genotiplerin kümelenme şeklini açıklamak için yeterli bir ölçüt olarak kullanılabileceği göstermiştir. Diğer taraftan FSS değerleri genel ortalamadan (4.2 dk) yüksek genotiplerin, iki alt kümeye (AK 2 ve 3) ayrılmasının sebebi, ancak genotipik farklılıklarla izah edilebilir.



Şekil 4.42. Farinograf stabilite süresi için genotiplerin dendrogramı (AK, Alt Küme; H, Hat; Ç, Çeşit; Uzaklık % 20)

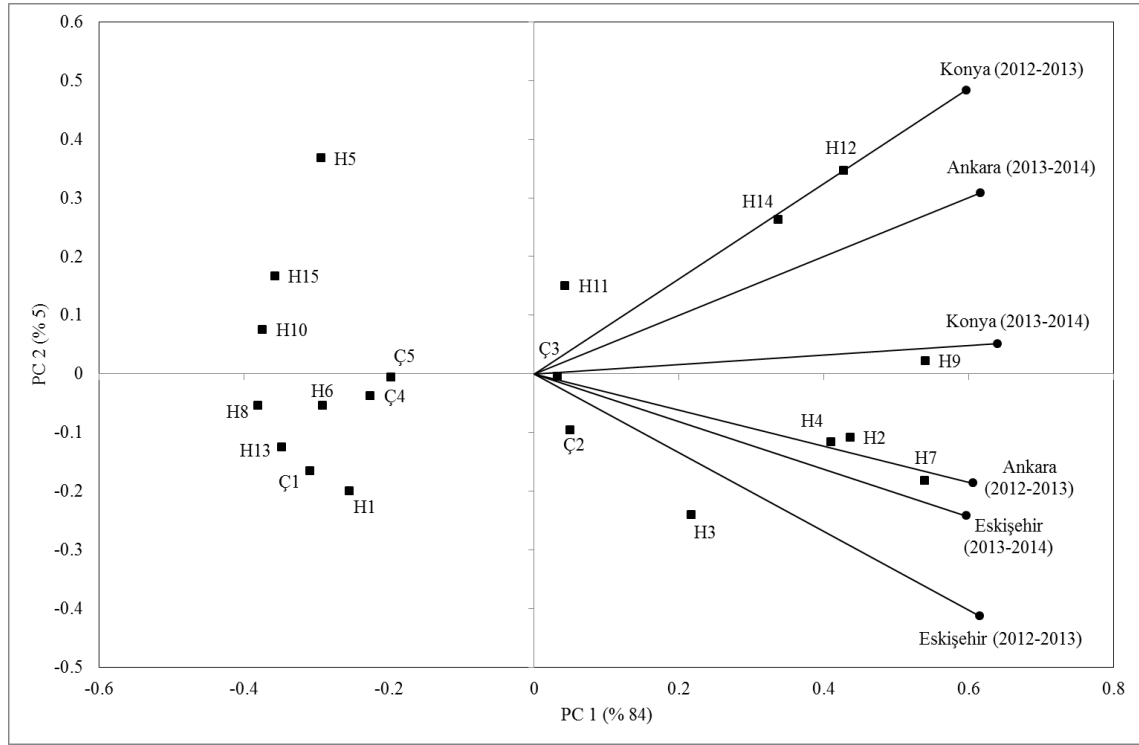
Ana Bileşenler Analizi (PCA)’yle elde edilen PA-Biplot’u Şekil 4.43’de verilmiştir. PCA’nin ilk iki ana bileşeni, GÇE’nin kareler toplamının % 89’unun (sırasıyla PC1 = % 84 ve PC2 = % 5) açıklamıştır. PA-Biplot’un orijininden geçen vektörler çevreleri, H (Hat) ve Ç (Çeşit) sembolleri ise genotipleri göstermektedir. Çevre vektörleri arasındaki açılar çevrelerin birbirine benzerlik ya da uzaklığını ortaya koymaktadır. Dolayısıyla Konya (2012-2013) ile Ankara (2013-2014) çevrelerine ait vektörler arasındaki açı $< 90^\circ$ olup, bu iki çevre arasında benzerlik yüksek düzeydedir. Şekil 4.41’de verilen dendrogramda Konya (2012-2013) ile Ankara (2013-2014) çevreleri AK 1’de, Konya (2013-2014) çevresi ise münferit olarak AK 4’de yer almıştır. Söz konusu üç çerve için PA-CA (Şekil 4.41) ile

PA-Biplot (Şekil 4.43) bulguları birbiriyle uyum içerisinde olduğu söylenebilir. Fakat denemede geriye kalan 3 çevre için yöntemler arası uyum söz konusu değildir. Eskişehir lokasyonunun her iki çevresi PA-CA'da birleşerek AK 3'ü oluştururken, PA-Biplot üzerinde Ankara (2012-2013) çevresi ile birlikte yer almışlardır. Hâlbuki bu çevre, PA-CA'da münferit olarak AK 2'de yer almıştır.

PA-Biplot (Şekil 4.43) incelendiğinde, her iki yıla ait tüm çevrelerin biplotun birinci ekseninin (PC 1) pozitif kısmında yer aldığı görülmektedir. Diğer taraftan her iki yıla ait Konya çevreleri ile Ankara lokasyonunun ikinci yıla ait çevresi biplotun ikinci ekseninin pozitif kısmında, her iki yıla ait Eskişehir çevreleri ile Ankara lokasyonunun birinci yıla ait çevresi ise ikinci eksenin negatif kısmında yer almıştır. Biplotun her iki eksenini, birbiriyle karşılaştırıldığında, birinci eksenin tüm çevreleri mutlak ayırma yeteneğine sahip olduğu ifade edilebilir. Bu durum, FSS için genotiplerin hem yıl ve hem de lokasyon ile etkileşim halinde olduğu göstermektedir. Çünkü çevrelerin birinci eksen üzerinde aynı yönde yer alması, yüksek FSS'ne sahip genotiplerin belirlenmesine yardımcı olmuştur. Denemede kullanılan genotiplerden bazıları yüksek FSS ve stabiliteyi çevreler üzerinden sürdürmüştür (Baker, 1988).

Birbirine benzer olan genotipler, PA-Biplot (Şekil 4.38) üzerinde birbirine yakın olarak yer almaktadır. Birbirinden farklı genotipler ise biplot üzerinde zıt yerlerde toplanmaktadır (Alagarwamy ve Chandra, 1998). H12, H14, H11, Ç3, H9, Ç2, H4, H2, H7 ve H3 kodlu genotipler (4.2-5.6 dk – orta) ana bileşen eksenini 1 (PC 1)'in pozitif kısmında; H5, H15, H10, Ç5, H6, Ç4, H8, H13, Ç1 ve H1 (3.2-3.6 dk – düşük) kodlu genotipler ise PC 1'in negatif kısmında yer almışlardır (Şekil 4.43). Bu durum, iki genotip grubunun birbirinden farklı FSS değerlerine sahip olduğunu göstermektedir. İlk grupta yer alan genotiplerin (ana bileşen eksenini 1 (PC 1)'in pozitif kısmında) FSS değerleri, genel ortalamanın (4.2 dk) üstünde, ikinci grupta yer alan genotiplerin (PC 1'in negatif kısmında) FSS değerleri ise genel ortalamanın altında kalmıştır. İlk grupta yer alan genotiplerin tümü (sırayla H12, H14, H11, Ç3, H9, Ç2, H4, H2, H7 ve H3) en iyi performansı ya da adaptasyonu sırasıyla Konya (2012-2013), Ankara (2013-2014), Konya (2013-2014), Ankara (2012-2013), Eskişehir (2013-2014) ve Eskişehir (2012-2013) çevrelerinde göstermiştir. Öte yandan ikinci grupta yer alan genotiplerin (H5, H15, H10, Ç5, H6, Ç4, H8, H13, Ç1 ve H1) hiç birisi, herhangi bir deneme çevresine adaptasyon sağlayamamıştır. İkinci grupta yer alan genotiplerin, PA-Biplot üzerinde çevrelere göre zıt yönde pozisyon almaları, deneme bulgularını doğrulamaktadır (Şekil 4.43). Diğer taraftan PA-Biplot'unun merkezinde (orijininde) yer alan genotiplerin (H11, Ç3 ve Ç2) tüm

çevrelere adaptasyonları yüksek olup, FSS değerleri (4.2-4.3 dk – orta) genel ortalamanın (4.2 dk) üstünde yer almıştır (Çizelge 4.42 ve Şekil 4.43).

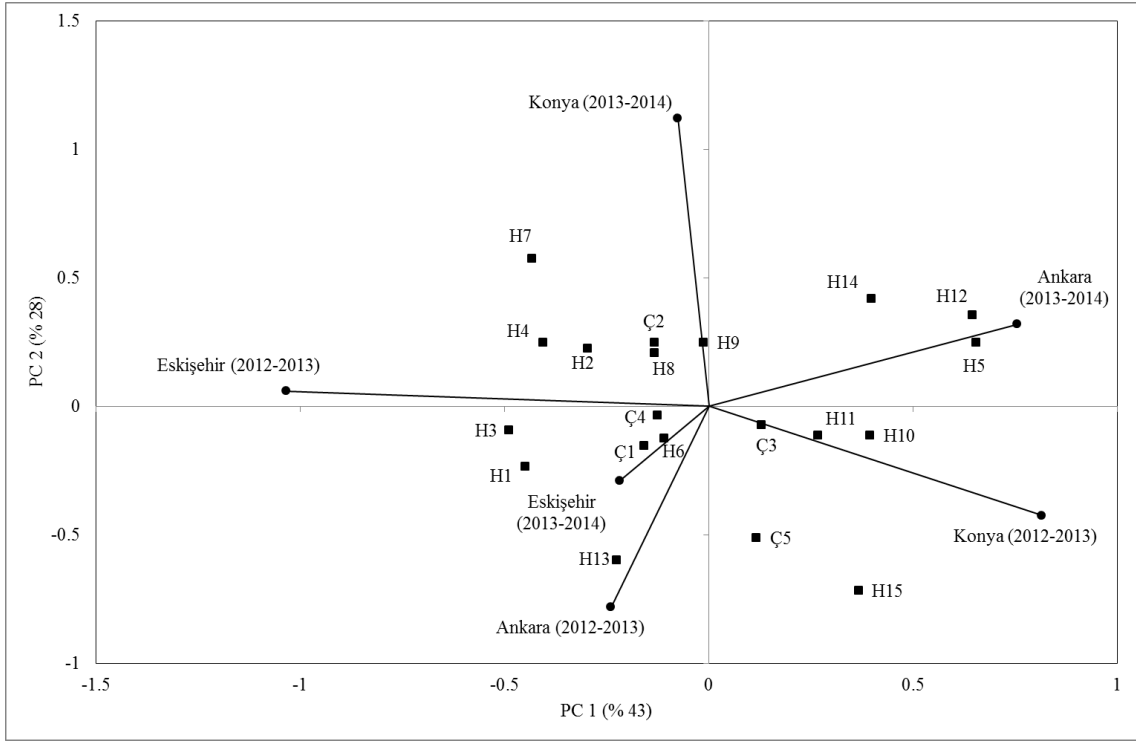


Şekil 4.43. Farinograf stabilite süresinin PA-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit)

Denemede kullanılan çok değişkenli yöntemlerden ikincisi AMMI (Eklemeli Ana Etkiler ve Çarpımsal Etkileşimler Analizi) yöntemidir. AMMI analizinden elde edilen AMMI-Biplot'u Şekil 4.44'de verilmiştir. AMMI-Biplot'un ilk iki eksenini, GÇE kareler toplamının % 71'i (sırasıyla PC 1 = % 43 ve PC 2 = % 28) açıklamıştır. Bu oran (% 71), PA-Biplot'un (Şekil 4.43) açıklama oranından (% 89) % 18 daha düşük olmasına rağmen her iki biplotun GÇE'ni açıklama oranı % 70'den daha yüksek olmuştur (Gauch, 1988).

AMMI-Biplot'un üzerinde dağılım gösteren genotipler ve çevre vektörlerinin birbiriyle olan ilişkilerine bakıldığında (Şekil 4.44) PA-Biplot'tan (Şekil 4.43) farklı olduğu görülmektedir. AMMI-Biplot'ta Konya (2012-2013) ile Ankara (2013-2014) çevre vektörleri arasında benzerlik ilişkisi, hem PA-CA'nın AK 1 (Şekil 4.41) ve hem de PA-Biplot (Şekil 4.43) olduğu gibi yüksektir. Benzer şekilde anılan yöntemler, Konya (2013-2014) çevresinde de uyum göstermişlerdir. Fakat her iki yıla ait Eskişehir çevreleri için farklı bulgular elde edilmiştir. Şekil 4.41'de verilen dendrogramda Eskişehir lokasyonunun iki çevresi aynı alt kümede (AK 3) yer alırken, gerek PA-Biplot ve gerekse AMMI-Biplot'ta vektörel açı farklılıkları, bu iki çevresinin benzerliğini azaltmaktadır. Diğer

tarafından Ankara (2012-2013) çevresi, hem PA-Biplot ve hem de AMMI-Biplot üzerinde vektörel açı istikametinde Eskişehir (2013-2014) çevresine yakınlaşmakta, fakat aynı zamanda Eskişehir (2012-2013) çevresinden vektörel açı istikametinde uzaklaşmaktadır. Bundan dolayı Ankara (2012-2013) çevresini, her iki Eskişehir çevresinden farklı mütalaa etmekte fayda vardır.



Şekil 4.44. Farinograf stabilite süresinin AMMI-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit)

AMMI-Biplot üzerinde çevrelerin pozisyonları incelendiğinde Ankara (2013-2014) ve Konya (2012-2013) çevrelerinin ana eksen bileşeni 1 (PC 1)'in pozitif kısmında, Ankara (2012-2013), Eskişehir (2012-2013), Eskişehir (2013-2014) ve Konya (2013-2014) çevrelerinin ise ana eksen bileşeni 1 (PC 1)'in negatif kısmında yer aldığı görülmektedir (Şekil 4.39). Öte taraftan AMMI-Biplot'un ana eksen 2 (PC 2) üzerinde çevrelerin pozisyonları PA-Biplot'tan farklılık göstermektedir. AMMI-Biplot'un ana eksen 2 (PC 2)'nin pozitif kısmında Konya (2013-2014), Ankara (2013-2014) ve Eskişehir (2012-2013) çevreleri yer alırken, ana eksen 2 (PC 2)'nin negatif kısmında ise Konya (2012-2013), Ankara (2012-2013) ve Eskişehir (2013-2014) çevreleri yer almıştır. AMMI-Biplot'un her iki ana eksenini karşılaştırıldığında, FSS üzerine GÇE'nin (yıl ve lokasyonunun birlikte) önemli etkide bulunduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 4.44). AMMI-Biplot'un ilk iki ekseninde yıllar ve/veya lokasyonlar üzerinden çevrelerin belirgin şekilde ayrışmaması,

GÇE'nin baskınlığını olduğunu göstermektedir. Bu durum, PA-Biplot ve PA-CA bulgularıyla da desteklenmiştir.

Genotiplerle çevreler arası ilişkiler incelendiğinde (Şekil 4.44), Ç3, H11 ve H10 (3.2-4.3 dk – düşük/orta)'nun Konya (2012-2013) çevresinde; H5, H12 ve H14 (3.4-5.2 dk – düşü/orta)'ün Ankara (2013-2014) çevresinde; H9, Ç2 ve H8 (3.2-5.5 dk – düşük/orta)'in Konya (2013-2014) çevresinde; H4, H2, H8, Ç4 ve H3 (3.2-5.3 dk – düşük/orta)'ün Eskişehir (2012-2013) çevresinde; H6, Ç1 ve H1 (3.4-3.5 dk – düşük)'in Eskişehir (2013-2014) çevresinde ve H13 (3.3 dk – düşük)'ün Ankara (2012-2013) çevresinde en iyi adaptasyonu sağladığı belirlenmiştir. Diğer taraftan AMMI-Biplot'un merkezine yakın olan genotiplerin tüm çevrelere adaptasyonu yüksek olup 4 genotipten (Ç4, Ç1, H6 ve Ç3 = 3.4-4.2 dk – düşük/orta) oluşmaktadır.

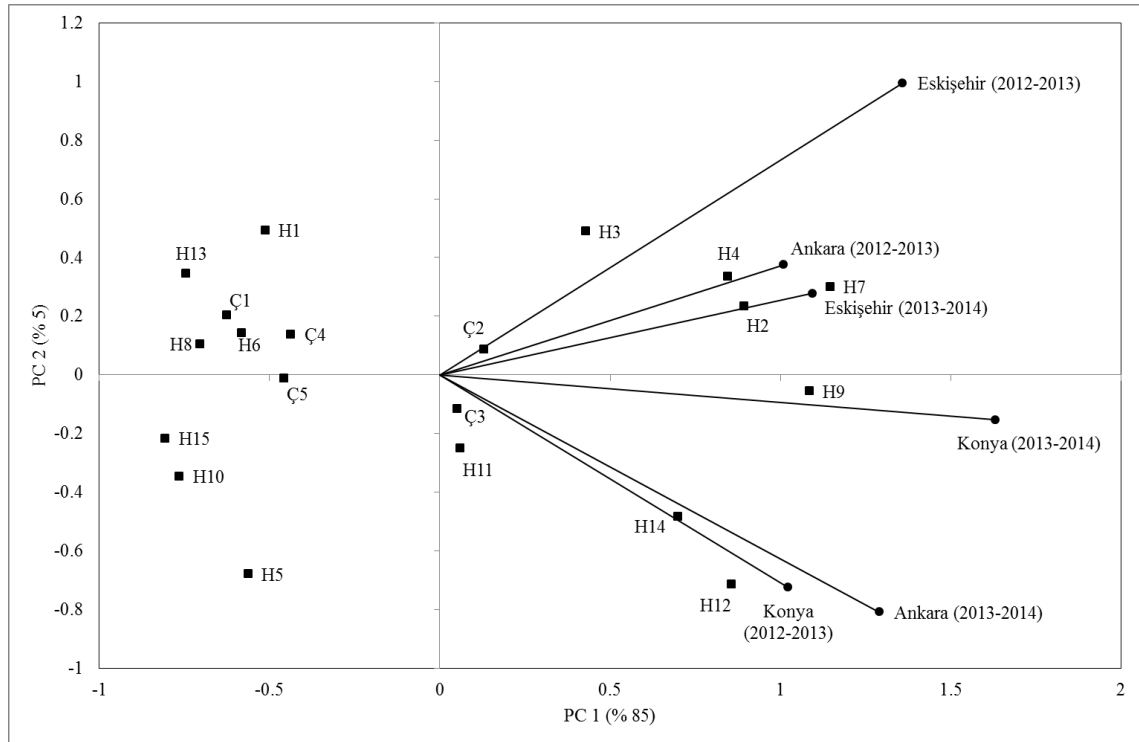
Çok değişkenli yöntemlerden üçüncüsü, GGE-Biplot analiz yöntemidir. Bu yöntemle elde edilen GGE-Biplot'u Şekil 4.45'de verilmiştir. GGE-Biplot'un ilk iki ana bileşeni, G ana etkileri ile GÇE'nin kareler toplamlarının % 90'ni (sırasıyla PC 1 = % 85 ve PC 2 = % 5) açıklamıştır. Birden fazla çevre ve genotip ile yürütülen denemelerde GÇE'nin istatistiksel olarak önemli çıkması durumunda ilk iki ana bileşenin (PC 1 ve PC 2) toplam varyasyonun en az % 70'ini açıklaması beklenmektedir (Gauch, 1988). GGE-Biplot'un açıklama oranı (% 90), PA-Biplot'un oranıyla (% 89) yaklaşık aynı, fakat AMMI-Biplot'un (% 71) oranından % 19 daha yüksek olmuştur.

Denemenin yürütüldüğü çevrelerin vektörel ilişkileri ele alındığında (Şekil 4.45), Konya (2012-2013) ile Ankara (2013-2014) çevrelerinin birbirleriyle benzerliklerinin yüksekliği, PA-CA (Şekil 4.41), PA-Biplot (Şekil 4.43) ve AMMI-Biplot (Şekil 4.44) bulgularıyla örtüşmektedir. Bu benzerlik Konya (2013-2014) çevresi içinde geçerli olup, tüm diğer çevrelerden farklı olarak münferit bir çevre oluşturması, 3 çok değişkenli yöntem ile desteklenmiştir. Fakat Ankara lokasyonunun ilk yıla ait çevresi ile Eskişehir lokasyonunun her iki yılına ait çevreleri, yöntemlere göre farklılık göstermektedir. Eskişehir lokasyonunun her iki çevresi, PA-CA dendrogramında (Şekil 4.41) aynı alt kümede (AK 3) yer almasına rağmen, Ankara (2012-2013) çevresi ise münferit olarak AK 2'de yer almıştır. Fakat bu kümelenme şekli, PA-Biplot (Şekil 4.43), AMMI-Biplot (Şekil 4.44) ve GGE-Biplot (Şekil 4.45) sonuçlarıyla uyuşmamaktadır.

Her üç biplot yöntemiyle elde edilen çevrelerin vektörel büyüklükleri kıyaslandığında, GGE-Biplot çevre vektörlerinin büyüklükleri, hem AMMI-Biplot ve hem de PA-Biplot'un çevre vektörlerinin büyüklüklerinden daha fazla olmuştur. Yan ve ark. (2000) çevre vektörlerinin uzunlukları ile çevrelerin genotipleri ayırma yetenekleri

arasında olumlu bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Genelde ikinci yıla ait çevre vektörlerinin büyüklükleri, birinci yıla ait çevre vektörlerinin büyüklüklerinden daha fazla olmuştur (Şekil 4.45). Bu sonuçtan hareketle, Ankara (2013-2014), Eskişehir (2012-2013), ve Konya (2013-2014) çevrelerinin vektörler büyüklükleri, genotipleri FSS değerlerine göre en güçlü ayırma yeteneğine sahip iken, Eskişehir (2013-2014), Ankara (2012-2013) ve Konya (2012-2013) çevrelerinin ayırma yetenekleri nisbi olarak düşük seviyede kalmıştır (Yan ve ark., 2000). Sonuç itibariyle, her iki yılda da herhangi bir lokasyonun ön plana çıkmaması, genotiplerin FSS değerlerine göre farklılıklarının ortaya konmasında kilit rol üstlenecek herhangi bir lokasyonun olmadığını göstermektedir.

Genotiplerin özel adaptasyon yetenekleri incelendiğinde (Şekil 4.45), Konya (2012-2013), Ankara (2013-2014), Konya (2013-2014), Eskişehir (2013-2014), Ankara (2012-2013) ve Eskişehir (2012-2013) çevrelerine sırasıyla H12, H14, H11, Ç3, H9, H2, H7, H4, H3 ve Ç2 (4.2-5.6 dk – orta)'in en iyi adaptasyonu sağladığı belirlenmiştir. Genel adaptasyon yeteneği en iyi genotipler biplotun merkezinde yer almaktadır. Bu genotipler ise Ç2, Ç3 ve H11 (4.2-4.3 dk – orta)'den oluşmaktadır.



Şekil 4.45. Farinograf stabilite süresinin GGE-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit)

Çevrelerin biplot üzerinde aynı yönde veya farklı yönde yer almaları genotiplerin çapraz (çevreler üzerinden FSS sıralaması değişen) veya çapraz olmayan (çevreler

üzerinden FSS sıralaması değişmeyen) etkileşimleriyle ilişkilidir (Yan, 2001). Denemenin her iki yılına ait tüm çevreler PC 1'in pozitif kısmında (Şekil 4.45) yer almıştır. Çevrelerin biplot üzerinde aynı yönde yer almasına çapraz olmayan etkileşimin sebep olduğu ve bu etkileşimin ortaya çıkmasına ise Y ve L faktörlerinin birlikte olumlu katkıda bulunduğu bilinmektedir (Yan, 2001). Dolayısıyla FSS değerlerine göre genotiplerin çevreler üzerinden sıralanma şekli çoğunlukla değişmemiştir. Bu durumun genotiplerin stabilite düzeylerini olumlu yönde etkilediği tahmin edilmektedir.

GGE-Biplot'u oluşturan ilk ana eksenin (PC 1) pozitif kısmında yer alan 10 genotipin (H3, Ç2, H4, H2, H7, H9, H12, H14, H11 ve Ç3) FSS değerleri (4.2-5.6 dk – orta), genel ortalamanın (4.2 dk) üzerinde, ilk ana eksenin (PC 1) negatif kısmında yer alan 10 genotipin (H1, H13, Ç1, Ç4, H6, H8, Ç5, H15, H10 ve H5) FSS değerleri (3.2-3.6 dk – düşük) ise genel ortalamanın altında kalmıştır. Diğer taraftan, denemede kullanılan 5 çeşitten 2 tanesinin (Ç2 ve Ç3 = 4.2-4.3 dk – orta) FSS değerleri, genel ortalamanın üstünde, 3 tanesinin (Ç1, Ç4 ve Ç5 = 3.2-3.6 dk – düşük) FSS değerleri ise genel ortalamanın altında kaydedilmiştir (Çizelge 4.42 ve Şekil 4.45).

GGE-Biplot'u oluşturan ikinci ana eksen (PC 2), genotiplerin stabilitelerini göstermektedir. Stabil genotiplerin mutlak PC 2 değerleri, sıfıra yakın iken stabil olmayan genotiplerin mutlak PC 2 değerleri ise yüksek olduğundan dolayı biplotun orijininin uzakta yer almaktadır (Yan, 2001). Bu tanıma göre Ç2, Ç3, H2, H11 ve H9 kodlu genotipler yüksek FSS'ne sahip (> 4.2 dk) ve stabil; H3, H4, H7, H14 ve H12 yüksek FSS'ne sahip (> 4.2 dk) ve stabil olmayan; Ç1, Ç4, H6, H8, Ç5 ve H15 düşük FSS'ne sahip (< 4.2 dk) ve stabil; H1, H13, H10 ve H5 ise düşük FSS'ne sahip (< 4.2 dk) ve stabil olmayan şeklinde belirlenmiştir.

Denemede 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeklik buğday genotipinin FSS yönüyle stabilitelerini belirlemek için kullanılan tüm stabilite yöntemlerinin (FSS + 8 parametrik + 8 parametrik olmayan + 3 çok değişkenli) ve seçilmiş genotiplerin özeti Çizelge 4.45'de verilmiştir. Genotipler içerisinde H2 ve H9 19, H14 11, H4 ve Ç4 10 stabilite parametresine göre en stabil genotipler olarak tespit edilmiştir. İlave olarak anılan genotiplerden H2, H4, H9 ve H14 hem stabil ve hem de yüksek FSS'ne sahip olmalarından (> deneme ortalaması = 4.2 dk) dolayı dinamik stabil tipine, Ç4 ise hem stabil ve hem de düşük FSS'ne sahip olmasından (< deneme ortalaması = 4.2 dk) dolayı statik stabil tipine girmiştir (Kang, 1994). Dinamik stabil bir genotipin iyi çevre şartlarına ve agronomik uygulamalara tepkilerinin yüksek olması beklenmektedir. Fakat statik stabil bir genotipin stabilitesi yüksek olmasına rağmen FSS performansı tatmin edici düzeyde değildir.

Dolayısıyla statik stabil genotipler genelde buğday üreticisi ve sanayicisi tarafından tercih edilmezler (Kang, 1994).

Çizelge 4.45. FSS için tüm stabilite yöntemlerinin ve seçilmiş genotiplerin değerlendirilmesi

Stabilite Yöntemleri	Seçilen Genotipler	Stabilite Tipi
-Farinograf stabilite süresi (FSS)	H7, H9, H2, H4, H12 ve H14 (Yüksek FSS)	Dinamik (D)
Parametrik Yöntemler		
-Çevre varyansı (S_{xi}^2) (Roemer, 1917)	Ç4 ve Ç5 (Düşük FSS) H11 ve Ç3 (Yüksek FSS)	Statik (S) + D
-Regresyon katsayısı (b_i) ve Regresyondan sapm. (S_{di}^2) (Eberhart ve Russell, 1966)	H9, H2, H4, H14, H3 ve Ç2 (Yüksek FSS)	D
-Belirtme katsayısı (r_i^2) (Pinthus, 1973)	H9, H2 ve H14 (Yüksek FSS) Ç4 (Düşük FSS)	S + D
-Stabilite varyansı (σ_i^2) ve Ekovalans (W_i^2) (Wrickle, 1962)	Ç4, H6 ve H8 (Düşük FSS) Ç2 H2 ve H9 (Yüksek FSS)	S + D
-Varyasyon katsayısı (CV_i) (Francis ve Kannenberg, 1978)	Ç3, H11, H9, H3 ve H2 (Yüksek FSS)	D
-Üstünlük ölçütü (P_i) (Lin ve Binns, 1988)	H7, H9, H2, H4, H12 ve H14 (Yüksek FSS)	D
Parametrik Olmayan Yöntemler		
- $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$ (Huehn, 1979)	H9 ve H2 (Yüksek FSS) Ç4, H8 ve H6 (Düşük FSS)	S + D
-Sıra-Toplam (RS) (Kang, 1988)	H9, H2, Ç2 ve H3 (Yüksek FSS) Ç4 (Düşük FSS)	S + D
-En üst sıra (TOP) (Fox ve ark., 1990)	H7, H9, H2, H4, H12 ve H14 (Yüksek FSS)	D
-Sıra ortalaması (RM) ve Sıranın standart sapması (SDR) (Ketata, 1988)	H9, H7, H2, H4, H12 ve H14 (Yüksek FSS)	D
Çok Değişkenli Yöntemler		
-PA-CA (Alagarswamy ve Chandra, 1998)	H2, H4, H7, H9, H12 ve H14 (Yüksek FSS)	D
-PA-Biplot (Alagarswamy ve Chandra, 1998)	-(H11, Ç3 ve Ç2) Genel adaptasyon -(H12, H14, H11, Ç3, H9, Ç2, H4, H2, H7 ve H3) Özel adaptasyon	D D
-AMMI-Biplot (Gauch ve Zobel, 1996)	-(Ç4, Ç1, H6 ve Ç3) Genel adaptasyon -(Ç3, H11, H10, H5, H12, H14, H9, Ç2, H8, H4, H2, H8, Ç4, H3, H6, Ç1, H1 ve H13) Özel adaptasyon	S + D S + D
-GGE-Biplot (Yan ve ark., 2000)	-(Ç2, Ç3 ve H11) Genel adaptasyon -(H12, H14, H11, Ç3, H9, H2, H7, H4, H3 ve Ç2) Özel adaptasyon -(Ç2, Ç3, H2, H11 ve H9) Yüksek FSS ve stabil	D D D

Stabilite yöntemlerinin genotipleri statik veya dinamik stabilite durumlarına göre ayırma yetenekleri farklı olabilmektedir (Çizelge 4.45). Deneme bulguları, stabilite

analizlerinde kullanılan yöntemlerden FSS, regresyon katsayısı (b_i), regresyondan sapmalar kareler ortalaması (S_{di}^2) (Eberhart ve Russell, 1966), varyasyon katsayısı (CV_i) (Francis ve Kannenberg, 1978), üstünlük ölçütü (P_i) (Lin ve Binns, 1988), en üst sıra (TOP) (Fox ve ark., 1990), sıra ortalaması (RM), sıranın standart sapması (SDR) (Ketata, 1988), PA-CA, PA-Biplot (Alagarswamy ve Chandra, 1998) ve GGE-Biplot (Yan ve ark., 2000) yöntemlerinin dinamik stabil genotiplerin belirlenmesinde kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Diğer taraftan hem statik ve hem de dinamik stabil genotiplerin tespit edilmesinde çevre varyansı (S_{xi}^2) (Roemer, 1917), belirtme katsayısı (r_i^2) (Pinthus, 1973), stabilite varyansı (σ_i^2) (Shukla, 1972), ekovalans (W_i^2) (Wrickle, 1962), sıra-toplam (RS) (Kang, 1988), Huehn (1979)'nün 4 parametresi ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$) ve AMMI-Biplot yöntemlerinin kullanılabileceği belirlenmiştir (Çizelge 4.45).

Denemede kullanılan genotiplerin statik veya dinamik stabilite yaklaşımına göre sınıflandırılması ele alınan bitkisel özelliğe göre değişebilmektedir. Örneğin TV'ne göre statik stabil genotiplerin belirlenmesi için uygun olduğunu tespit edilen çevre varyansı (S_{xi}^2) (Roemer, 1917), PO, GO, ZSD, HA, BTA, FGS ve FSS için hem statik ve hem de dinamik genotiplerin belirlenmesine uygun olabilmektedir. Ya da PO'na göre dinamik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olan belirtme katsayısı (r_i^2) (Pinthus, 1973) yöntemi TV, GO, ZSD, HA, BTA, FGS ve FSS için hem statik ve hem de dinamik genotiplerin belirlenmesine uygun olabilmektedir. Veya BTA için statik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olan stabilite varyansı (σ_i^2) (Shukla, 1972) ve ekovalans (W_i^2) (Wrickle, 1962) yöntemleri TV, GO, ZSD, HA, FGS ve FSS için hem statik ve hem de dinamik genotiplerin belirlenmesine uygun olabilmektedir.

Parametrik ve çok değişkenli yöntemlerin statik ve/veya dinamik stabil genotipleri ayırt etme yetenekleri incelenen bitkisel özelliklere göre değişmektedir. Fakat parametrik olmayan yöntemlerin statik ve/veya dinamik stabil genotipleri ayırt etme yetenekleri TV, PO, GO ve ZSD özelliklerine göre değişmemiş aynı kalmıştır (Çizelge 4.5, 4.10, 4.15 ve 4.25). Fakat HA, BTA, FGS ve FSS için parametrik olmayan yöntemler arasında statik veya dinamik stabilite yaklaşımına göre farklı stabilite yetenekleri oluşmuştur. Şöyle ki, sıra-toplam (RS) (Kang, 1988) yöntemi, TV, PO, GO ve ZSD (TS hariç) için dinamik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun iken, BTA, FGS ve FSS için hem dinamik ve hem de statik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olduğu ortaya konmuştur (Çizelge 4.35, 4.40 ve 4.45).

Becker ve Leon (1988), bazı stabilite parametrelerinin hem statik ve hem de dinamik

genotiplerin belirlenmesine uygun olabileceğini bildirmiştir. Dinamik ve statik genotiplerin ayrılmasında en etkili yöntemler, hiç kuşkusuz çok değişkenli yöntemlerdir. Çünkü bu yöntemlerle genotipler stabilite, FSS, özel veya genel adaptasyon yeteneklerine göre sınıflandırılabilir. Dolayısıyla görsel değerlendirmelerin yapılabildiği çok değişkenli yöntemler, parametrik ve parametrik olmayan stabilite yöntemlerine göre bazı avantajlar sağlamaktadır. Çizelge 4.45’de görüldüğü gibi FSS için Pattern Analizi (CA ve Biplot), AMMI-Biplot ve GGE-Biplot yöntemleriyle özel veya genel adaptasyon yeteneği üstün olan genotipler dinamik veya statik stabilite tiplerine göre kolayca ayrılabilir. Özel adaptasyon yeteneği üstün olan Ç2, Ç3, H2, H3, H4, H9, H11 ve H14 (4.2-5.5 dk – orta) nolu genotipler, her üç çok değişkenli yöntemle göre dinamik stabil olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde genel adaptasyon yeteneği en yüksek olan Ç3 (FSS = 4.2 dk – orta) kodlu genotip, yine her 3 çok değişkenli yöntemle göre dinamik stabil olarak tespit edilmiştir.

4.9.6. Farinograf Stabilite Süresiyle İlgili Sonuçların Değerlendirilmesi

Göçmen (1991)’e göre, FSS, hamurun yoğrulmaya karşı göstermiş olduğu direnç olarak tanımlanmaktadır. Hamur, yoğrulma esnasında vizkositesini korumalı ve belli bir müddet yumuşamamalıdır. FSS kısa olan genotiplerin hamur yoğrulma kabiliyeti ve fermantasyon süresi düşük olmaktadır. Ülkemizde yapılan bazı çalışmalarda FSS, 1.2 ile 18 dk arasında tespit edilmiştir (Doğan ve Uğur, 2005; Aydoğan ve ark., 2012; Şahin ve ark., 2013). Söz konusu çalışmalarda, her ne kadar FSS, geniş bir aralık göstermiş olsada, Ülkemizde yetiştirilen buğday çeşitlerinin hamur reolojik özellikleri, henüz standardize edilmemiştir. Örneğin, ABD ve Kanada’da ekmeklik kalitesi yüksek çeşitlerin FSS’nin en az 12 dk olması istenmektedir. Çin’de birinci sınıf ekmeklik buğdaylarda FSS en az 10 dk, ikinci sınıf buğdaylarda ise en az 7 dk olmalıdır (Jichun ve ark., 2007). Diğer taraftan hem denememizden ve hemde daha önce Ülkemizde yapılan bir kısım çalışmalardan elde edilen bulgulardan anlaşılacağı üzere, Ülkemizde FSS yüksek, ekmeklik buğday çeşitleri henüz geliştirilememiştir. Fakat bu tespitle ilgili açıklanması gereken bazı hususlar vardır. Birincisi, ekmeklik buğday çeşit geliştirme sürecinde hamurun reolojik özelliklerinin belirlenmesiyle ilgili güçlüklerdir. Ülkemizde hâlihazırda ekmeklik buğday çeşit geliştirme programları, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı’na bağlı araştırma enstitüleri tarafından yürütülmektedir. Fakat bu enstitülerin çoğunda, hamur analizleri yapabilecek hem cihaz ve hem de teknik personel mevcut değildir. Hal böyle olunca, çeşit geliştirme sürecinde çoğunlukla ileri kademedeki hatların (bölge verim denemeleri gibi) dahi hamur reolojik

özellikleri belirlenmemektedir. Dolayısıyla, geliştirilen çeşit adaylarının ekmek yapımına uygunluğu bilinmemektedir. İkincisi, çeşit tescil denemelerinde yapılan hamur analizlerinde FSS özelliği belirlenmemektedir. Bu durum büyük bir eksiklik olup, tescil edilecek çeşit adaylarında FSS değerlerinin belirlenmesi isabetli olacaktır (<http://www.tarim.gov.tr/BUGEM/TTSM>). Üçüncüsü, TMO'nun buğday alım kriterleri içerisine hamurun reolojik özelliklerinin belirlenmesi dâhil edilmemiştir. Pratikte TMO'ya gelen buğday numunelerinde reolojik özelliklerin belirlenmesi pek mümkün gibi görünmese de (<http://www.tmo.gov.tr>), özel sektörün (un fabrikaları) hamur analizlerini yaptığı bilinmektedir.

Denemede ön plana çıkan H2, H4, H9 ve H14 kodlu hatlar, hem stabil ve hem de yüksek FSS'ne sahip olmalarından dolayı dinamik stabil tipine girmişlerdir. H2 kodlu hattın melezine bakıldığında, Romanya'dan Boema ve Ülkemizden Altay-2000 çeşitlerini taşıdığını görülmektedir (Çizelge 3.3). Boema çeşidi, Romanya'nın Fundulea Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından 2000 yılında tescil ettirilmiş, kışlık, yarı bodur, kırmızı sert taneli olup, OAB'nin kurak alanlarına adaptasyonu zayıftır (<http://wheatpedigree.net>). Altay-2000 çeşidi, Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından 2000 yılında tescil ettirilmiş, kışlık, orta erkenci, tanesi beyaz ve orta sert olup, OAB'nin kurak alanları için tavsiye edilmektedir. Ekmeklik kalitesi Gerek-79'dan daha iyidir (<http://www.gktaem.gov.tr>).

Denemede ön plana çıkan dinamik stabil (Kang, 1994) hatlardan H4'ün melezinde Sunco ve Pastor çeşitleri yer almaktadır (Çizelge 3.3). Pastor çeşidi, CIMMYT-Meksika orijinli olup, tane rengi beyaz ve kalitesi orta düzeydedir. H4'in FGS'nin yüksek olmasının muhtemelen sebebi, Avustralya'nın birinci sınıf buğday çeşitlerinin dahil olduğu Australian Prime Hard (APH) kalite sınıfında yer alan Sunco çeşidinden kaynaklanmaktadır (Carson ve Edwards, 2009).

Hiç kuşkusuz denemede kullanılan genotipler içerisinde en karmaşık meleze, H9'un sahip olduğu görülmektedir (Çizelge 3.3). Öyle ki, H9'a dâhil olmuş yerel bir buğday çeşidi dahi mevcuttur. Zincirli (ZCL), Ülkemiz yerel buğday materyalinden seçilmiştir. Zincirli yerel buğday çeşidi, beyaz sert taneli olup, kalitesi oldukça yüksektir. Ülkemizde mevcut beyaz taneli ve ekmeklik kalitesi yüksek olan Zerun, Köse (220/39), Kırık, Kıraç-66 gibi eski buğdaylarla Zincirli yerel buğday çeşidinin akraba olabileceğini tahmin etmek zor değildir. Diğer taraftan H9'un melezinde yer alan Panguifen (PGFN) Şili orijinli, Ciano-67 (CNO67), Sonora-64 (SON64), Nadadores-63 (NAD) ve Kutzman (ZM) ise

CIMMYT-Meksika menşeyli çeşitlerdir. Güney ve Orta Amerika kökenli bu çeşitlerin tümü, yazlık, kırmızı ve sert taneli karakterdedir (<http://wheatpedigree.net>).

Denemede ön plana çıkan bir diğer hat H14 olup, melezinde OVERLEY ve AMADINA çeşitleri bulunmaktadır (Çizelge 3.3). OVERLEY, ABD Kansas Eyalet Üniversitesi tarafından geliştirilmiş, ekmeklik kalitesi yüksek, sarı ve kahverengi pasa orta dayanıklı, dane verimi ve adaptasyon kabiliyeti yüksek kışlık bir çeşittir (Fritz ve ark., 2004). AMADINA ise CIMMYT-Meksika tarafından geliştirilmiş sarı ve kahverengi pasa dayanıklı, aynı zamanda 1B/1R çavdar translokasyonu (Veery-10) taşıdığından dolayı geniş adaptasyon yeteneği yüksek olan yazlık bir çeşittir (<https://www.wheatpedigree.net>). H14'ün melezini oluşturan ebeveynlerin üstün özellikleri; adaptasyon yeteneği, stabilitesi ve FSS yüksek bir genotipin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bu durum, deneme bulgularımız ile de doğrulanmıştır.

Ekmeklik buğdayın FSS yönüyle stabilitesini belirlemek için parametrik stabilite yöntemlerinin kullanıldığına dair bazı çalışmalar olmasına rağmen, genelde regresyon parametrelerinin tercih edildiği anlaşılmaktadır. Grausgruber ve ark. (2000), FSS özelliği için Shukla (1972)'nin stabilite varyansını (σ_i^2) kullanmış ve statik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olduğunu ortaya koymuşlardır. Benzer şekilde deneme bulgularımız da stabilite varyansının (σ_i^2) statik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olduğunu göstermiştir. Koppel ve Ingver (2010), ekmeklik buğdayda FSS özelliğinin stabilitesini belirlemek için varyasyon katsayısı (CV_i) (Francis ve Kannenberg, 1978) ve üstünlük ölçütü (P_i) (Lin ve Binns, 1988) yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışmamızın sonuçlarına benzer şekilde, P_i değeri düşük olan genotipleri dinamik stabil, CV_i değeri düşük olan genotipleri ise statik dinamik olarak tanımlamışlardır. Fakat Koppel ve Ingver (2010)'in çalışmasında, düşük P_i değerine sahip genotiplerin aynı zamanda yüksek CV_i değerlerine sahip olmalarının nedenleri, izah edilememiştir. Oysa Francis ve Kannenberg (1978) CV_i değerini, stabilite parametresi olarak kullanılabileceğini ortaya atarken, mutlaka genotiplerin performans ortalamalarının da kıyaslamada kullanılması gerektiğini bildirmişlerdir. Fakat, Koppel ve Ingver (2010)'in çalışmasında, Francis ve Kannenberg (1978) tarafından önerilen değerlendirme şekline riayet edilmediği anlaşılmaktadır.

Araştırma bulgularımız, parametrik olmayan stabilite yöntemlerinden en üst sıra (TOP) (Fox ve ark., 1990), sıra ortalaması (RM) ve sıranın standart sapması (SDR) (Ketata, 1988) yöntemlerinin FSS yönüyle dinamik stabil genotiplerin belirlenmesinde kullanılabileceği ortaya konmuştur. Ekmeklik buğdayda Grausgruber ve ark. (2000),

Huehn (1996)'nün ikinci parametresini ($S_i^{(2)}$) kullanarak yürüttükleri çalışmada, hem statik ve hem de dinamik genotiplerin, anılan yöntemle ($S_i^{(2)}$) belirlenebileceğini ifade etmişlerdir. Çalışma bulgularımız, Grausgruber ve ark. (2000) tarafından ortaya konan bulgularla yüksek oranda uyum göstermiştir. Fakat asıl hedefimiz, parametrik olmayan stabilite yöntemlerini kullanarak, FSS yönüyle dinamik stabil genotiplerin belirlenmesini konu alan çalışmaların varlığını ortaya koymaktır. Ne yazık ki, bu konuda yayınlanmış herhangi bir literatüre rastlanılmamıştır.

Mevcut çalışmamızda, çok değişkenli yöntemlerden PA-CA, PA-Biplot (Alagarswamy ve Chandra, 1998) ve GGE-Biplot (Yan ve ark., 2000) yöntemlerinin dinamik stabil genotiplerin belirlenmesinde kullanılabileceği ortaya konmuştur. Grausgruber ve ark. (2000) ekmeklik buğdayda FSS özelliğinin stabilitesini araştırmak için AMMI tekniği kullanmış, fakat AMMI-Biplot grafiğini tercih etmemiştir. Anılan araştırmacılar tarafından elde edilen AMMI sonuçları ile çalışmamızın bulguları arasında yüksek oranda bir uyum söz konusudur. Fakat gerek çalışma bulgularımız ve gerekse söz konusu araştırmacıların ortaya koyduğu bulgular, AMMI tekniğinin FSS yönüyle dinamik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olmadığını göstermektedir. Benzer şekilde Jichun ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışma da mevcut çalışma bulgularımızla yüksek oranda uyum göstermiştir.

Yaptığımız literatür taramasına göre, ekmeklik buğdayda FSS özelliğinin stabilitesini belirlemek için hem PA(-CA ve -Biplot) ve hemde GGE-Biplot tekniğinin kullanıldığı herhangi bir yayına rastlanılmamıştır. Bu konu üzerine yayınlanmış literatür bilgisinin olmamasından dolayı, çalışma bulgularımızın literatür ışığı altında tartışılması mümkün olmamıştır.

4.10. Farinograf Yumuşama Derecesi

4.10.1. Varyans Analizi

Deneme, 2012-2013 ve 2013-2014 yetiştirme sezonlarında OAB'nin 3 ilinde (Konya, Eskişehir ve Ankara) 20 ekmeklik buğday genotipi (5 çeşit + 15 hat) kullanılarak yürütülmüştür. Denemede kullanılan genotiplerin farinograf yumuşama derecesi (FYD) için birleştirilmiş varyans analizi yapılarak Genotip (G), Yıl (Y) ve Lokasyon (L) ana etkileri ile Genotip x Yıl Etkileşimi (GYE), Genotip x Lokasyon Etkileşimi (GLE) ve Genotip x Yıl x Lokasyon Etkileşimi (GYLE)'nin istatistiksel olarak önemlilik düzeyleri belirlenmiştir (Çizelge 4.46).

Varyans analizi sonuçlarına göre L ana etkisi $P < 0.05$ düzeyinde, Y ve G ana etkisi ile Yıl x Lokasyon Etkileşimi (YLE), GYE, GLE ve GYLE $P < 0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Y, L ve G ana etkileri ile bunların birbirleriyle olan etkileşimlerinin önemli çıkması, genotiplerin stabiliteilerinin belirlenmesi için FYD değerlerine stabilite analiz yöntemlerinin uygulanabileceğini göstermiştir. Ayrıca denemeye ait CV değerinin % 6.40 ve R^2 değerinin 0.97 çıkması, deneme hatasının kabul edilebilir düzeyde olduğunu göstermektedir (Gomez ve Gomez, 1984; Bowley, 1999).

Çizelge 4.46. Farinograf yumuşama derecesinin genotip, yıl ve lokasyon üzerinden birleştirilmiş varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F	% ^a
Genotip, Yıl ve Lokasyon Etkileşimi					
Yıl (Y)	1	251256.12	251256.12	2797.60**	40
Lokasyon (L)	2	179561.32	89780.66	15.98*	29
Y x L Etkileşimi (YLE)	2	11235.45	5617.73	62.55**	2
Tekerrür (Y x L)	6	10789.68			2
Genotip (G)	19	101235.25	5328.17	4.97**	16
G x Y Etkileşimi (GYE)	19	20361.87	1071.68	11.93**	3
G x L Etkileşimi (GLE)	38	30215.96	795.16	2.68**	5
G x Y x L Etkileşimi (GYLE)	38	11287.32	297.03	3.31**	2
Hata	114	10238.48	89.81		1
Genel	239	626181.45			100
Genotip ve Çevre Etkileşimi					
Çevre (Ç)	5	442052.89	88410.58	49.16**	71 ^b
Tekerrür (Ç)	6	10789.68	1798.28		2
Genotip (G)	19	101235.25	5328.17	8.18**	16 ^c
G x Ç Etkileşimi (GÇE)	95	61865.15	651.21	7.25**	10 ^d
Hata	114	10238.48	89.81		1
Genel	239	626181.45			100
CV (%) = 6.40	$R^2 = 0.97$	Deneme Ortalaması = 148 (FU)			

*,** sırasıyla $P < 0.05$ ve $P < 0.01$ seviyesinde önemli; ^a Varyasyon kaynağını oluşturan her bir unsurun kareler toplamının genel kareler toplamına oranlanması (varyans payı), ^b Çevre varyansı (Yıl + Lokasyon + Y x L Etkileşimine ait varyans paylarının toplamı), ^c Genotip varyansı, ^d Genotip x Çevre Etkileşimi varyansı (G x Y + G x L + G x Y x L Etkileşimlerine ait varyans paylarının toplamı)

Varyasyon kaynakları içerisinde Y (% 40), L (% 29) ve G (% 16) ana etkileri, FYD üzerine en fazla etki eden unsurlar olmuştur (Çizelge 4.46). Öte yandan YLE'nin etkisi (% 2) düşük seviyede kalmıştır. Y, L ve YLE üçü birlikte Çevre (Ç) etkisini oluşturmuş ve Ç'nin tüm varyasyon içindeki payı % 71 civarında belirlenmiştir. G ana etkisinin (% 16)

toplam varyasyondaki payı, Y ana etkisi (% 40) ile L ana etkinin (% 29) yaklaşık 1/2'si kadar olmuştur. GYE, GLE ve GYLE üçü birlikte Genotip x Çevre Etkileşimi (GÇE)'ni oluşturmuş ve GÇE'nin toplam varyasyondaki payı % 10 civarında olmuştur.

Birden fazla çevre üzerinden yürütülen denemelerde Ç ana etkisinin toplam varyanstaki payı % 80-90 arasında değişirken, GÇE payı, G ana etkisinin payından genelde daha fazla olmaktadır (Romagosa ve Fox, 1993). Gauch ve Zobel (1996) G, Ç ve GÇE'nin toplam varyasyondaki paylarının sırasıyla % 10, % 70 ve % 20 şeklinde gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Denemede FYD için tespit edilen G, Ç ve GÇE'nin toplam varyasyondaki payları (sırasıyla % 16, % 71 ve % 10) Romagosa ve Fox (1993) ve Gauch ve Zobel (1996) tarafından bildirilen paylarla benzerlik göstermektedir (Çizelge 4.46).

4.10.2. Ortalamaların Karşılaştırılması

Denemede FYD ortalaması, 148 FU (Farinograph Unite = Farinograf Birimi) olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4.47). FYD üzerine yapılan literatür taramasına göre Ülkemizde FYD'nin minimum, optimum ve maksimum sınırları henüz belirlenmiş değildir. Farinograf cihazını geliştiren Brabender Firması, ekmeklik buğdayda FYD'nin minimum değeri için 130 FU (< 130 FU) ve optimum değer için 80 FU değerlerini bildirmektedir (<https://www.brabender.com>). Brabender Firması'nın ortaya koyduğu FYD değerleri dikkate alınarak, denemede kullanılan ekmeklik buğday genotipleri üç gruba ayrılmıştır: Grup 1-FYD düşük (< 80 FU), Grup 2-FYD orta (80-130 FU) ve Grup 3-FYD yüksek (> 130 FU). FYD değeri düşük (< 80 FU) olan ekmeklik buğdayların kalitesi, genelde yüksek olmaktadır (Elgün ve ark., 2001).

Denemede önemli bir kalite kriteri olarak ele alınan FYD, TMO Hububat Alım ve Satış Esaslarına İlişkin Uygulama Yönetmeliği'nin buğday alım kriterleri içerisinde yer almamaktadır (<https://www.tmo.gov.tr>). Fakat un fabrikaları buğday alımı yaparken kalite laboratuvarlarında FYD'ni belirlemekte ve fiyatlandırmada kullanmaktadır. Un fabrikalarıyla yapılan görüşmelerden varılan yargıya göre ekmeklik buğdayda FYD'nin 80 FU'den düşük olması (< 80 FU) gerektiği anlaşılmaktadır. FYD değerinin yüksek olması hamurun işlenmeye uygun olmadığını ve fermantasyon toleransının düşük olduğu göstermektedir (Elgün ve ark., 2001).

Y, L, G ve bunların birbirleriyle olan etkileşimlerine ait FYD değerleri Çizelge 4.46'da verilmiştir. Denemenin yürütüldüğü ikinci yılda (2013-2014 yetiştirme sezonu) birinci yıla (2012-2013 yetiştirme sezonu) kıyasla daha fazla FYD (154 – 142 = 12 FU) elde edilmiştir. Denemenin yürütüldüğü üç lokasyon (Konya, Eskişehir ve Ankara)

birbiriyle karşılaştırıldığında, en düşük FYD, Konya (142 FU) lokasyonundan ve akabinde Eskişehir lokasyonundan (143 FU) alınırken, en yüksek FYD ise Ankara (158 FU) lokasyonundan alınmıştır. YLE'ne ait FYD değerleri incelendiğinde, birinci yılda en düşük FYD Eskişehir lokasyonundan (134 FU), ikinci yılda ise Konya lokasyonundan (145 FU), buna mukabil her iki yılda en yüksek FYD Ankara lokasyonundan (sırasıyla 151 ve 165 FU) elde edilmiştir.

Çizelge 4.47. Farinograf yumuşama derecesinin genotip, yıl ve lokasyon ile etkileşimlerine ait ortalamaları

Genotip	2012-2013				2013-2014				İki Yıl Ort.			
	K [†]	E	A	Ort.	K	E	A	Ort.	K	E	A	Gen. Ort.
Ç1	192	182	199	191	187	203	218	203	190	193	209	197
Ç2	134	129	147	137	143	156	167	155	139	143	157	146
Ç3	142	121	135	133	149	143	138	143	146	132	137	138
Ç4	135	153	169	152	124	139	169	144	130	146	169	148
Ç5	176	165	163	168	189	205	224	206	183	185	194	187
H1	187	176	213	192	174	169	181	175	181	173	197	183
H2	89	82	102	91	104	98	118	107	97	90	110	99
H3	97	93	113	101	84	92	101	92	91	93	107	97
H4	89	85	105	93	99	110	128	112	94	98	117	103
H5	157	148	176	160	162	183	192	179	160	166	184	170
H6	195	182	175	184	211	203	225	213	203	193	200	199
H7	87	82	98	89	94	99	111	101	91	91	105	95
H8	175	162	183	173	154	162	179	165	165	162	181	169
H9	85	91	101	92	109	103	124	112	97	97	113	102
H10	124	112	118	118	142	135	127	135	133	124	123	126
H11	115	113	129	119	127	138	149	138	121	126	139	129
H12	167	172	194	178	158	161	176	165	163	167	185	171
H13	164	156	179	166	189	220	217	209	177	188	198	188
H14	125	115	135	125	132	147	153	144	129	131	144	135
H15	176	162	181	173	171	185	201	186	174	174	191	179
Ort.	141	134	151	142	145	153	165	154	142	143	158	148

Y LSD_(0.05) = 6 (FU), L LSD_(0.05) = 8 (FU), YLE LSD_(0.05) = 7 (FU), G LSD_(0.05) = 21 (FU), GYE LSD_(0.05) = 25 (FU), GLE LSD_(0.05) = 24 (FU), GYLE LSD_(0.05) = 27 (FU)

[†] K, Konya; E, Eskişehir; A, Ankara

Denemede yer alan genotipler yıl ve lokasyon üzerinden FYD değerleriyle kıyaslandığında, en düşük (kalitesi orta) FYD veren ilk 5 genotip sırasıyla H7, H3, H2, H9 ve H4 (95-103 FU – orta) iken, en yüksek (kalitesi düşük) FYD veren ilk 5 genotip ise sırasıyla H6, Ç1, H13, Ç5 ve H1 (183-199 FU – düşük) olmuştur (Çizelge 4.47). En düşük FYD'sine sahip genotipler arasında herhangi bir çeşit yer almazken, en yüksek FYD'sine

sahip genotipler arasında ise 2 tane çeşit yer almıştır. Genel olarak ifade edilirse, hatların FYD'lerinin, çeşitlerin FYD'lerine göre daha düşük (kalitesi orta) olduğu söylenebilir.

Genotiplerin denemenin yürütüldüğü yıllar ile olan etkileşimi (GYE) incelendiğinde (Çizelge 4.47), en düşük (kalitesi orta) FYD'nin birinci yılda (2012-2013 yetiştirme sezonu) sırasıyla H7, H2, H9 ve H4 (89-93 FU – orta)'den; ikinci yılda (2013-2014 yetiştirme sezonu) sırasıyla H3, H7, H2, H9 ve H4 (92-112 FU – orta)'den; en yüksek (kalitesi düşük) FYD'nin ise birinci yılda sırasıyla H1, Ç1, H6 ve H12 (178-192 FU – düşük)'den; ikinci yılda sırasıyla H6, H13, Ç5 ve Ç1 (203-213 FU – düşük)'den elde edilmiştir.

Genotiplerin lokasyonlarla olan etkileşimi (GLE) ele alındığında (Çizelge 4.47), en düşük (kalitesi orta) FYD, Konya lokasyonunda sırasıyla H7, H3, H4, H2 ve H9 (91-97 FU – orta)'dan; Eskişehir lokasyonunda sırasıyla H2, H7, H3, H9 ve H4 (90-98 FU – orta)'den ve Ankara lokasyonunda sırasıyla H7, H3, H2, H9 ve H4 (105-117 FU – orta)'den, en yüksek (kalitesi düşük) FYD ise Konya lokasyonunda sırasıyla H6, Ç1, Ç5 ve H1 (181-203 FU – düşük)'den; Eskişehir lokasyonunda sırasıyla H6, Ç1, H13 ve Ç5 (185-193 – düşük)'den ve Ankara lokasyonunda sırasıyla H15, Ç5, H1, H13, H6 ve Ç1 (191-209 FU – düşük)'den elde edildiği görülmüştür. Lokasyonlara göre genotiplerin FYD sıralamalarının değişmesi yani yüksek FYD'ne sahip olan genotipler ile düşük FYD'ne sahip olan genotiplerin lokasyonlara göre farklılık göstermesini Baker (1988), çapraz etkileşim olarak ifade etmiş ve bu tip etkileşimin FYD'si düşük genotiplerin geliştirilme sürecini zorlaştırdığını bildirmiştir. Çünkü bu tip genotiplerin FYD değerleri lokasyondan lokasyona farklılık gösterebilmekte, dolayısıyla genel adaptasyon yetenekleri düşük iken özel adaptasyon yetenekleri yüksek olmaktadır. Diğer taraftan her üç lokasyonda en düşük (kalitesi orta) FYD'ne sahip genotipler içerisinde H2, H3, H4, H7 ve H9'un olması, GÇE'nde çapraz olmayan etkileşimlerinde önemli düzeyde var olduğunu göstermektedir. Çapraz olmayan etkileşimlerde çoğunlukla genotiplerin çevreler üzerinden sıralamaları değişmemektedir. Bu durum genotiplerin stabilite düzeylerini olumlu yönde etkilemektedir.

Denemede yer alan 3 konuya (G, Y ve L) ait etkileşimin (GYLE) değerlerine bakıldığında (Çizelge 4.47), birinci yılda (2012-2013 yetiştirme sezonu) en düşük (orta kalite) FYD'nin Konya lokasyonunda sırasıyla H9, H7, H2, H4 ve H3 (85-97 FU – orta)'ten; Eskişehir lokasyonunda sırasıyla H7, H2, H4, H9 ve H3 (82-93 FU – orta)'ten ve Ankara lokasyonunda H7, H9, H2, H4 ve H3 (98-113 FU – orta)'den, en yüksek (düşük kalite) FYD ise Konya lokasyonunda sırasıyla H6, Ç1 ve H1 (187-195 FU – düşük)'den;

Eskişehir lokasyonunda sırasıyla H6 ve Ç1 (182 FU – düşük) ve Ankara lokasyonunda sırasıyla H15, H8, H12, Ç1 ve H1 (181-213 FU – düşük)’den; buna mukabil ikinci yılda (2013-2014 yetiştirme sezonu) en düşük FYD’nin Konya lokasyonunda sırasıyla H3, H7, H4, H2 ve H9 (84-109 FU – orta)’dan; Eskişehir lokasyonunda sırasıyla H3, H2, H7, H9 ve H4 (92-110 FU – orta)’ten ve Ankara lokasyonunda H3, H7, H2, H9, H10 ve H4 (101-128 FU – orta)’den, en yüksek FYD ise Konya lokasyonunda sırasıyla Ç1, Ç5, H13 ve H6 (187-211 FU – düşük)’den; Eskişehir lokasyonunda sırasıyla Ç1, H6, Ç5 ve H13 (203-220 FU – düşük) ve Ankara lokasyonunda sırasıyla H15, H13, Ç1, Ç5 ve H6 (201-225 FU – düşük)’dan alındığı tespit edilmiştir.

4.10.3. Parametrik Stabilite Yöntemleri

Denemede 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeclik buğday genotipinin FYD yönüyle stabilitelerini belirlemek için 8 parametrik stabilite yöntemi kullanılmıştır (Çizelge 4.48). İlk sırada yer alan çevre varyansı (S_{xi}^2) Roemer (1917) tarafından önerilmiştir. S_{xi}^2 değerleri, sıfıra yakın olan genotipler stabil olarak kabul edilmektedir (Lin ve ark., 1986; Becker ve Leon, 1988). S_{xi}^2 değeri sıfıra en yakın genotipler sırasıyla Ç3, H3, H10 ve H8 (95-169 FU – düşük/orta) iken, S_{xi}^2 değeri en yüksek olan genotipler ise sırasıyla H13, Ç5, Ç4 ve H6 (148-199 FU – düşük) olarak belirlenmiştir. Genotipler içerisinde 1 çeşit ve 4 hattın stabilite seviyeleri en yüksek iken, 2 çeşit ve 2 hattın stabilite seviyeleri en düşük olmuştur. Stabilesi en yüksek genotiplerden Ç3 ve H8’in FYD değerleri, minimum değer (< 130 FU = orta kalite) altında iken H3, H7 ve H10’un FYD değerleri ise minimum değer üstünde yer almıştır. Öte yandan stablesi en düşük genotiplerin tümünün FYD değerleri minimum değer (130 FU) altında kalmıştır. Genotiplerin FYD değerlerine göre kıyaslanması için minimum FYD değeri (130 FU) kullanılacaktır. Zira FYD değeri, 130 FU’dan yüksek olan genotiplerin ekmeclik kalitesi düşük olarak kabul edilmektedir (Elgün ve ark., 2001). İlave bilgi olarak şu hususun belirtilmesinde yarar vardır. FYD özelliği için deneme ortalaması 148 FU olup, kabul edilebilir minimum değerden (< 130 FU) yüksek olduğundan dolayı, genotiplerin ve stabilite parametrelerinin yorumlanmasında deneme ortalaması (148 FU) yerine minimum değer (130 FU) kullanılacaktır.

Eberhart ve Russell (1966) stabilite analizlerinde doğrusal regresyon katsayısının (b_i) ve regresyondan sapmalar kareler ortalamasının (S_{di}^2) stabilite parametresi olarak kullanılabileceğini; stabil bir genotipin b_i değerinin 1 civarında, FYD’nin minimum

değerinin üstünde (< 130 FU) ve S_{di}^2 değerinin sıfıra yakın olması gerektiğini bildirmişlerdir. Eberhart ve Russell (1966)'ın 3 stabilite kriterine göre en stabil genotipler sırasıyla H7, H2, H9, H4 ve H11 (95-129 FU – orta) olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.48). En stabil 5 genotipin tümününün hatlardan oluşması, ekmeclik buğday çeşit geliştirme sürecinde düşük FYD'nin (yüksek kalite) ve stabilitesinin dikkate alındığını göstermektedir. Diğer taraftan bazı genotiplerin b_i değerleri 1'den yüksek (Ç5, H5 ve H13 (170-188 FU – düşük)) için $b_i > 1.4$) ya da 1'den düşük (Ç3, H1, H3, H8, H10 ve H12 (97-183 FU – düşük/orta) için $b_i < 0.6$) olarak belirlenmiştir. Önemli bir ayrıntı olarak ifade edilmesi gereken bir durumda şudur: b_i değeri 1'den küçük olan genotiplerden H3 ve H10'nun FYD değerleri (97-126 FU – orta), minimum değer (< 130 FU) üstünde yer almasıdır. Finlay ve Wilkinson (1963) arpada, Sakin ve ark. (2011b) makarnalık buğdayda yaptıkları çalışmalarda bazı genotiplerin b_i değerlerini 1'den yüksek ve/veya düşük bulmuşlardır. Finlay ve Wilkinson (1963)'a göre b_i değeri sıfıra yakın genotipler, kötü çevrelerde yüksek FYD verirken, b_i değeri 1'den yüksek olan genotipler ise iyi çevrelerde yüksek FYD vermektedir. Aynı zamanda b_i değeri sıfıra yakın genotiplerin stabilite ortalamasının üstünde, b_i değeri 1'den yüksek olan genotiplerin ise stabilite ortalamasının altındadır (Finlay ve Wilkinson, 1963).

Pinthus (1973) belirtme katsayısının (r_i^2) bir stabilite parametresi olarak kullanılabileceğini bildirmiştir. r_i^2 değeri 1'e yakın olan genotipler stabil olarak kabul edilmektedir (Pinthus, 1973). r_i^2 değeri en yüksek (1'e yakın) genotipler sırasıyla H7, H4, Ç2 ve H5 (95-170 FU – düşük/orta) iken, stabilitesi en düşük genotipler (r_i^2 değeri sıfıra yakın) ise sırasıyla H1, H12, H10 ve H3 (97-183 FU – düşük/orta) olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.48). Stabilitesi en yüksek genotipler içerisinde H7 ve H4'ün FYD değerleri (95-103 FU – orta), minimum değer (< 130 FU) üstünde olup, diğerleri ise minimum değer altında FYD değerlerine sahip olmuştur. Diğer taraftan stabilitesi en düşük genotiplerden H3 ve H10'nun FYD değerleri (97-126 FU – orta), minimum değer üstünde, diğer genotipler ise minimum değer altında yer almıştır.

Wricke (1962), stabiliteyi bir genotipin GÇE'ne katkısı olarak belirlemiştir. Bir genotipin GÇE varyansı içerisindeki payını, Wricke (1962), ekovalans (W_i^2) olarak tanımlamış ve W_i^2 değeri sıfıra yakın olan genotiplerin stabil olacağını bildirmiştir. Wricke (1962)'in W_i^2 yöntemine alternatif olarak Shukla (1972), stabilite varyansını (σ_i^2) önermiştir. Wricke ve Weber (1980), σ_i^2 ile W_i^2 arasında doğrusal bir ilişkinin olduğunu ve her iki yönteme göre genotiplerin stabilite sıralamalarının aynı olacağını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.48’de verilen σ_i^2 ve W_i^2 değerlerine bakıldığında, her iki yönteme göre genotip sıralamalarının aynı olduğu görülmektedir. İki parametreye göre en stabil genotipler sırasıyla H7, Ç1, Ç2, H15 ve H11 (95-197 FU – düşük/orta) iken, stabilitesi en düşük olan genotipler ise sırasıyla H1, H13, Ç5, Ç4 ve H12 (148-188 FU – düşük) olmuştur. Stabilitesi en yüksek olan genotipler içerisinde H7 ve H11’in FYD değerleri (95-129 FU – orta), minimum değer (< 130 FU) üstünde iken, diğer genotiplerin FYD değerleri, minimum değer altında kalmıştır.

Çizelge 4.48. Farinograf yumuşama derecesi için parametrik stabilite yöntemleri

Genotip	\bar{X}^\dagger	S_{xi}^2	b_i	S_{di}^2	r_i^2	W_i^2	σ_i^2	CV_i	P_i
Ç1	197	166.1	1.15	19.8	0.92	76.8	9.9	6.5	93.2
Ç2	146	196.8	1.29	10.2	0.96	79.5	10.5	9.6	1914.1
Ç3	138	92.0	0.53*	126.3	0.41	652.4	137.8	6.9	2496.3
Ç4	148	346.5	0.81	449.5	0.82	1368.3*	296.9*	12.5	1970.2
Ç5	187	575.6	1.58*	235.1	0.63	1401.8*	304.4*	12.8	321.6
H1	183	249.0	0.23**	337.6	0.15	1659.7**	361.7**	8.6	500.5
H2	99	156.9	1.08	33.8	0.86	113.3	18.1	12.7	5944.9*
H3	97	96.2	0.51*	123.7	0.32	689.1	146.0	10.1	6284.5**
H4	103	242.6	1.44	5.6	0.98	132.1	22.2	15.1	5530.1*
H5	170	281.0	1.42*	8.4	0.95	228.9	43.7	9.8	735.6
H6	199	343.1	1.09	183.1	0.69	1040.4*	224.1*	9.3	144.4
H7	95	102.9	0.94	1.3	0.99	5.7	5.8	10.6	6351.2**
H8	169	130.9	0.57*	174.1	0.49	682.9	144.6	6.7	869.1
H9	102	188.9	1.10	66.4	0.84	250.3	48.5	13.4	5601.5*
H10	126	120.2	0.54*	175.5	0.31	774.3	164.9	8.6	3379.6
H11	129	187.1	1.24	16.4	0.94	83.4	11.4	10.6	3147.7
H12	171	167.8	0.57*	245.5	0.30	1100.1*	237.3*	7.5	828.0
H13	188	709.1	1.65**	281.6	0.74	1651.4**	359.8**	14.2	278.4
H14	135	195.1	1.25	18.7	0.93	105.9	16.4	10.3	2685.5
H15	179	177.1	1.20	18.5	0.94	83.0	11.3	7.4	432.1
Ort.	148	236.2	1.00	126.6	0.71	609.0	128.8	10.2	2475.4

*, ** sırasıyla $P < 0.05$ ve $P < 0.01$ seviyesinde önemli (stabil değil)

$\dagger \bar{X}$, Farinograf yumuşama derecesi (FU); S_{xi}^2 , Çevre varyansı (Roemer, 1917); b_i , Regresyon katsayısı (Eberhart ve Russell, 1966); S_{di}^2 , Regresyondan sapmalar kareler ortalaması (Eberhart ve Russell, 1966); r_i^2 , Belirtme katsayısı (Pinthus, 1973); W_i^2 , Ekovalans (Wricke, 1962); σ_i^2 , Stabilite varyansı (Shukla, 1972); CV_i , Varyasyon katsayısı (Francis ve Kannerberg, 1978); P_i , Üstünlük ölçütü (Lin ve Binns, 1988)

Parametrik stabilite yöntemlerine ilave olarak Francis ve Kannerberg (1978), varyasyon katsayısı (CV_i) yöntemini önermiştir. Bu yönteme göre stabil bir genotipin CV_i değeri sıfıra yakın ve FYD, minimum değer (< 130 FU) üstünde olmalıdır. Bu iki stabilite parametresine göre en stabil genotipler sırasıyla H10 ve H3 (97-126 FU – orta) iken, stabilitesi en düşük genotipler ise sırasıyla H4, H13 ve H9 (102-188 FU – düşük/orta)

olmuştur (Çizelge 4.48). Stabilitesi en düşük genotipler içerisinde H4 ve H9'un FYD değerleri (102-103 FU – orta), minimum değer üzerinde gerçekleşmiştir.

Üstünlük ölçütü (P_i), bir çevrede denemeye alınan bir genotipin FYD değeri ile o çevrede denemeye alınan diğer genotipler arasında maksimum (teorik olarak) FYD'ni veren genotipin değeri arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır (Lin ve Binns, 1988). Bir genotipin FYD'nin farklı çevrelerde sürekli yüksek seyretmesi, o genotipin FYD'nin maksimum FYD'ne yakın olacağı anlamına gelmektedir. Dolayısıyla bir genotipin P_i değeri sıfıra yakınsa stabilitesi yüksek olarak kabul edilmektedir. Lin ve Binns (1988), P_i değerinin aynı zamanda genotiplerin genel adaptasyon yeteneklerinin bir göstergesi olduğunu ve çevreler üzerinden performans ortalamalarına göre kıyaslama yapılmasının doğru olacağını bildirmişlerdir. P_i yönteminin teorik varsayımlarına göre bir genotipin P_i değerinin minimum, FYD değerinin ise maksimum olması gerekmektedir. Halbuki maksimum FYD değeri düşük kaliteye, minimum FYD değeri ise yüksek kaliteye işaret etmektedir (Elgün ve ark., 2001). Bu gerçekten hareketle denemede yer alan genotiplerden hiçbirisinin bu stabilite parametresine göre stabil olmadığı anlaşılmaktadır. Ya da bu yöntemin, genotiplerin FYD yönüyle stabiliteilerinin belirlenmesine uygun olmadığı ifade edilebilir.

4.10.4. Parametrik Olmayan Stabilite Yöntemleri

Denemede 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeklik buğday genotipinin FYD yönüyle stabiliteilerini belirlemek için 8 parametrik olmayan stabilite yöntemi kullanılmıştır (Çizelge 4.49).

Denemede kullanılan parametrik olmayan stabilite yöntemlerinden ilk dördü ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$) Huehn (1979) tarafından geliştirilmiştir (Çizelge 4.49). Stabil bir genotipin $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$ değerleri sıfıra yakın olmalıdır (Huehn, 1996). Huehn (1979)'ün 4 parametrik olmayan stabilite yöntemine ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$) göre en stabil genotipler sırasıyla Ç1, H7, Ç2, H2, H15 ve H11 (95-197 FU – düşük/orta) olarak belirlenmiştir. Stabilitesi en düşük olan genotipler ise sırasıyla H13, H1, Ç5, H12 ve H8 (148-188 FU – düşük) olarak tespit edilmiştir. Öte yandan stabilitesi en yüksek genotipler içerisinde H2, H7 ve H11'in FYD değerleri, kabul edilebilir minimum değer (< 130 FU) üzerinde, stabilitesi en yüksek genotiplerden Ç1, Ç2 ve H15 ile stabilitesi en düşük genotiplerin FYD değerleri, kabul edilebilir minimum değer altında kalmıştır.

Kang (1988), parametrik olmayan stabilite yöntemi olarak Sıra-Toplam (RS) yöntemini önermiştir. Deneme çevreleri üzerinden en yüksek FYD'ne sahip genotipe sıra değeri olarak 1 verilirken, en düşük genotipe ise en yüksek sıra değeri (genotip sayısı kadar) verilir. Kang (1988) aynı zamanda Shukla (1972)'nin stabilite varyansını da (σ_i^2) RS yöntemine dâhil etmiştir. Her bir genotip için σ_i^2 değeri hesaplandıktan sonra en düşük σ_i^2 değerine sahip genotipe sıra değeri olarak 1 verilirken (FYD sıralamasında yapıldığı gibi), en yüksek σ_i^2 değerine sahip genotipe en yüksek sıra değeri (genotip sayısı kadar) verilir. Hem FYD ve hem de Shukla (1972)'nin stabilite varyansı (σ_i^2) değerlerine göre oluşturulan sıra değerleri, toplanarak RS değerleri elde edilmektedir. RS değeri en düşük genotip, en yüksek stabiliteye sahip olmaktadır (Kang, 1988). Bu tanıma göre en yüksek stabiliteye sahip genotipler sırasıyla Ç1, H15, Ç2, H6 ve H5 (146-199 FU – düşük) iken, en düşük stabiliteye sahip genotipler ise sırasıyla H3, H10, H9 ve Ç4 (97-148 FU – düşük/orta) olmuştur (Çizelge 4.49). Stabilitesi en yüksek ve en düşük genotiplerin FYD değerleri incelendiğinde RS yönteminin FYD özelliği için genotiplerin stabilitelerinin belirlenmesine uygun olmadığı anlaşılmaktadır. Bu durumun nedeni, RS yönteminin geliştirme teorisinden kaynaklanmaktadır (Kang, 1988). Rakamsal olarak artan değerler gösteren özelliklere (örneğin TV) sahip genotiplerin belirlenmesinin hedeflendiği RS yönteminde, hem FYD değeri düşük ve hemde stabilitesi yüksek genotiplerin belirlenmesi neredeyse imkânsızdır. Örneğin, denemede belirlediğimiz RS yöntemine göre en stabil genotiplerin tümünün FYD değerleri, minimum değer (< 130 FU) altında iken, stabilitesi en düşük genotiplerin FYD değerleri (Ç hariç) ise minimum değer üzerinde. Bu çelişkili durum, RS yönteminin FYD yönüyle genotiplerin stabilitelerinin belirlenmesine uygun olmadığını göstermektedir.

Fox ve ark. (1990), parametrik olmayan stabilite yöntemi olarak en üst sıra (TOP), orta sıra (MIDDLE) ve en alt sıra (BOTTOM) yöntemlerini önermişlerdir. Söz konusu üç yöntem içerisinde en yaygın olarak kullanılanı, en üst sıra (TOP) yöntemidir. Fakat TOP yöntemi, FYD özelliği yönüyle genotiplerin stabilitelerinin belirlenmesine (RS yönteminde olduğu gibi) uygun olmayıp, FYD için BOTTOM yönteminin tercih edilmesi daha doğru olacaktır. En alt sıra (BOTTOM) yöntemine göre farklı çevrelerde denemeye alınan genotiplerin en düşükten başlamak üzere FYD sıralamasına göre her çevrede ilk üç sırada (rakamsal olarak en düşük) yer alma oranı belirlenmektedir. En alt sıra (BOTTOM) değeri 100'e en yakın olan genotip, en stabil olarak kabul edilmektedir. Yüksek BOTTOM değeri bir genotipin genel adaptasyon yeteneğini de göstermektedir. Fox ve ark. (1990) tarafından

yapılan tanıma göre en yüksek stabiliteye sahip genotipler, FYD değerleriyle birlikte değerlendirildiğinde sırasıyla H7, H3, H2, H9 ve H4 (BOTTOM değeri = 100.0 ve FYD = 95-103 FU – orta), H10 ve H11 (BOTTOM değeri = 83.3 ve FYD = 126-129 FU – orta) iken, en alt sıraya (BOTTOM) giremeyen genotipler ise Ç1, Ç2, Ç5, H1, H5, H6, H8, H12, H13, H14 ve H15 (135-199 FU – düşük) olarak belirlenmiştir. En stabil genotiplerin tümü hatlardan oluşmuştur. Stabilesi en düşük genotiplerin FYD değerleri, kabul edilebilir minimum değer (< 130 FU) altında yer almıştır (Çizelge 4.49).

Çizelge 4.49. Farinograf yumuşama derecesi için parametrik olmayan stabilite yöntemleri

Genotip	\bar{X}^\dagger	$S_i^{(1)}$	$S_i^{(2)}$	$S_i^{(3)}$	$S_i^{(6)}$	RS	BOTTOM	RM	SDR
Ç1	197	2.8	8.5	1.8	1.9	4	0.0	18.2	1.0
Ç2	146	3.9	11.1	0.2	0.2	14	0.0	10.0	0.6
Ç3	138	8.4	47.9	1.1	0.6	23	16.6	9.2	1.6
Ç4	148	9.7*	63.8*	2.5	1.0	27	16.6	9.8	2.4
Ç5	187	10.2**	70.1**	10.8	3.0	22	0.0	16.5	3.0
H1	183	10.4**	75.4**	6.7	2.7	25	0.0	16.7	2.4
H2	99	4.3	13.9	0.2	0.2	25	100.0	2.7	1.0
H3	97	8.1	50.9	1.3	0.7	32	100.0	3.0	2.2
H4	103	6.4	27.3	0.4	0.3	24	100.0	4.2	1.2
H5	170	7.4	37.6	1.8	1.1	17	0.0	13.5	1.6
H6	199	7.7	40.4	14.5	4.6	16	0.0	18.5	2.8
H7	95	3.4	8.4	0.1	0.2	21	100.0	2.0	0.6
H8	169	9.2*	59.3*	2.3	1.2	21	0.0	14.0	1.8
H9	102	7.3	37.4	0.6	0.4	27	100.0	3.3	1.5
H10	126	8.1	45.8	0.7	0.4	29	83.3	6.5	1.4
H11	129	4.6	14.4	0.1	0.2	19	83.3	7.0	0.6
H12	171	9.4*	61.7*	5.0	1.9	23	0.0	14.3	2.6
H13	188	10.6**	81.4**	8.5	2.9	22	0.0	16.2	3.0
H14	135	5.1	19.1	0.3	0.3	19	0.0	8.7	0.8
H15	179	4.4	13.1	0.5	0.7	10	0.0	15.8	0.8
Ort.	148	7.1	39.4	3.0	1.2	21.0	35.0	10.5	1.6

*, ** sırasıyla $P < 0.05$ ve $P < 0.01$ seviyesinde önemli (stabil değil)

$\dagger \bar{X}$, Farinograf yumuşama derecesi (FU); Huehn (1979)'ün parametreleri $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$; RS, Sıra-Toplam (Kang, 1988); BOTTOM, Fox ve ark. (1990)'nın en üst sıra parametresi; RM, Sıra ortalaması (Ketata, 1988); SDR, Sıranın standart sapması (Ketata, 1988)

Ketata (1988), parametrik olmayan stabilite yöntemleri olarak sıra ortalaması (RM) ve sıranın standart sapması (SDR) yöntemlerini önermiştir. Bu iki yöntem uygulanırken, genotipler her çevrede büyüklüklerine (FYD değeri için düşükten yükseğe doğru) göre sıralanmakta ve en düşük FYD'ne sahip genotipe sıra değeri olarak 1 verilmektedir. Daha sonra farklı çevrelerdeki sıra değerlerinin ortalaması ve standart sapması

hesaplanmaktadır. Genotiplerin RM ve SDR değerleri dikkate alınarak stabilite ve adaptasyon durumları hakkında yorum yapılabilir. Bu bilgiler doğrultusunda, düşük RM ve SDR değerlerine sahip genotipler (sırasıyla H7, H2, H3, H9, H4, H10 ve H11) düşük FYD'ne sahip (95-129 FU – orta) ve stabil (Çizelge 4.49); yüksek RM ve SDR değerlerine sahip genotipler (sırasıyla H13, H12, H8, H6, Ç5, H1 ve Ç4) yüksek FYD'ne sahip (148-199 FU – düşük) ve stabil değil; yüksek RM ve düşük SDR değerlerine sahip genotipler (sırasıyla Ç1, Ç2, H5, H14, H15 ve Ç3) ise yüksek FYD'ne sahip (135-197 FU – düşük) ve stabil olarak değerlendirilmektedir. Denemede incelediğimiz özellikler içerisinde sadece FYD özelliği açısından hem düşük RM ve hem de yüksek SDR değerlerine sahip herhangi bir genotip tespit edilememiştir.

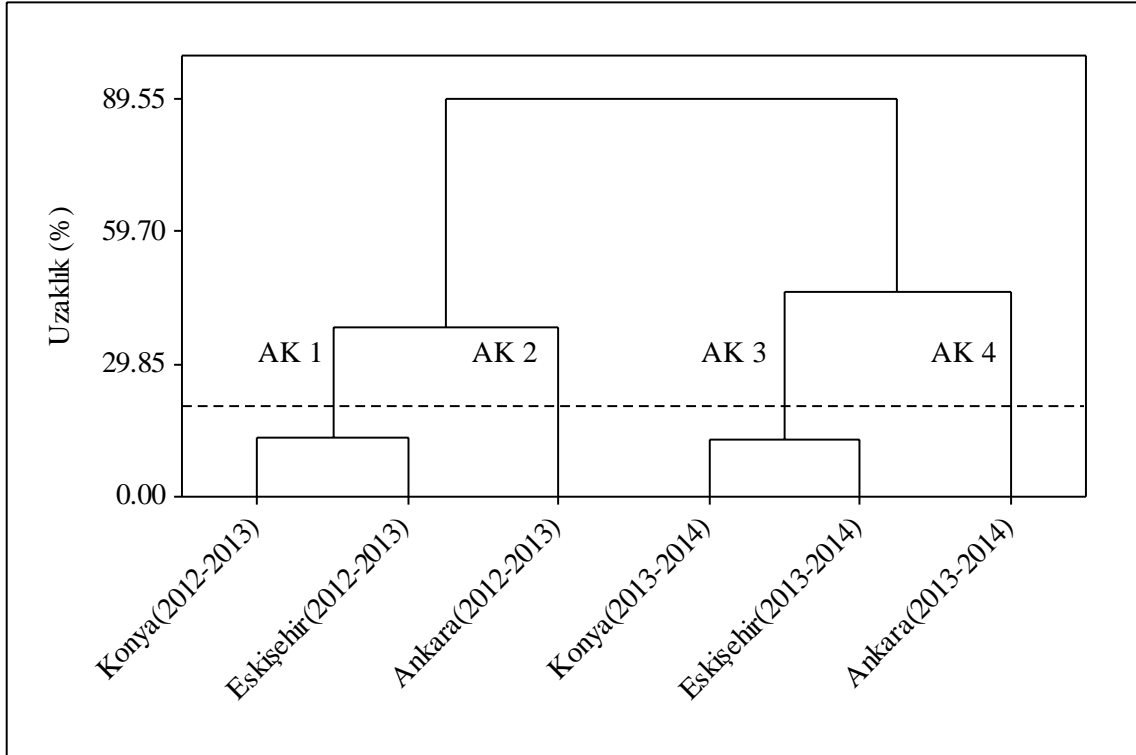
4.10.5. Çok Değişkenli (Multivariate) Yöntemler

Denemede 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeçlik buğday genotipinin FYD yönüyle stabilitelerini belirlemek için 3 çok değişkenli yöntem kullanılmıştır.

Çok değişkenli yöntemlerin ilki olan Pattern Analizi (PA), hem Kümeleme (CA) ve hemde Ana Bileşenler Analiz (PCA) yöntemlerini kapsamaktadır (Alagarswamy ve Chandra, 1998). PA-CA sonuçlarına göre denemenin yürütüldüğü çevreler dört alt küme (AK 1, AK 2, AK 3 ve AK 4) ayrılmıştır (Şekil 4.46). Birinci alt küme (AK 1) Konya (2012-2013) ve Eskişehir (2012-2013) çevreleri; ikinci alt küme (AK 2) sadece Ankara (2012-2013) çevresi; üçüncü alt küme (AK 3) Konya (2013-2014) ve Eskişehir (2013-2014) çevreleri ve dördüncü alt küme (AK 4) ise sadece Ankara (2013-2014) çevresi oluşturmuştur.

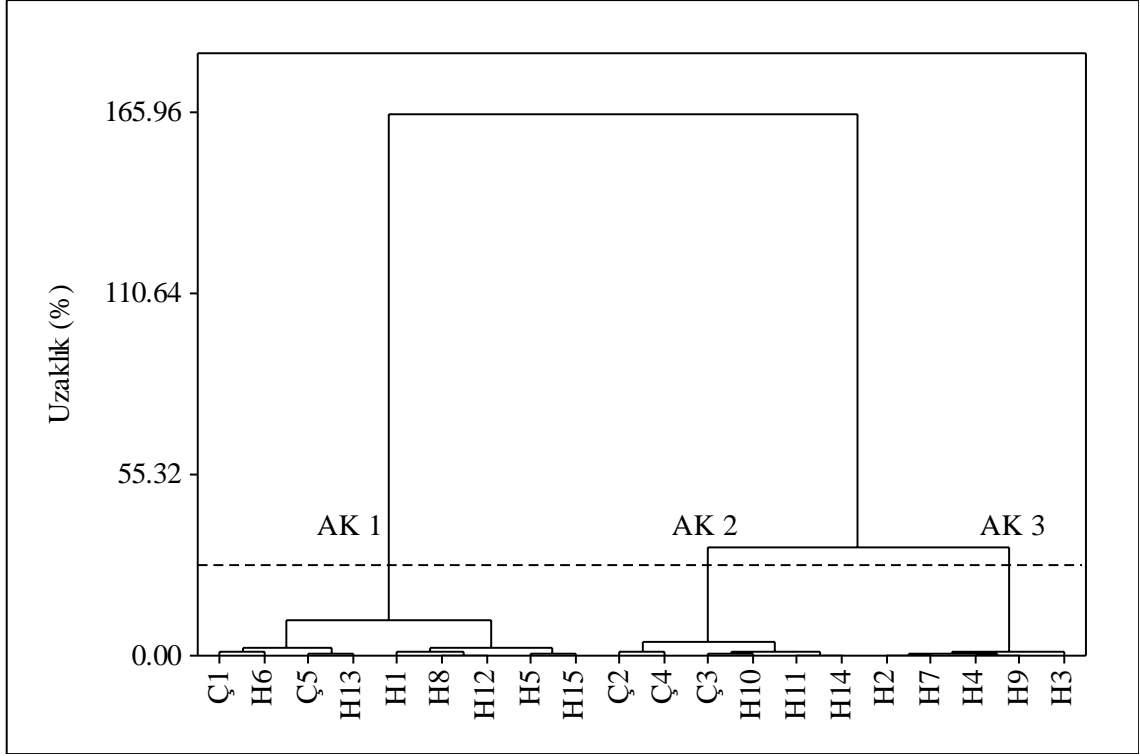
Çevrelerin 4 farklı alt küme oluşturmasının nedenleri incelendiğinde (Şekil 4.46), Konya ve Eskişehir çevrelerinin 2 alt küme (AK 1 ve 3) dağıldığı görülmektedir. Benzer şekilde Ankara lokasyonuna ait iki çevrenin iki alt küme (AK 2 ve 4) ayrıldığı müşahade edilmektedir. İlk yıla ait çevreler kendi içinde değerlendirildiğinde Ankara (2012-2013) çevresinin Konya (2012-2013) ve Eskişehir (2012-2013) çevrelerinden farklı olduğu anlaşılmaktadır. Lokasyonlar arası farklılıklardan dolayı Ankara çevresi, diğer iki çevreden farklı bir alt küme oluşturmuştur. Diğer taraftan ilk yıla ait Konya ile Eskişehir çevrelerinin lokasyon ve yıl açısından benzerliklerin yüksek olması, bu iki çevrenin aynı alt kümede (AK 1) toplanmalarına olumlu katkıda bulunmuştur. Çevrelerin ilk yılda ortaya koyduğu kümeleneş şekli, aynen ikinci yılda da tekrar etmiştir. Bu duruma lokasyonlar ve yıllar arası farklılıkların sebep olduğu açıktır. Yıllar arası farklılıklar en başta Ankara çevrelerinin birbirilerine benzer olmadığını göstermektedir. Ankara lokasyonuna ait iki

çevrenin iki farklı alt kümeye ayrılmasının nedeni yıl etkisinden kaynaklanmaktadır. Lokasyonlar arası benzerliğin her iki yılda da Konya ve Eskişehir çevreleri için geçerli olmasına rağmen, bu iki çevrenin yıllar arasında farklı alt kümelerde toplanması yıl ve lokasyon etkisinin birlikte ortaya çıktığını göstermektedir. Sonuç itibarıyla denemede tüm çevreler dikkate alındığında genotiplerin FYD'leri üzerine hem yılın ve hem de lokasyonun etkili olduğu (GYLE) anlaşılmaktadır (Çizelge 4.46 ve Şekil 4.46).



Şekil 4.46. Farinograf yumuşama derecesi için lokasyonların yıllara göre dendrogramı (AK, Alt Küme; Uzaklık % 20)

Denemede yer alan genotiplerin PA-CA'ndan elde edilen dendrogramı Şekil 4.47'de verilmiştir. PA-CA'ne göre genotipler, 3 tane alt kümeye (AK 1, AK 2 ve AK 3) ayrılmıştır. AK 1'de 9 genotip (Ç1, H6, Ç5, H13, H1, H8, H12, H5 ve H15), AK 2'de 6 genotip (Ç2, Ç4, Ç3, H10, H11 ve H14) ve AK 3'de 5 genotip (H2, H7, H4, H9 ve H3) yer almıştır. Alt kümelerden AK 1'de 9 (169-199 FU – düşük) ve AK 2'de 4 genotipin (135-148 FU – düşük; H10 ve H11 hariç) FYD değerleri, kabul edilebilir minimum değer (< 130 FU) altında iken, AK 2'de 2 genotipin (H10 ve H11 = 126-129 FU – orta) ve AK 3'de 5 genotipin (95-103 FU – orta) FYD değerleri ise minimum değerden yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.47).

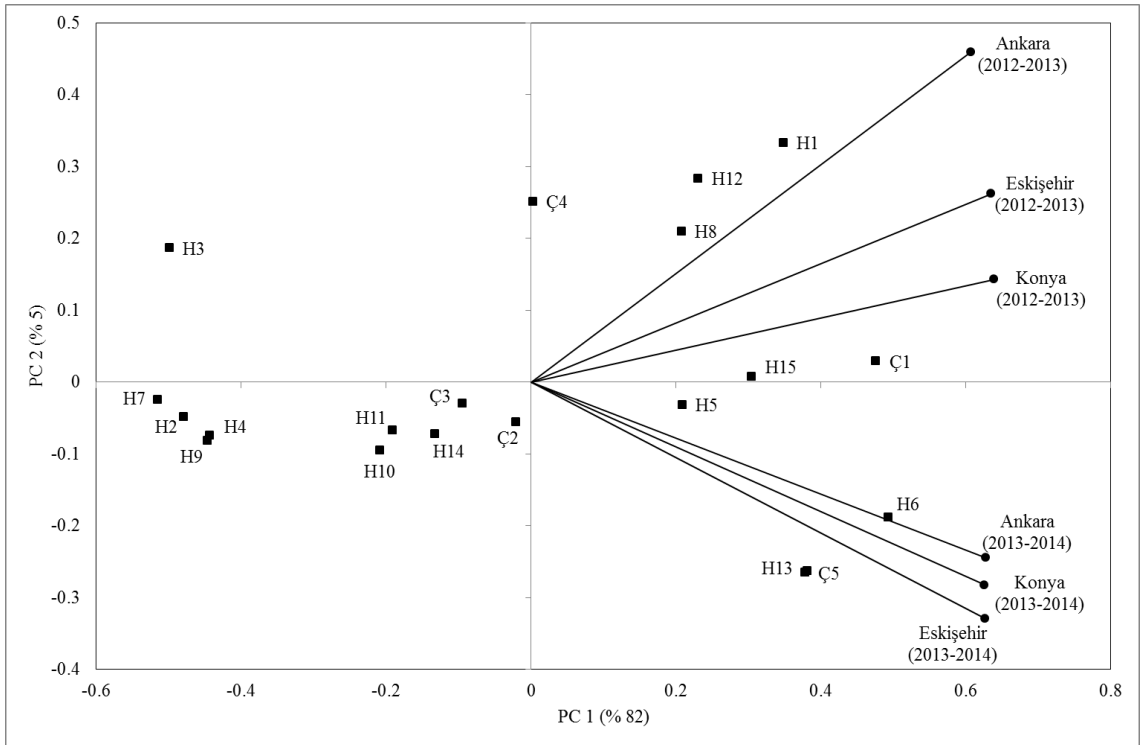


Şekil 4.47. Farinograf yumuşama derecesi için genotiplerin dendrogramı (AK, Alt Küme; H, Hat; Ç, Çeşit; Uzaklık % 20)

PA-CA sonucunda oluşan 3 alt kümeden 2 tanesinde (AK 1 ve 3) genotipler FYD değerlerine göre katagorik olarak ayrılmışlardır. AK 1’de yer alan genotiplerin tümü, FYD açısından minimum değerden (< 130 FU) düşük, AK 3’deki genotiplerin tümü ise FYD yönüyle minimum değerden yüksek performans göstermişlerdir. Fakat geriye kalan alt kümede (AK 2) FYD değerlerine göre genotiplerin ayrılması mümkün olmamıştır. Bu alt kümede FYD değeri, minimum değer hem altında ve hem de üstünde olan genotipler mevcuttur. AK 2’de yer alan 6 genotipten 2 tanesinin FYD değeri, minimum değer üstündedir. Buna rağmen tüm bulgular dikkate alındığında, FYD özelliği yönüyle genotiplerin karakterize edilmesinde PA-CA yönteminin başarılı olduğu söylenebilir.

Ana Bileşenler Analizi (PCA)’yle elde edilen PA-Biplot’u Şekil 4.48’de verilmiştir. PCA’nin ilk iki ana bileşeni, GÇE’nin kareler toplamının % 87’sini (sırasıyla PC1 = % 82 ve PC2 = % 5) açıklamıştır. PA-Biplot’un orijinininden geçen vektörler çevreleri, H (Hat) ve Ç (Çeşit) sembolleri ise genotipleri göstermektedir. Çevre vektörleri arasındaki açılar çevrelerin birbirine benzerlik ya da uzaklığını ortaya koymaktadır. Denemenin ilk yıla ait çevrelerin vektörleri arasındaki açı $< 90^\circ$ olup, üç çevre arasında benzerlik yüksek düzeydedir. Buna rağmen Ankara (2012-2013) çevre vektörünün açısı, Konya (2012-2013) ile Eskişehir (2012-2013) çevre vektörlerinin arasında açıdan kısmı olarak yüksektir. Şekil

4.46’de verilen dendrogramda Konya (2012-2013) ile Eskişehir (2012-2013) çevreleri AK 1’de, Ankara (2012-2013) çevresi ise münferit olarak AK 2’de yer almıştır. Söz konusu üç çevre için PA-CA (Şekil 4.46) ile PA-Biplot (Şekil 4.48) bulguları uyum içerisindedir. Fakat denemenin ikinci yılına ait çevreler için yöntemler arası uyum söz konusu değildir. Konya (2013-2014) ve Eskişehir (2013-2014) çevreleri PA-CA’da birleşerek AK 3’ü oluştururken, aynı zamanda PA-Biplot üzerinde Ankara (2013-2014) çevresi ile birlikte yer almışlardır. Hâlbuki Ankara (2013-2014) çevresi, PA-CA’da münferit olarak AK 4’de yer almıştır.



Şekil 4.48. Farinograf yumuşama derecesinin PA-Biplot’u (H, Hat; Ç, Çeşit)

PA-Biplot (Şekil 4.48) incelendiğinde, her iki yıla ait tüm çevrelerin biplotun birinci ekseninin (PC 1) pozitif kısmında yer aldığı görülmektedir. Diğer taraftan birinci yıla ait üç çevrenin PC 2’nin pozitif kısmında, ikinci yıla ait tüm çevrelerin ise PC 2’nin negatif kısmında yer aldığı belirlenmiştir. Çevrelerin PC 2 üzerinde yıllara göre gruplanması hiç kuşkusuz FYD üzerine yılın etkisini göstermektedir. Fakat asıl üzerinde durulması gereken konu, çevrelerin PC 1 üzerindeki gruplanma şeklidir. FYD’nin genotipler ve çevreler üzerinde oluşturduğu toplam varyasyonun % 82’si PC 1 tarafından açıklanmıştır. Hal böyle olunca, çevrelerin PC 1’in pozitif kısmında bütüncül bir grup oluşturması, ancak GYLE’nin varlığı ile izah edilebilir. Fakat çevrelerin birinci eksen üzerinde aynı yönde yer

alması, yüksek FYD'ne sahip genotiplerin belirlenmesine yardımcı olmuştur. FYD değeri yüksek genotiplerin, tüm çevrelerle aynı pozisyonda yer almaları, PA-Biplot yönteminin geliştirilme teorisi ile ilişkilidir. Hâlbuki denememizde düşük PYD değerine sahip genotiplerin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu durum, PA-Biplot yönteminin istisnai bazı kalite özelliklerinin (FYD gibi) değerlendirilmesinde kullanılmayacağını göstermektedir.

Performansları benzer olan genotipler PA-Biplot (Şekil 4.48) üzerinde birbirine yakın olarak yer almaktadır. Birbirinden farklı genotipler ise biplot üzerinde zıt yerlerde toplanmaktadır (Alagarwamy ve Chandra, 1998). Ç5, H13, H6, H5, H15, Ç1, H8, H12, H1 ve Ç4 kodlu genotipler (148-199 FU – düşük) ana bileşen eksen 1 (PC 1)'in pozitif kısmında; H3, H7, H2, H9, H4, H11, H10, Ç3, H14 ve Ç2 (95-146 FU – düşük/orta) kodlu genotipler ise PC 1'in negatif kısmında yer almışlardır (Şekil 4.48). Bu durum, iki genotip grubunun birbirinden farklı FYD değerlerine sahip olduğunu göstermektedir. İlk grupta yer alan genotiplerin (ana bileşen eksen 1 (PC 1)'in pozitif kısmında) FYD değerleri, kabul edilebilir minimum değer (< 130 FU) altında, ikinci grupta yer alan genotiplerin (PC 1'in negatif kısmında) FYD değerleri ise minimum değer üstünde kalmıştır. İlk grupta yer alan genotiplerin tümü (sırayla Ç5, H13, H6, H5, H15, Ç1, H8, H12, H1 ve Ç4) en iyi performansı ya da adaptasyonu sırasıyla Eskişehir (2013-2014), Konya (2013-2014), Ankara (2013-2014), Konya (2012-2013), Eskişehir (2012-2013) ve Ankara (2012-2013) çevrelerinde göstermiştir. Öte yandan ikinci grupta yer alan genotiplerin hiç birisinin herhangi bir deneme çevresine FYD (<130 FU) yönüyle adaptasyonu mümkün olmamıştır. Halbuki düşük FYD değerine sahip genotiplerin ekmeklik yapım kalitesi yüksek olmaktadır (Elgün ve ark., 2001). Fakat PA-Biplot tekniği geliştirilme teorisine göre yüksek FYD değerine sahip genotipleri ön plana çıkarmaktadır. Dolayısıyla PA-Biplot yöntemi FYD özelliği (<130 FU) yönüyle genotiplerin stabilite ve performanslarının belirlenmesine uygun olmadığı ortaya konmuştur.

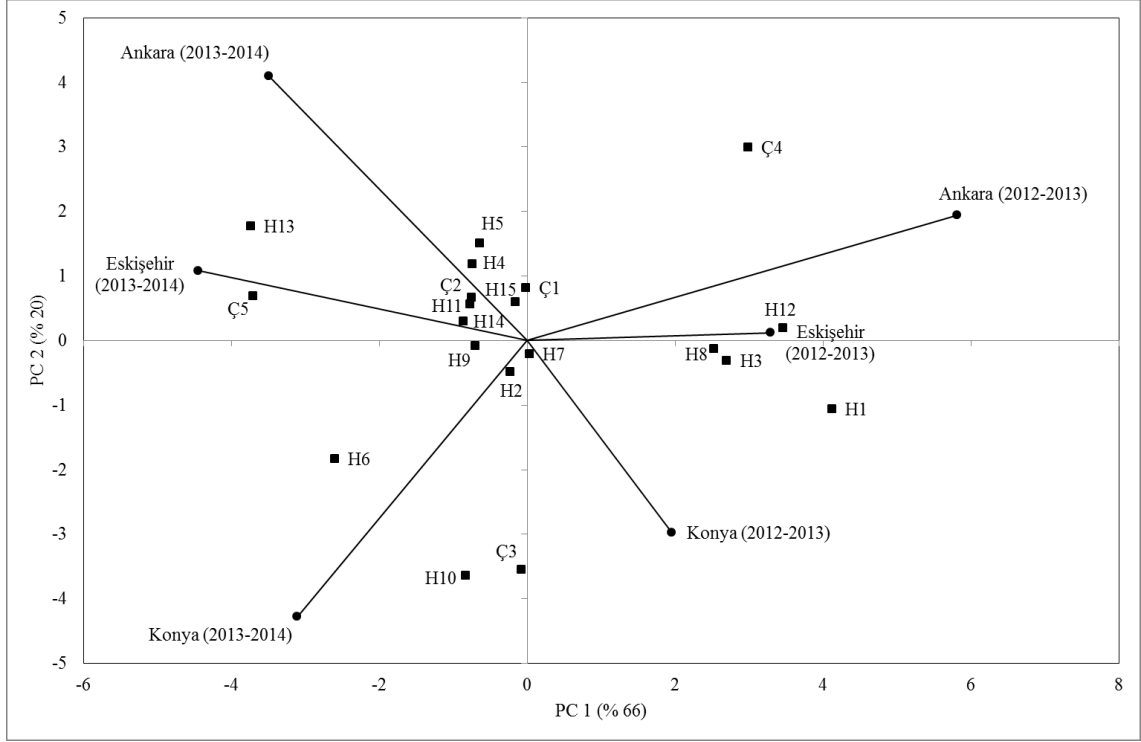
Denemede kullanılan çok değişkenli yöntemlerden ikincisi, AMMI (Eklemeli Ana Etkiler ve Çarpımsal Etkileşimler Analizi) yöntemidir. AMMI analizinden elde edilen AMMI-Biplot'u Şekil 4.49'da verilmiştir. AMMI-Biplot'un ilk iki eksen, GÇE kareler toplamının % 86'si (sırasıyla PC 1 = % 66 ve PC 2 = % 20) açıklamıştır. Bu oran (% 86), PA-Biplot'un (Şekil 4.48) açıklama oranıyla (% 87) eşit seviyededir. Dolayısıyla her iki biplotun GÇE'ni açıklama oranı yüksektir (Gauch, 1988).

AMMI-Biplot'un üzerinde dağılışı gösteren genotipler ve çevre vektörlerinin birbiriyle olan ilişkilerine bakıldığında (Şekil 4.49), hem PA-CA dendrogramından (Şekil 4.46) ve hemde PA-Biplot'tan (Şekil 4.48) farklı olduğu görülmektedir. AMMI-Biplot'ta

Konya (2012-2013) ile Eskişehir (2012-2013) çevre vektörleri arasında benzerlik ilişkisinin zayıf olması, hem PA-CA (Şekil 4.46) ve hem de PA-Biplot (Şekil 4.48) bulgularıyla çelişmektedir. Benzer şekilde Ankara (2012-2013) çevresinin AMMI-Biplot'ta (Şekil 4.49) Eskişehir (2012-2013) çevresine yaklaşması da diğer iki yöntem tarafından kısmi olarak doğrulanmıştır. Aslında denememizin birinci yılına ait çevreler için yaptığımız yorumların aynısı, ikinci yıla ait çevreler içinde geçerlidir. Şekil 4.46 ve 4.48'de olduğu gibi ikinci yıla ait Konya ve Eskişehir çevre vektörlerinin birbirine yakın olması beklenirken, AMMI-Biplot'ta (Şekil 4.49) bu iki çevre arasında herhangi bir ilişki tespit edilememiştir. Yine AMMI-Biplot'ta Ankara (2013-2014) çevresinin Eskişehir (2013-2014) çevresine yaklaşması, diğer iki yöntem tarafından desteklenmemiştir. Sonuç itibariyle AMMI-Biplot, PA-CA ve PA-Biplot yöntemleri arasında FYD özelliğinin açısından herhangi bir benzerlik tespit edilememiştir.

AMMI-Biplot üzerinde çevrelerin pozisyonları incelendiğinde denemenin ilk yılına ait çevrelerin ana eksen bileşeni 1 (PC 1)'in pozitif kısmında, ikinci yıla ait çevrelerin ise ana eksen bileşeni 1 (PC 1)'in negatif kısmında yer aldığı görülmektedir (Şekil 4.49). Öte taraftan AMMI-Biplot'un ana eksen 2 (PC 2)'nin üzerinde çevrelerin aldığı pozisyonlar, PA-Biplot'tan farklılık göstermektedir. AMMI-Biplot'un ana eksen 2 (PC 2)'nin pozitif kısmında Ankara (2012-2013), Ankara (2013-2014), Eskişehir (2012-2013) ve Eskişehir (2013-2014) çevreleri yer alırken, ana eksen 2 (PC 2)'nin negatif kısmında ise Konya lokasyonuna ait çevreler yer almıştır. AMMI-Biplot'un her iki ana eksenini birbiriyle kıyaslandığında, FYD üzerine GÇE'nin (yıl ve lokasyonunun birlikte) önemli etkide bulunduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 4.49). AMMI-Biplot'un ilk eksenini üzerinde çevreler yıllara göre, ikinci eksenini üzerinde ise çevreler lokasyonlara göre belirgin şekilde ayrılmıştır. Bu durum, PA-Biplot ve PA-CA bulgularıyla da desteklenmektedir.

Genotiplerle çevreler arası ilişkiler incelendiğinde (Şekil 4.49) H7 (95 FU – orta)'nin Konya (2012-2013) çevresinde; H1, H3, H8 ve H12 (97-183 FU – düşü/orta)'nin Eskişehir (2012-2013) çevresinde; Ç4 (148 FU – düşük)'ün Ankara (2012-2013) çevresinde; H15, H4, H5, Ç1, Ç2 ve H11 (103-197 FU – düşük/orta)'nin Ankara (2013-2014) çevresinde; H13, H14, Ç5 ve H9 (102-188 FU – düşük/orta)'un Eskişehir (2013-2014) çevresinde ve H2, H6, H10 ve Ç3 (99-199 FU – düşük/orta)'ün Konya (2013-2014) çevresinde en iyi adaptasyonu sağladığı belirlenmiştir. Diğer taraftan AMMI-Biplot'un merkezine yakın olan genotiplerin tüm çevrelere adaptasyonu yüksek olup 3 genotipten (H7, H2 ve H9 = 95-102 FU – orta) oluşmaktadır.



Şekil 4.49. Farinograf yumuşama derecesinin AMMI-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit)

Çok değişkenli yöntemlerden üçüncüsü, GGE-Biplot analiz yöntemidir. Bu yöntemle elde edilen GGE-Biplot grafiği, Şekil 4.50'de verilmiştir. GGE-Biplot'un ilk iki ana bileşeni, G ana etkileri ile GÇE'nin kareler toplamlarının % 87'si (sırasıyla PC 1 = % 82 ve PC 2 = % 5) ile açıklamıştır. Birden fazla çevre ve genotip ile yürütülen denemelerde GÇE'nin istatistiksel olarak önemli çıkması durumunda ilk iki ana bileşenin (PC 1 ve PC 2) toplam varyasyonun en az % 70'ini açıklaması beklenmektedir (Gauch, 1988). GGE-Biplot'un açıklama oranı (% 87), PA-Biplot'un (% 87) ve AMMI-Biplot'un (% 86) açıklama oranlarıyla benzer bulunmuştur.

Denemenin yürütüldüğü çevrelerin vektörel ilişkileri ele alındığında (Şekil 4.45), ilk yıla ait çevre vektörlerinin birbirine yakınlığı özellikle Konya (2012-2013) ile Eskişehir (2012-2013) çevrelerinin benzerliklerinin yüksekliği, PA-CA (Şekil 4.46) ve PA-Biplot (Şekil 4.48) bulgularıyla örtüşmektedir. Fakat anılan çevreler arasındaki pozitif ilişkiler, AMMI-Biplot (Şekil 4.49) bulgularıyla doğrulanmamıştır. Diğer taraftan Ankara (2012-2013) çevresinin diğer çevrelerden farklı olduğu, tüm yöntemler tarafından ortaya konmuştur. Denemenin ikinci yıla ait çevreler değerlendirildiğinde, GGE-Biplot (Şekil 4.50) üzerinde 3 çevrenin birlikte aynı pozisyonu aldıkları görülmektedir. Bu durum, PA-Biplot (Şekil 4.48) ile benzerlik gösterirken, PA-CA (Şekil 4.46) ve AMMI-Biplot (Şekil 4.49) bulgularıyla zıtlık göstermektedir. Bir başka ifadeyle, Ankara (2013-2014) çevresi

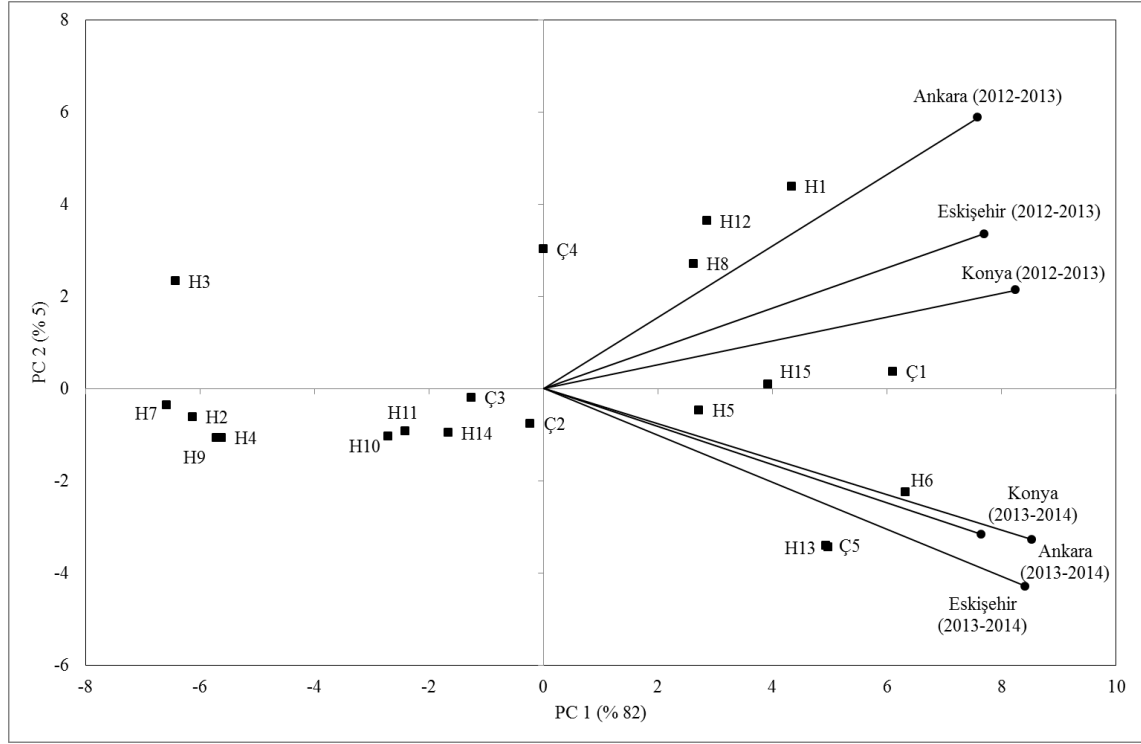
diğer iki çevreden ayrı olarak AK 4'de yer alması (Şekil 4.46), AMMI-Biplot bulgularıyla uyumlu iken, PA-Biplot ve GGE-Biplot bulgularıyla farklılık göstermiştir.

Her üç biplot yöntemiyle elde edilen çevrelerin vektörel büyüklükleri kıyaslandığında, GGE-Biplot çevre vektörlerinin büyüklükleri, hem AMMI-Biplot ve hem de PA-Biplot'un çevre vektörlerinin büyüklüklerinden daha fazla olmuştur. Yan ve ark. (2000) çevre vektörlerinin uzunlukları ile çevrelerin genotipleri ayırma yetenekleri arasında olumlu bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Genelde ikinci yıla ait çevre vektörlerinin büyüklükleri, birinci yıla ait çevre vektörlerinin büyüklüklerinden daha fazla olmuştur (Şekil 4.50). Bu sonuçtan hareketle, Konya (2013-2014), Eskişehir (2013-2014), ve Konya (2012-2013) çevrelerinin vektörel büyüklükleri, genotipleri FYD değerlerine göre en güçlü ayırma yeteneğine sahip iken, Eskişehir (2012-2013), Ankara (2012-2013) ve Ankara (2013-2014) çevrelerinin genotipleri ayırma yetenekleri nisbi olarak düşük seviyededir (Yan ve ark., 2000). Sonuç itibarıyla her iki yılda Konya lokasyonunun ön plana çıkması, genotiplerin FYD değerlerine göre farklılıklarının ortaya konmasında kilit rol üstlenebilecek bir lokasyon olduğunu göstermektedir.

Genotiplerin özel adaptasyon yetenekleri incelendiğinde (Şekil 4.50), Ankara (2012-2013), Eskişehir (2012-2013), Konya (2012-2013), Konya (2013-2014), Ankara (2013-2014) ve Eskişehir (2013-2014) çevrelerine sırasıyla H1, H12, H8, Ç1, H15, H5, H6, Ç5 ve H13 (148-199 FU – düşük)'in en iyi adaptasyonu sağladığı belirlenmiştir. PA-Biplot (Şekil 4.48) yönteminde olduğu gibi FYD değeri yüksek olan genotipler çevrelerle aynı yönde, FYD değeri düşük olan genotipler ise çevre vektörlerin aksi yönünde yer almışlardır. Bu durum FYD değeri düşük olan genotiplerin hiçbir çevreye adapte olamadığını göstermektedir (Yan, 2001). Ekmek yapım kalitesi yüksek olan genotiplerin FYD değerlerinin düşük olması beklendiğinden dolayı (Elgün ve ark., 2001), GGE-Biplot (Şekil 4.50) ve PA-Biplot (Şekil 4.48) yöntemlerinin geliştirilme teorileri dikkate alındığında, çevreler üzerinden hem adaptasyonu yüksek ve hem de FYD değerleri düşük genotiplerin tespit edilmesine uygun olmadıkları düşünülmektedir. Diğer taraftan genel adaptasyon yeteneği en iyi genotipler biplotun merkezinde yer almaktadır (Yan, 2001). Bu kurala uyan sadece bir genotip belirlenmiştir (Ç2 = 146 FU – düşük).

Çevrelerin biplot üzerinde aynı yönde veya farklı yönde yer almaları genotiplerin çapraz (çevreler üzerinden FYD sıralaması değişen) veya çapraz olmayan (çevreler üzerinden FYD sıralaması değişmeyen) etkileşimleriyle ilişkilidir (Yan, 2001). Denemenin her iki yılına ait tüm çevreler PC 1'in pozitif kısmında (Şekil 4.50) yer almıştır. Çevrelerin biplot üzerinde aynı yönde yer almasına çapraz olmayan etkileşimin sebep olduğu ve bu

etkileşimin ortaya çıkmasına Y ve L faktörlerinin birlikte katkıda bulunduğu anlaşılmaktadır (Yan, 2001). Dolayısıyla FYD değerlerine göre genotiplerin çevreler üzerinden sıralamaları çoğunlukla değişmemiştir. Bu durum, genotiplerin stabilite düzeylerini olumlu yönde etkilemiştir.



Şekil 4.50. Farinograf yumuşama derecesinin GGE-Biplot'u (H, Hat; Ç, Çeşit)

GGE-Biplot'u oluşturan ilk ana eksenin (PC 1) pozitif kısmında yer alan 10 genotipin (H1, H12, H8, Ç4, Ç1, H15, H5, H6, H13 ve Ç5) FYD değerleri (148-199 FU – düşük), kabul edilebilir minimum değer (< 130 FU) altında olup performansları düşük iken, ilk ana eksenin (PC 1) negatif kısmında yer alan 10 genotipin (H3, H7, H2, H4, H9, H10, H11, H14, Ç3 ve Ç2) FYD değerleri (95-146 FU – düşük/orta) ise minimum değer üstünde (Ç2, Ç3 ve H14 hariç) olup, performansları da yüksektir. Diğer taraftan, denemede kullanılan 5 çeşitten hiç birisinin FYD değeri, minimum değer altında olmamıştır (Çizelge 4.47 ve Şekil 4.50).

GGE-Biplot'u oluşturan ikinci ana eksen (PC 2), genotiplerin stabiliteelerini göstermektedir. Stabil genotiplerin mutlak PC 2 değerleri, sifira yakın iken stabil olmayan genotiplerin mutlak PC 2 değerleri ise yüksek olduğundan dolayı biplotun orijininin uzakta yer almaktadır (Yan, 2001). Bu tanıma göre H2 ve H7 kodlu genotipler düşük FYD'ne sahip (< 130 FU) ve stabil; Ç3, H5, H15 ve Ç1 yüksek FYD'ne sahip (> 130 FU)

ve stabil; H3, H4 ve H9 düşük FYD'ne sahip (< 130 FU) ve stabil değil; Ç4, H1, H12, H8, H6, H13 ve Ç5 ise yüksek FYD'ne sahip (> 130 FU) ve stabil olmayan şekilde belirlenmiştir (Şekil 4.50).

Denemede 2 yıl ve 3 lokasyon üzerinden test edilen 20 ekmeklik buğday genotipinin FYD yönüyle stabilitelerini belirlemek için kullanılan tüm stabilite yöntemlerinin (FYD + 8 parametrik + 8 parametrik olmayan + 3 çok değişkenli) ve seçilmiş genotiplerin özeti Çizelge 4.50'de verilmiştir. Genotipler içerisinde H7, H11, H4 ve Ç2 sırasıyla 19, 12, 8 ve 8 stabilite parametresine göre en stabil genotipler olarak tespit edilmiştir. Anılan genotiplerden H7, H11 ve H4 hem stabil ve hem de düşük (95-129 FU – orta < 130 FU) FYD'ne sahip olmalarından dolayı dinamik stabil tipine, Ç2 ise hem stabil ve hem de yüksek (146 FU – düşük > 130 FU) FYD'ne sahip olmalarından dolayı statik stabil tipine girmişlerdir (Kang, 1994). Dinamik stabil bir genotipin FYD değeri düşük (< 130 FU) iken, aynı zamanda stabilitesi yüksek olmalıdır. Bir başka deyişle dinamik stabil bir genotipin iyi çevre şartlarına ve agronomik uygulamalara tepkilerinin de yüksek olması beklenmektedir (Kang, 1994).

Stabilite yöntemlerinin genotipleri statik veya dinamik stabilite durumlarına göre ayırma yetenekleri farklı olabilmektedir (Çizelge 4.50). Deneme bulgularımız, stabilite analizlerinde kullandığımız yöntemlerden FYD, regresyon katsayısı (b_i), regresyondan sapmalar kareler ortalaması (S_{di}^2) (Eberhart ve Russell, 1966), varyasyon katsayısı (CV_i) (Francis ve Kannenberg, 1978), en alt sıra (BOTTOM) (Fox ve ark., 1990), sıra ortalaması (RM) (Ketata, 1988) ve sıranın standart sapması (SDR) (Ketata, 1988) yöntemlerinin dinamik stabil genotiplerin belirlenmesinde kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Diğer taraftan hem statik ve hem de dinamik stabil genotiplerin tespit edilmesinde çevre varyansı (S_{xi}^2) (Roemer, 1917), belirtme katsayısı (r_i^2) (Pinthus, 1973), stabilite varyansı (σ_i^2) (Shukla, 1972), ekovalans (W_i^2) (Wrickle, 1962), Huehn (1979)'ün 4 parametresi ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$) ve AMMI-Biplot yöntemlerinin uygun olduğu belirlenmiştir. Fakat parametrik yöntemlerden üstünlük ölçütü (P_i) (Lin ve Binns, 1988) yönteminin, parametrik olmayan yöntemlerden sıra-toplam (RS) (Kang, 1988) yönteminin, çok değişkenli yöntemlerden ise PA-CA, PA-Biplot (Alagarswamy ve Chandra, 1998) ve GGE-Biplot (Yan ve ark., 2000) yöntemlerinin, genotiplerin FYD özelliği yönüyle stabilitelerinin belirlenmesine uygun olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.45). Sonuç itibarıyla, denemede incelediğimiz 10 bitkisel özellik içerisinde en ilginç bulgular TS ve FYD için tespit edilmiştir.

Çizelge 4.50. FYD için tüm stabilite yöntemlerinin ve seçilmiş genotiplerin değerlendirilmesi

Stabilite Yöntemleri	Seçilen Genotipler	Stabilite Tipi
-Farinograf yumuşama derecesi (FYD)	H7, H3, H2, H9 ve H4 (Düşük FYD)	Dinamik (D)
Parametrik Yöntemler		
-Çevre varyansı (S_{xi}^2) (Roemer, 1917)	H3 ve H10 (Düşük FYD) Ç3 ve H8 (Yüksek FYD)	Statik (S) + D
-Regresyon katsayısı (b_i) ve Regresyondan sapm. (S_{di}^2) (Eberhart ve Russell, 1966)	H7, H2, H9, H4 ve H11 (Düşük FYD)	D
-Belirtme katsayısı (r_i^2) (Pinthus, 1973)	Ç2 ve H5 (Yüksek FYD) H7 ve H4 (Düşük FYD)	S + D
-Stabilite varyansı (σ_i^2) ve Ekovalans (W_i^2) (Wrickle, 1962)	H7 ve H11 (Düşük FYD) Ç1, Ç2 ve H15 (Yüksek FYD)	S + D
-Varyasyon katsayısı (CV_i) (Francis ve Kannenberg, 1978)	H10 ve H3 (Düşük FYD)	D
-Üstünlük ölçütü (P_i) (Lin ve Binns, 1988)	Stabilite parametresi uygun değil	
Parametrik Olmayan Yöntemler		
- $S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$ (Huehn, 1979)	Ç1, Ç2 ve H15 (Yüksek FYD) H2, H7 ve H11 (Düşük FYD)	S + D
-Sıra-Toplam (RS) (Kang, 1988)	Stabilite parametresi uygun değil	
-En alt sıra (BOTTOM) (Fox ve ark., 1990)	H7, H3, H2, H9, H4, H10 ve H11 (Düşük FYD)	D
-Sıra ortalaması (RM) ve Sıranın standart sapması (SDR) (Ketata, 1988)	H7, H2, H3, H9, H4, H10 ve H11 (Düşük FYD)	D
Çok Değişkenli Yöntemler		
-PA-CA (Alagarswamy ve Chandra, 1998)	H2, H7, H4, H9 ve H3 (Düşük FYD)	D
-PA-Biplot (Alagarswamy ve Chandra, 1998)	Stabilite parametresi uygun değil	
-AMMI-Biplot (Gauch ve Zobel, 1996)	-(H7, H2 ve H9) Genel adaptasyon -(H1, H3, H8, H12, Ç4, H15, H4, H5, Ç1, Ç2, H11, H13, H14, Ç5, H6, H10 ve Ç3) Özel adaptasyon	D S + D
-GGE-Biplot (Yan ve ark., 2000)	Stabilite parametresi uygun değil -(Ç2) Genel adaptasyon -(H2 ve H7) Yüksek FYD ve stabil	S D

Denemede kullanılan genotiplerin statik veya dinamik stabilite yaklaşımına göre sınıflandırılması ele alınan bitkisel özelliğe göre değişebilmektedir. Örneğin TV'ne göre statik stabil genotiplerin belirlenmesi için uygun olduğunu tespit ettiğimiz çevre varyansı

(S_{xi}^2) (Roemer, 1917), PO, GO, ZSD, HA, BTA, FGS, FSS ve FYD için hem statik ve hem de dinamik genotiplerin belirlenmesine uygun olabilmektedir. Ya da PO'na göre dinamik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olan belirtme katsayısı (r_i^2) (Pinthus, 1973) yöntemi TV, GO, ZSD, HA, BTA, FGS, FSS ve FYD için hem statik ve hem de dinamik genotiplerin belirlenmesine uygun olabilmektedir. Veya BTA için statik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olan stabilite varyansı (σ_i^2) (Shukla, 1972) ve ekovalans (W_i^2) (Wrickle, 1962) yöntemleri; TV, GO, ZSD, HA, FGS, FSS ve FYD için hem statik ve hem de dinamik genotiplerin belirlenmesine uygun olabilmektedir.

Parametrik ve çok değişkenli yöntemlerin statik ve/veya dinamik stabil genotipleri ayırt etme yetenekleri incelenen bitkisel özelliklere göre değişmektedir. Fakat parametrik olmayan yöntemlerin statik ve/veya dinamik stabil genotipleri ayırt etme yetenekleri TV, PO, GO ve ZSD özelliklerine göre değişmemiş aynı kalmıştır (Çizelge 4.5, 4.10, 4.15 ve 4.25). Fakat parametrik yöntemlerden üstünlük ölçütü (P_i) (Lin ve Binns, 1988) ile çok değişkenli yöntemlerden PA-CA, PA-Biplot (Alagarswamy ve Chandra, 1998) ve GGE-Biplot (Yan ve ark., 2000) yöntemlerinin, genotiplerin FYD özelliği yönüyle stabilitelerinin belirlenmesine uygun olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.45).

Parametrik olmayan yöntemler ele alındığında; HA, BTA, FGS ve FSS için parametrik olmayan yöntemler arasında statik veya dinamik stabilite yaklaşımına göre farklı stabilite yeteneklerinin olduğu belirlenmiştir. Daha önceki konularda incelenen TV, PO, GO ve ZSD (TS hariç) için sıra-toplam (RS) (Kang, 1988) yöntemi, dinamik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun iken, fakat BTA, FGS ve FSS için hem dinamik ve hem de statik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olduğu ortaya konmuştur (Çizelge 4.35, 4.40 ve 4.45). Fakat parametrik olmayan yöntemlerden sıra-toplam (RS) (Kang, 1988) yönteminin genotiplerin FYD açısından stabilitelerinin belirlenmesine uygun olmadığı ortaya konmuştur (Çizelge 4.50).

Becker ve Leon (1988), bazı stabilite parametrelerinin hem statik ve hem de dinamik genotiplerin belirlenmesine uygun olabileceğini bildirmiştir. Dinamik ve statik genotiplerin ayrılmasında en etkili yöntemler hiç kuşkusuz çok değişkenli yöntemlerdir. Çünkü bu yöntemlerle genotipler stabilite, FYD, özel veya genel adaptasyon yeteneklerine göre sınıflandırılabilir. Dolayısıyla görsel değerlendirmelerin yapılabildiği çok değişkenli yöntemler, parametrik ve parametrik olmayan stabilite yöntemlerine göre bazı avantajlar sağlamasına rağmen FYD için Pattern Analizi (CA ve Biplot) ve GGE-Biplot yöntemleriyle özel veya genel adaptasyon yeteneği ve stabilitesi yüksek fakat FYD değeri

düşük olan genotipler belirlenememiştir. Fakat çok değişkenli yöntemler içerisinde AMMI-Biplot yöntemiyle genel ve özel adaptasyon yeteneği üstün olan genotipler belirlenebilmiştir (Çizelge 4.50).

4.10.6. Farinograf Yumuşama Derecesiyle İlgili Sonuçların Değerlendirilmesi

Farinograf yumuşama derecesi (FYD), viskoelastik bir yapıya sahip olan glutenin kalitesini göstermektedir. Ekmeklik kalitesi yüksek olan genotiplerde FYD'nin düşük olması beklenmektedir. Bir başka deyişle FYD, hamurun mekaniksel olarak maruz kaldığı yoğrulma sürecinde, göstermiş olduğu yumuşamanın (gevşeme veya salma) derecesidir. Yüksek FYD, glutenin proteolitik olarak hızlı parçalandığına işaret etmektedir (Hadnadev ve ark., 2011).

Denememizde yer alan genotiplerin FYD değerlerinin düşük düzeyde olmadığı, aksine orta düzeyde olduğu belirlenmiştir. Bu durumun bazı sebepleri mevcuttur. Birincisi, ekmeklik buğday çeşit geliştirme sürecinde ileri kademedeki hatlar, kalite özellikleri yönüyle taranırken, hamur özelliklerinin belirlenmemesidir. Ülkemizde ekmeklik buğdayda yeni çeşitlerin geliştirilmesi, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na bağlı araştırma enstitüleri tarafından yürütülen programlarla sağlanmaktadır. Hal böyle olunca, ekmeklik buğday ıslah programlarının yürütüldüğü 12 araştırma enstitüsünden sadece 4 tanesinde hamur analizlerinin yapıyor olması büyük bir eksikliktir. İlave olarak, mevcut kalite laboratuvarlarında hem teknik personel, hem yardımcı personel ve hemde cihaz sayısının ve niteliğinin yetersiz olduğunu da ifade etmekte fayda vardır. Bütün bahsedilen eksikliklere rağmen, araştırma enstitüleri tarafından geliştirilmiş ve tescil ettirilmiş kalitesi yüksek ekmeklik buğday çeşitlerinin de mevcut olduğunu vurgulamak gerekmektedir. İkincisi, ekmeklik buğday çeşitlerinin tescil edilme süreciyle ilişkilidir. TTSM'nin ekmeklik buğday çeşit tescil yönetmeliğine göre çeşit adaylarının tescil edilmeden önce hamur özelliklerinin belirlenmesi ve belgelenmesi şarttır. Her ne kadar, en az üç lokasyonda ve 2 yıl sürecince tescil denemelerinin yürütülmesi mutlak şart olsada, hamur analizlerinin her yıl için bir lokasyonda ve tek tekerrür üzerinden yapıyor olması, büyük bir eksikliktir (<http://www.tarim.gov.tr/BUGEM/TTSM>). Gerek mevcut çalışmamızda gerekse yapılan diğer çalışmalarda (Baenziger ve ark., 1985; Lukow ve McVetty, 1991; Peterson ve ark., 1992; Johansson ve ark., 1999; Mladenov ve ark., 2001; Preston ve ark., 2001; Tsilo ve ark., 2013) FYD üzerine G, Ç ve GÇE'nin etkileri önemli bulunmuştur. O halde, ekmeklik buğdayda hamur analizlerinin mutlaka birden fazla yer ve/veya yıl üzerinden yürütülmesi ve bulguların yorumlanmasında bu verilerin kullanılması, daha

kaliteli ekmeklik buğday çeşitlerinin geliştirilmesine vesile olacaktır. Aksi halde, GÇE'nin var olduğu halde göz ardı edilmesi, kaliteli buğday geliştirme süreçlerinde yapılacak bütün gayretleri boşa çıkaracaktır (Bernardo, 2002). Üçüncüsü, TMO'nun buğday alım kriterleri içerisinde hamur analiz değerlerinin fiyatlandırmada kullanılmamasıdır (<http://www.tmo.gov.tr>). TMO tarafından hamur analizlerinin yapılmaya başlanmasıyla, Ülkemizde üretilen buğdayların gerçek kalite özelliklerine göre sınıflandırılmasına ve depolanmasına yardımcı olacaktır. Burada belirtmeden geçemeyeceğimiz bir husus daha vardır. Ülkemizde mevcut un fabrikalarının çoğunda, hâlihazırda gerek paçal üretiminde ve gerekse buğday alımlarında hamur analizlerinin yapıldığı bilinmektedir.

Denemede ön plana çıkan genotiplerden H4, H7 ve H11 hem stabil ve hem de düşük FYD'ne sahip olmalarından dolayı dinamik stabil tipine girmişlerdir (Kang, 1994). Anılan genotiplerden H4'ün melezinde, Sunco ve Pastor çeşitleri mevcuttur (Çizelge 3.3). Pastor çeşidi, CIMMYT-Meksika orijinli olup, tane rengi beyaz ve kalitesi orta düzeydedir. H4'in FGS'nin yüksek olmasının muhtemelen sebebi, Avustralya'nın birinci sınıf buğday çeşitlerinin dahil olduğu Australian Prime Hard (APH) kalite sınıfında yer alan Sunco çeşidinden kaynaklanmaktadır (Carson ve Edwards, 2009).

Denemede ön plana çıkan bir diğer genotip H7 olup, melezinde 6 tane ebeveyn barındırmaktadır (Çizelge 3.3). Bunlardan Vratza (VRZ), 1976 yılında Bulgaristan'da tescil ettirilmiş, kışlık, tanesi kırmızı ve orta sert olup, kalitesi melezinde bulunan Bezostaya-1'den dolayı yüksektir. Citadel (TDL), Hollanda orijinli, kışlık, kırmızı taneli ve kalitesi orta düzeydedir. Bolillo (BLO) ve Opat-85, CIMMYT-Meksika menşeli olup, beyaz taneli, yazlık ve kalitesi orta düzeydedir. Pony, ABD'de 1985 yılında tescil ettirilmiş, kışlık, kırmızı sert taneli ve melezinde bulunan Scout çeşidinden dolayı kalitesi yüksektir.

Denemede ön plana çıkan bir diğer genotip ise H11 olup, melezinde, iki çeşit yer almaktadır (Çizelge 3.3). Kumar ve ark. (2010), CHIRYA-3'ün CIMMYT-Meksika tarafından geliştirilen yeşil kalma süresi uzun ve yazlık gelişme tabiatında sentetik bir çeşit olduğu bildirmişlerdir. Aynı zamanda Khan ve Chowdhury (2011) CHIRYA-3'ün buğday hastalıklarına karşı dayanıklılık kaynağı olarak kullanılabileceğini rapor etmişlerdir. Fakat CHIRYA-3'ün ekmeklik kalite özellikleri yüksek değildir. GK-OTHALOM, 1985 yılında Macaristan'daki Szeged Tahıl Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilmiş, kışlık, kırmızı taneli ve ekmeklik kalitesi yüksek bir çeşittir (Mesdag ve Donner, 2000). Netice itibarıyla, H11'in ekmeklik kalitesi ve stabilitesinin yüksek olması, GK-OTHALOM çeşidinden kaynaklanmaktadır (<http://wheatpedigree.net>).

Denemede kullanılan parametrik stabilite yöntemlerinden regresyon katsayısı (b_i), regresyondan sapmalar kareler ortalaması (S_{di}^2) (Eberhart ve Russell, 1966) ve varyasyon katsayısı (CV_i) (Francis ve Kannenberg, 1978) yöntemlerinin dinamik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olduğu belirlenmiştir. Grausgruber ve ark. (2000) ve Baric ve ark. (2004) ekmeçlik buğdayda hamur özelliklerinin stabilitesini belirlemek amacıyla farinograf parametrelerini kullanmışlardır. Anılan araştırmacılar, parametrik stabilite yöntemlerinden regresyon parametrelerini kullandıkları çalışmalarında, FYD özelliğine ait genotipik stabilitenin hem statik ve hem de dinamik özellik gösterdiğini tespit etmişlerdir. Fakat mevcut çalışmamızda regresyon parametrelerinin dinamik stabil genotiplerin belirlenmesine daha uygun olduğu belirlenmiştir. Grausgruber ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışmada, Shukla (1972)'nin stabilite varyansı (σ_i^2) da parametrik stabilite parametresi olarak kullanılmış ve bu yöntemin FYD yönüyle hem statik ve hem de dinamik genotiplerin belirlenmesine uygun olduğu rapor edilmiştir. Shukla (1972)'nin stabilite varyansı (σ_i^2) için elde ettiğimiz bulgular ile Grausgruber ve ark. (2000) tarafından ortaya konulan bulgular, benzerlik göstermiştir. Öte yandan FYD özelliğinin stabilitesini araştırmak için denemede kullandığımız diğerk parametrik stabilite yöntemleri üzerine yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Denemede yer alan parametrik olmayan stabilite yöntemlerinden en alt sıra (BOTTOM) (Fox ve ark., 1990), sıra ortalaması (RM) (Ketata, 1988) ve sıranın standart sapması (SDR) (Ketata, 1988) yöntemlerinin FYD yönüyle dinamik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olduğu belirlenmiştir. Fakat anılan 3 yöntemin, FYD özelliğinin stabilitesinin belirlenmesinde kullanıldığına dair herhangi bir literatür bulgusuna rastlanılmamıştır.

Çalışmamızda, TS özelliğinde olduğu gibi FYD özelliğinde de TOP (Fox ve ark., 1990) yönteminin uygun olmadığı tespit edilmiştir. FYD için TOP yönteminin yerine Fox ve ark. (1990) tarafından önerilen BOTTOM yöntemi tercih edilmiştir. Çünkü herhangi bir genotipin düşük FYD değeri, yüksek ekmeçlik kalitesini gösterirken, yüksek FYD değeri düşük ekmeçlik kalitesine sahip genotiplere işaret etmektedir. Hal böyle olunca, düşük FYD ve yüksek stabiliteye sahip genotiplerin ön plana çıkması beklenmektedir. Dolayısıyla, Fox ve ark. (1990) tarafından önerilen TOP yöntemi ile Kang (1988) tarafından önerilen RS yönteminin FYD özelliğinin stabilitesinin belirlenmesinde faydalı olamayacağı anlaşılmaktadır. Ketata (1988) tarafından önerilen yöntemlerin (RM ve SDR) FYD özelliği için uygun olmasının ana sebebi, ilgili stabilite parametreleri değerlendirilirken aynı

zamanda genotiplerin FYD değerlerinin de kullanılmasıyla ilgilidir. Diğer taraftan Huenh (1996) tarafından önerilen 4 parametrik olmayan yönteminin de ($S_i^{(1)}$, $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$) dinamik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olmadığı belirlenmiştir. Grausgruber ve ark. (2000), ekmeklik buğdayda FYD özelliğinin stabilitesini belirlemek için Huehn (1996)'ün ikinci parametresini ($S_i^{(2)}$) kullanmışlar ve çalışma bulgularımıza benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Netice itibariyle, FYD için diğer parametrik olmayan stabilite yöntemlerinin konu edildiği herhangi bir başka yayına rastlanılmamıştır.

Daha önce incelediğimiz TV ve 8 kalite özelliğinden farklı olarak FYD özelliği istisnai bir durum sergilemiştir. Denemede kullanılan 3 çok değişkenli yöntemden hiçbirinin dinamik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olmadığı belirlenmiştir. Grausgruber ve ark. (2000) ile Jichun ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmalarda, ekmeklik buğday genotiplerinin FYD yönüyle stabilitelelerini belirlemek için AMMI yöntemini kullanmışlardır. Anılan araştırmacılar, çalışma bulgularımıza benzer şekilde AMMI-Biplot yönteminin FYD özelliği için dinamik stabil genotiplerin belirlenmesine uygun olmadığını tespit etmişlerdir. Diğer taraftan GGE-Biplot ve PA (-CA ve -Biplot) yöntemlerinin ekmeklik buğdayda hamur özelliklerinin stabilitesinin belirlenmesinde kullanıldığına dair herhangi bir yayına rastlanılmamıştır. Sonuç olarak, çalışma bulgularımız, stabilite parametrelerinin etkinliğini belirleyen temel unsurun, bizzat bitkisel özelliğin kendisinin olduğunu ortaya koymuştur.

4.11. Tane Verimi ile Bazı Kalite Özellikleri Arasındaki İlişkiler

Denemede TV ile birlikte 9 kalite özelliği (PO, GO, TS, ZSD, BTA, HA, FGS, FSS ve FYD) incelenmiş olup, özellikler arasında hesaplanan korelasyon değerleri ve önem seviyeleri Çizelge 4.51'de verilmiştir.

Denemede ele alınan ilk özellik TV olup, fiziksel kalite özelliklerinden sadece HA ve BTA ağırlığı ile $P < 0.01$ düzeyinde pozitif ilişki gösterirken, ZSD ile $P < 0.06$ düzeyinde negatif ilişki sergilemiştir (Çizelge 4.51). TV ile fiziko-kimyasal kalite özelliklerinden PO ve GO arasında beklenen negatif ilişki, yine çalışmamızda da gözlemlenmiş, fakat söz konusu ilişkinin önem seviyesi $P > 0.05$ düzeyinde gerçekleşmiştir. Öte yandan gerek TV ve gerekse TS ile farinograf (hamurun reolojik) parametreleri (FGS, FSS ve FYD) arasında herhangi bir korelasyon tespit edilememiştir. Sonuç olarak, TV ile fiziksel kalite özellikleri arasında pozitif önemli, fiziko-kimyasal kalite özellikler arasında negatif önemsiz ve hamurun reolojik özellikleri arasında ise herhangi bir ilişki belirlenmemiştir.

Denemede incelenen ilk kalite özelliği PO olup, unda kalite (fiziko-kimyasal) özelliklerinden GO ve ZSD ile $P<0.01$ düzeyinde pozitif ilişki göstermiştir (Çizelge 4.51). Benzer şekilde PO, hamurun reolojik özelliklerinden FGS ve FSS ile $P<0.01$ seviyesinde pozitif; FYD ile negatif önemli korelasyon sergilemiştir. Bu durum, yüksek PO ile düşük FYD arasında olumlu bir ilişkinin varlığını göstermektedir. Öte yandan PO, fiziksel kalite kriterlerinden TS ile negatif önemsiz, fakat kısmi olarak yüksek bir ilişkiye işaret etmektedir. Bu ilişki, PO yüksek genotiplerin genelde TS değerlerinin düşük (sert taneli) olduğunu ifade etmektedir. Diğer fiziksel kalite kriterlerinden HA ve BTA ile PO arasında olumlu fakat istatistiksel olarak önemsiz korelasyon katsayıları belirlenmiştir.

Çizelge 4.51. Tane verimi ile kalite özellikleri arasında hesaplanan korelasyon değerleri ve önem seviyeleri

Özellik	TV	PO	GO	TS	ZSD
Tane verimi (TV)	1.000				
Protein oranı (PO)	-0.258	1.000			
Glüten oranı (GO)	-0.244	0.805**	1.000		
Tane sertliği (TS)	0.140	-0.296	-0.254	1.000	
Zeleny Sedimentasyon değeri (ZSD)	-0.419	0.822**	0.889**	-0.417	1.000
Hektolitre ağırlığı (HA)	0.632**	0.119	0.133	-0.093	-0.019
Bin tane ağırlığı (BTA)	0.488*	0.253	0.080	0.130	-0.078
Farinograf gelişme süresi (FGS)	0.025	0.650**	0.741**	-0.150	0.714**
Farinograf stabilite süresi (FSS)	0.004	0.654**	0.760**	-0.144	0.740**
Farinograf yumuşama süresi FYD	0.059	-0.613**	-0.674**	0.312	-0.719**
Özellik	HA	BTA	FGS	FSS	FYD
Hektolitre ağırlığı (HA)	1.000				
Bin tane ağırlığı (BTA)	0.602**	1.000			
Farinograf gelişme süresi (FGS)	0.109	0.254	1.000		
Farinograf stabilite süresi (FSS)	0.141	0.230	0.991**	1.000	
Farinograf yumuşama süresi FYD	-0.329	-0.152	-0.720**	-0.761**	1.000

*, ** sırasıyla $P<0.05$ ve $P<0.01$ seviyesinde önemli

Denemede ikinci sırada ele alınan kalite kriteri GO olup, ZSD ile $P<0.01$ seviyesinde pozitif korelasyon göstermiştir (Çizelge 4.51). Diğer taraftan GO'nun TS ile arasındaki ilişki negatif; HA ve BTA ile arasındaki ilişkiler ise pozitif önemsiz düzeyde gerçekleşmiştir. GO'nun farinograf parametreleriyle olan ilişkilerine bakıldığında, FGS ve

FSS ile $P<0.01$ düzeyinde pozitif, FYD ile negatif önemli ilişkilere sahip olduğu görülmüştür.

Üçüncü sırada incelediğimiz kalite özelliği TS olup, ZSD ile arasındaki ilişki katsayısı yüksek olmakla birlikte önem düzeyi $P<0.06$ olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.51). Benzer şekilde TS ile HA, FGS ve FSS arasında negatif, BTA ve FYD arasında ise pozitif fakat istatistiksel olarak önemsiz korelasyonlar tespit edilmiştir.

Önemli bir kalite kriteri olarak karşımıza çıkan ZSD, HA ve BTA ile olumsuz ve istatistiksel olarak önemsiz ilişkiler göstermiştir (Çizelge 4.51). Fakat ZSD, hamur reolojik özelliklerinden FGS ve FSS ile $P<0.01$ seviyesinde pozitif önemli, FYD ile negatif önemli korelasyonlar sergilemiştir.

Fiziksel kalite kriterlerinden olan HA, BTA ile $P<0.01$ düzeyinde pozitif önemli ilişkiye sahip olmuştur (Çizelge 4.51). Diğer taraftan HA, reolojik analizlerden FGS ve FSS ile pozitif önemsiz, FYD ile negatif önemsiz ilişkiler ortaya koymuştur.

Fiziksel kalite özelliklerinin sonuncusu olan BTA, farinograf parametreleriyle istatistiksel olarak önemli herhangi bir ilişki geliştirememiştir (Çizelge 4.51).

Denemede kullandığımız ekmeklik buğday genotiplerinin hamur reolojik özelliklerini ortaya koymamıza yardımcı olan farinograf parametrelerinin birbirleriyle olan ilişkileri istatistiksel olarak önemli düzeyde gerçekleşmiştir. Söz konusu parametrelerden FGS ile FSS arasında $P<0.01$ seviyesinde pozitif önemli, FGS ile FYD arasında $P<0.01$ seviyesinde negatif önemli ve FSS ile FYD arasında $P<0.01$ seviyesinde negatif önemli ilişkiler tespit edilmiştir (Çizelge 4.51).

TV ile unda (fiziko-kimyasal) kalite özellikleri (PO, GO ve ZSD) arasındaki tespit edilen negatif ilişkiler, pek çok çalışma tarafından ortaya konmuştur (Öztürk ve Aydın, 2004; DePauw ve ark., 2007; Mikulikova ve ark., 2009; Egesel ve ark., 2009; Akçura, 2011; Li ve ark., 2011; Li ve ark., 2013). Söz konusu olumsuz ilişkilerin en önemli nedeni, ilgili özellikler üzerine GÇE'nin baskın etkide bulunmasından kaynaklanmaktadır (Williams ve ark., 2008; Kharel ve ark., 2011). Ekmeklik buğdayda TV ve kalite özellikleri, çevresel faktörler (toprak özellikleri, zararlılar, hastalıklar, sıcaklık ve yağış gibi) tarafından etkilendiğinden dolayı, anılan faktörler üzerine GÇE etkilerini minimize etmek için hem moleküler markerler ve hemde klasik kalite özelliklerinin laboratuvar şartlarında belirlemesi ve seleksiyonda birlikte kullanılması tavsiye edilmektedir (Stagnari ve ark., 2013; Liu ve ark., 2014).

Denemenin yürütüldüğü lokasyonlar (Konya, Eskişehir ve Ankara) ve yıllar (202-2013 ve 2013-2014 yetiştirme sezonları) için alınan yağış miktarları, uzun yıllar yağış

ortalamasından düşük olmuştur. Dolayısıyla TV ile PO, GO ve ZSD arasında belirlenen olumsuz ilişkilerin en önemli nedeni, yağışların yetersiz olmasından kaynaklanmaktadır. Kharel ve ark. (2011), ekmeklik buğdayda, su stresinin, TV ve hamurun reolojik özelliklerini olumsuz etkilediğini, fakat aynı zamanda PO'nı artırdığını bildirmişlerdir. Rharrabtı ve ark. (2003), Öztürk ve Aydın (2004), Li ve ark. (2011), Li ve ark. (2013) ve Houshmand ve ark. (2014), kuraklığın hem makarnalık ve hemde ekmeklik buğdayda TV, HA ve BTA'nı azalttığını ve PO, ZSD ve GO'nı ise olumlu yönde etkilediğini rapor etmişlerdir. Panozzo ve Eagles (1999), bitki stres altında iken tane PO'nun artmasını, tane azot birikiminin artışı ve/veya karbonhidrat birikimin azalmasıyla mümkün olabileceğini bildirmiştir. Yufeng ve ark. (2014), ekmeklik buğdayda kuraklığın ZSD değerini düşürdüğünü ve dolaylı olarak ekmek yapım kalitesini olumsuz yönde etkilediğini tespit etmişlerdir. Aynı araştırmacılar, kuraklığın etkisiyle tanede gliadin miktarının artış gösterdiğini, fakat glutenin miktarında önemli bir değişikliğin olmadığını bildirmişlerdir.

PO'nun ekmek hacmi ile pozitif korelasyon gösterdiği durumlarda, TV ile PO arasındaki negatif ilişkinin kırılması arzu edilmektedir. Bu sebepten dolayı, yüksek TV'ne sahip genotiplerin ekmek yapım kaliteleri genelde düşük olmaktadır. TV ile PO arasındaki negatif korelasyonun, fotosentez, su ve azot kullanım etkinliği yüksek genotiplerin geliştirilmesiyle kırılabileceği tahmin edilmektedir. Anılan fizyolojik özellikler yönüyle üstün genotipler seçilirken, aynı zamanda marker yardımcı seleksiyon yöntemi kullanılarak kalite özellikleri açısından da üstün genotipler seçilebilecektir. Böylece, hem TV ve hemde PO yüksek veya buğday yetiştiricisini tatmin edici özelliklere sahip çeşitlerin geliştirilmesi mümkün olacaktır (DePauw ve ark., 2007).

Denememizde TV ile BTA ve HA arasında ve BTA ile HA arasında olumlu ilişkiler tespit edilmiştir. Bu özellikler arası ilişkilerin nedeni, genler arası linkage yada pleiotropik etkiden kaynaklanmaktadır (Maphosa ve ark., 2014). İlgili özellikler arasındaki pozitif önemli ilişkiler, ıslahta dolaylı seleksiyonun uygulanabileceğini göstermektedir. Örneğin BTA'nda sağlanacak bir genetik ilerleme, aynı zaman TV ve HA üzerine olumlu etkide bulunacaktır (Ayçicek ve Yıldırım, 2006; Jamali ve Ali, 2008; Li ve ark., 2011).

Buğday ıslah programlarında geliştirilen genotiplerin kalite özellikleri laboratuvarlarda analiz cihazlarıyla hızlı, kolay, ucuz ve az numune ile dolaylı olarak tespit edilebilmektedir. Hamurun reolojik özellikleri, gerek Ülkemizde ve gerekse dünyanın pek çok ülkesinde buğdayda ekmek yapım kalitesinin tahmin edilmesi için dolaylı yöntem olarak kullanılmaktadır (Yang ve ark., 2014). Mevcut çalışmamızda kullandığımız genotiplerin ekmek yapım kaliteleri, farinograf parametreleri (hamurun reolojik özellikleri)

ile dolaylı olarak tahmin edilmiştir. Yang ve ark. (2014) unda kalite özellikleri (PO, GO ve ZSD) ile hamurun reolojik özellikleri (FGS, FSS ve FYD) arasındaki ilişkilerin önemli olduğunu ortaya koyarak araştırma sonuçlarımızı desteklemişlerdir. Aynı araştırmacılar, ZSD ile hamur özellikleri arasında pozitif önemli ilişkiler olduğunu ve ZSD testi ile farinograf özelliklerinin dolaylı olarak belirlenebileceğini bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada, Maphosa ve ark. (2013) farinograf parametrelerinden FGS ile FSS arasında pozitif, bu iki özellik ile FYD arasında ise negatif önemli ilişkiler belirlemiştir. Araştırma bulgularımız ile Maphosa ve ark. (2013) tarafından yürütülen çalışmadan elde edilen bulgular arasında yüksek oranda benzerlik tespit edilmiştir.

Araştırma bulgularımız genel olarak değerlendirildiğinde, TV ile fiziksel kalite özellikleri (BTA ve HA) arasında pozitif önemli, unda kalite (fiziko-kimyasal) özellikleri (PO, GO ve ZSD) arasında ise negatif önemli korelasyonların meydana geldiği anlaşılmıştır. Diğer taraftan unda kalite özellikleri kendi aralarında pozitif önemli ilişkiler göstermiştir. Verim özellikleri (TV, HA ve BTA) ile hamur reolojik özellikleri (FGS, FSS ve FYD) arasında ise herhangi bir ilişki tespit edilememiştir. Fakat, unda kalitesi özellikleri ile hamur reolojik özellikleri arasında önemli ilişkiler belirlenmiştir. Gomez-Becerra ve ark. (2010), Bonfil ve Posner (2012), Ceseviciene ve ark. (2012) ve Maphosa ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmalarla, araştırma bulgularımız doğrulanmıştır.

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Birleştirilmiş varyans analiz sonuçlarına göre incelediğimiz tüm özellikler için G, Ç ve GÇE istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Varyasyon kaynaklarından G ve Ç ana etkileri ile GÇE, toplam varyasyon içerisinde sırasıyla % 14, % 65 ve % 18 oranlarında pay almışlardır (Çizelge 5.1). Bir başka deyişle, ele alınan tüm özellikler üzerine Ç, en fazla etkide bulunurken, G ve GÇE'nin etkisi, kısmi olarak düşük seviyede kalmıştır.

Çizelge 5.1. Tane verimi ve kalite özelliklere ait Ç, G ve GÇE'nin toplam varyasyon içerisindeki payları

Özellik	Ç (%)	G (%)	GÇE (%)
Tane verimi (TV)	70	11	9
Protein oranı (PO)	67	8	22
Glüten oranı (GO)	66	14	16
Tane sertliği (TS)	70	13	15
Zeleny Sedimantasyon değeri (ZSD)	78	11	9
Hektolitre ağırlığı (HA)	46	15	33
Bin tane ağırlığı (BTA)	61	15	19
Farinograf gelişme süresi (FGS)	59	16	22
Farinograf stabilite süresi (FSS)	57	17	23
Farinograf yumuşama süresi (FYD)	71	16	10
Ortalama	65	14	18

Buğday ıslah programlarında, ıslahçı çoğunlukla GÇE'nin önemlilik düzeyi ile ilgilenmektedir. İncelenen özelliklerde GÇE'nin istatistiksel olarak önemli çıkması, çeşit geliştirme süreçlerini zahmetli ve masraflı hale dönüştürmektedir. Öte yandan, GÇE'nin istatistiksel olarak önemli çıkmadığı durumlarda, ileri generasyonlardaki (verim ve kalite gibi) denemelerin birden fazla lokasyon ve/veya yılda yürütülmesine ihtiyaç duyulmayacaktır. Zira böyle bir durumda ıslah edilmiş ve belli özellikler yönüyle seçilmiş genotiplerin farklı çevrelerde farklı tepkiler göstermeleri beklenmeyecektir. Dolayısıyla ıslah denemelerinin sadece bir yılda ve/veya lokasyonda yürütülmesi yeterli olacaktır. Uygulamada böyle bir durumla karşılaşmak neredeyse imkansızdır.

GÇE'nin önemli çıkması durumunda iki ihtimal gündeme gelecektir. Birincisi, ıslahçı GÇE'nin istatistiksel olarak önemli çıktığını bilinmesine rağmen, sonuçların değerlendirmesinde, GÇE'nin önemlilik düzeyini dikkate almayacak ya da ihmal edecektir. Buğday ıslah programlarının yürütüldüğü araştırma enstitülerinde yapılan yaygın uygulama şekli bu gruba girmektedir. Genotiplerin farklı çevrelerde gösterdiği farklı performanslar göz ardı edilmektedir. Çevreler üzerinden elde edilen ortalama değerlerine göre genotipler birbirleriyle ve genel ortalamaya göre kıyaslanarak değerlendirilmekte veya seleksiyon yapılmaktadır. Bu yaklaşımın bazı dezavantajları mevcuttur. Çevreler üzerinden elde edilen ortalamalar dikkate alındığında, genotiplerin çok düşük ve/veya çok yüksek performans gösterdiği çevrelerin herhangi bir önemi kalmayacaktır. Bu durumda özel adaptasyonun oluşmasına katkı sağlayan çevreler ve/veya özel adaptasyon yeteneği güçlü olan genotipler göz ardı edilecektir. Diğer taraftan, bir genotipin performansının, genel ortalama civarında veya üstünde olması, o genotipin stabilite düzeyinin yüksek olacağı anlamına gelmemektedir. Netice itibariyle, genel adaptasyon kabiliyeti yüksek genotiplerin stabilite düzeylerinin yüksek olması beklenirken, özel adaptasyon kabiliyeti yüksek genotiplerin stabilite seviyelerinin düşük olması beklenmektedir.

GÇE'nin önemli çıkması durumunda izlenebilecek bir başka yol daha vardır. Islahçı, GÇE'nin istatistiksel olarak önemli çıktığını bilir ve ıslah programında GÇE'nden yararlanmaya çalışır. Bu yaklaşımda, öncelikli olarak, GÇE'ne sebep olan unsurların belirlenmesi gereklidir. Bizim çalışmamızda GÇE'ne sebep olan faktörlerin iklim ve toprak koşullarından ibaret olduğunu düşünüyoruz. Diğer taraftan, GÇE'ni daha iyi analiz edebilmek için mümkünse denemenin yürütüldüğü çevreler, benzer gruplara ayrılmak suretiyle çevre sayısı azaltılarak, benzer çevrelere uygun genotipler geliştirilebilmektedir. Bu strateji, özel adaptasyon kabiliyeti yüksek genotiplerin adaptasyon sınırlarının belirlenmesine yardımcı olacaktır. Benzer çevre gruplarının oluşturulmasından sonra bu çevrelere uygun stabilite analizlerinin yapılması ve genotip seleksiyonunda kullanılması tavsiye edilmektedir. GÇE'nin meydana geliş nedenlerine bağlı olarak bazı durumlarda deneme yürütülen çevrelerin benzer gruplara ayrılması mümkün olmamaktadır. Çünkü bazı genotiplerin performansları, çapraz GÇE (crossover interaction) olarak ifade edilen karmaşık bir fenomene işaret etmektedir. Bizim çalışmamızda bir kısım genotipin davranışı bu tip GÇE'ne girmiştir. Bu tarz GÇE'nde genotiplerin performansları çevrelere göre önemli derecede farklılık göstermekte ve genotip sıralamaları çevreler üzerinden değişmektedir. Bu durum, mevcut çalışmamızda incelediğimiz tüm özelliklerde rastladığımız ortak bir vakadır. Islah denemelerinde çapraz GÇE'nin varlığı, bir sorun

teşkil ediyorsa yani genotip seleksiyonunu olumsuz yönde etkiliyorsa, o halde izlenmesi gereken bir yol daha vardır. Çapraz GÇE'nin varlığını ortaya çıkarabilmek için ıslah denemeleri, birden fazla yıl ve/veya lokasyonda yürütülmelidir. Hatta iklim ve toprak özelliklerine göre mümkün olduğunca farklı lokasyonlar seçilmelidir. Zira, çapraz GÇE'nin oluştuğu çevreleri, benzer guplara ayırma imkânı olmadığından dolayı, ıslah denemelerinin yürütüldüğü tüm çevreler tek büyük bir çevre olarak kabul edilmelidir. Araştırma bulgularımız, bu öneriyi desteklemektedir.

Denemede kullanılan standart çeşitlerden Ç1 (Gerek-79), Ç4 (Müfitbey) ve Ç5 (Bayraktar-2000) TV, BTA ve HA yönüyle yüksek ve stabil performans gösteren ön plana çıkan çeşitler olmuşlardır (Çizelge 5.2). Denemenin yürütüldüğü iki yıllık sürede (2012-2013 ve 2013-2014 yetiştirme sezonları) her üç lokasyonda kaydedilen yıllık yağış toplamları, uzun yıllar yağış ortalamalarından daha az gerçekleşmiştir. Denemede kullanılan hatlara (H1-H15) kıyasla standart çeşitlerin (Ç1-Ç5) kurağa tolerans seviyelerinin daha yüksek olduğunu tahmin edilmektedir (Çizelge 3.3). Denemede kullanılan standart çeşitler, özellikle kurak alanlar için tescil ettirilmiştir. Bilindiği üzere bu çeşitler, bünyelerinde taşıdıkları kurağa tolerans ve adaptasyon genleri ile yağmura bağımlı şartlarda daha fazla TV verebilmektedir. Ülkemizde kurağa toleranslı ekmeklik buğday çeşidi geliştirme programlarının birinci önceliği TV, adaptasyonu ve stabilitesi yüksek çeşitler geliştirmektir. Ülkemizde hem ekmeklik kalitesi ve hemde kurağa toleransı yüksek çeşit geliştirme çalışmaları, 2000'li yılların başında başlamış olup, henüz tatmin edici bir seviyeye ulaşmamıştır. Bu konuda, ilerleme kaydedilebilmesi için alt yapı ihtiyaçlarının giderilmesi ve ıslah programlarının güncellenmesi gerekmektedir.

Denemede yer alan H2, H3, H4, H7 ve H9 kodlu hatlar, hem unda (fiziko-kimyasal) kalitesi özellikleri (PO, GO ve ZSD) ve hem de hamur reolojik özellikleri (FGS, FSS ve FYD) yönüyle ön plana çıkan hatlar olmuşlardır. Ülkemizin gerek finansal ve gerekse alt yapı olarak destek verdiği Uluslararası Kışlık Buğday Geliştirme Programı (<http://www.iwwip.org>) kapsamında geliştirilen bu hatlar, denememize dâhil edilmeden önce değişik lokasyonlarda test edilmiştir. Bunlara ilave olarak, ilgili hatların kalite özelliklerini ortaya koyan genleri tespit etmek için protein bantları çıkarılmıştır. Yapılan protein bantı analizleri sonucunda, düşük ve yüksek molekül ağırlıklı glütenin alt birimlerini kodlayan gen allelleri belirlenmiştir (Kaya ve Akçura, 2014). Mevcut denememizden elde edilen kalite özelliklerinin (fenotipik) verileri ile protein bantlarından elde edilen (genotipik) veriler ilişkilendirilerek, klasik kalite özellikleri yönüyle üstün olan hatların (H2, H3, H4, H7 ve H9), protein bantlarında da uygun allelleri taşıdığı

belirlenmiştir (Kaya ve Akçura, 2014). Deneme bulgularımızdan anlaşılacağı üzere ekmeklik kalitesi yüksek çeşit geliştirme çalışmalarında protein bandlarının kullanılması, kalitesi yüksek genotiplerin seçilmesine yardımcı olacaktır. Fakat bu noktada ifade edilmesi gereken bir husus vardır. Ülkemizde protein bandlarını (özellikle düşük molekül ağırlıklı gliutenin alt birimleri ve gliadin) okuyabilecek teknik donanım ve bilgi birikimine sahip bilim adamı sayısı ve niteliği yeterli değildir. Çalışmamızda bahse konu olan protein bandlarının elde edilmesi ve okunması, Meksika'daki Uluslararası Buğday ve Mısır Geliştirme Merkezi'nde (<http://www.cimmyt.org>) çalışan Dr. Roberto Javier Pena tarafından yapılmıştır.

Denemede TV ve kalite özelliklerinin stabiliteyi belirlemek için kullanılan 20 stabilite yöntemi arasından ön plana çıkan yöntemler Çizelge 5.2'de verilmiştir. Genel itibariyle, parametrik yöntemlerden regresyon katsayısı (b_i), regresyondan sapmalar kareler ortalaması (S_{di}^2) (Eberhart ve Russell, 1966), varyasyon katsayısı (CV_i) (Francis ve Kannenberg, 1978) ve üstünlük ölçütü (P_i) (Lin ve Binns, 1988) yöntemlerinin; parametrik olmayan yöntemlerden ise en üst sıra (TOP) (Fox ve ark., 1990), sıra ortalaması (RM) (Ketata, 1988), sıranın standart sapması (SDR) (Ketata, 1988) ve sıra-toplam (RS) (Kang, 1988) yöntemlerinin öne plana çıktığı belirlenmiştir. Diğer taraftan çok değişkenli yöntemler içerisinde pattern analizinin kümeleme (PA-CA) ve biplot (PA-Biplot) modülü ile GGE-Biplot yönteminin incelenen özelliklerin stabiliteyi belirlemesine uygun olduğu anlaşılmıştır. Özetlemek gerekirse, 20 stabilite yönteminden 10 tanesinin incelediğimiz özelliklerin stabiliteyi belirlemesine uygun olduğu tespit edilmiştir.

Denemede ön plana çıkan 10 stabilite yönteminden 4 tanesi, parametrik yöntemlerden oluşmaktadır. Bunlar içerisinde en yaygın olarak kullanılan yöntemler, hiç kuşkusuz regresyon katsayısı (b_i) ve regresyondan sapmalar kareler ortalamasıdır (S_{di}^2) (Eberhart ve Russell, 1966). Öte yandan varyasyon katsayısı (CV_i) (Francis ve Kannenberg, 1978) ve üstünlük ölçütü (P_i) (Lin ve Binns, 1988) yöntemleri de yaygın olarak bilinmektedir. Anılan yöntemler içerisinde varyasyon katsayısı (CV_i) (Francis ve Kannenberg, 1978), hesaplanması ve yorumlanması en kolay yöntemlerden birisidir. Aslında tüm yöntemlerin hesaplanması ve yorumlanması günümüzde artık kolay hale gelmiştir. Çünkü bugün pekçok istatistik programı marifetiyle stabilite parametrelerinin hesaplanması kolaylaşmıştır. Fakat istatistik programlarından bazıları ücretsiz, bazıları ise ücret ödemek şartıyla erişime açıktır. Örneğin günümüzde CROPSTAT, GENSTAT, SAS, AGROBASE gibi istatistik programları stabilite analizlerinde kullanılmaktadır.

Denemede ön plana çıkan yöntemlerden 4 tanesi ise parametrik olmayan yöntemlerdir. Bu yöntemler içerisinde en yaygın olarak kullanılanları, en üst sıra (TOP) (Fox ve ark., 1990) ve sıra-toplam (RS) (Kang, 1988) yöntemleridir. Fakat her iki yönteminde incelediğimiz tüm özelliklerin stabilitesinin belirlenmesine uygun olduğunu söylemek mümkün değildir. Örneğin, HA'nın stabilitesini belirlemek için sıra-toplam (RS) (Kang, 1988) yöntemi daha uygun iken, BTA için en üst sıra (TOP) (Fox ve ark., 1990) yöntemi daha uygun bulunmuştur. Diğer taraftan denemede incelediğimiz tüm özelliklerin stabilitesinin belirlenmesine sıra ortalaması (RM) (Ketata, 1988) ve sıranın standart sapması (SDR) (Ketata, 1988) yöntemlerinin uygun olduğu belirlenmiştir. Söz konusu iki yöntemin (RM ve SDR) hesaplanması ve yorumlanması oldukça kolaydır. Microsoft Office Excel sayfasındaki formül seçenekleri yardımıyla kolayca hesaplanabilmektedir.

Stabilite analizlerinde parametrik yöntemler mi? ya da parametrik olmayan yöntemler mi? tercih edilmelidir şeklindeki soruya verilecek yanıt önemlidir. Herhangi bir özelliğe ait ölçülen verilere parametrik yöntemlerin uygulanabilmesi için varyans analiz varsayımlarının yerine getirilmesi gerekmektedir. Hiç şüphesiz bu varsayımlar içerisinde en yaygın olarak bilineni, bakiye etkilerin (residual effect) normal dağılışa uygunluğunun test edilmesidir (Huehn, 1996). Yani bakiye etkisi, normal dağılış gösteriyorsa, verilere parametrik yöntemler uygulanabilir. Diğer taraftan stabilite analizleri yapmak için elde edilen verilere parametrik olmayan yöntemlerin uygulanması için herhangi bir ön koşul bulunmamaktadır. Bir özelliğe ait ölçülen verilerin bakiye etkilerinin normal dağılış gösterip göstermediği bilinmiyorsa, o verilere parametrik olmayan stabilite yöntemlerinin uygulanması tavsiye edilebilir.

İncelenen özellikler yönüyle genotiplerin adaptasyon sınırlarını ve stabilite düzeylerini belirlemek için çok değişkenli yöntemlerden pattern analizi (PA) ve GGE-Biplot yöntemlerinin kullanılabileceği anlaşılmıştır (Çizelge 5.2). Gerek parametrik ve gerekse parametrik olmayan yöntemlere göre çok değişkenli yöntemlerin en önemli avantajı, genotiplerin çevrelerle olan etkileşimlerini görsel olarak yorumlama imkânı sunmalarıdır (Bowley, 1999). GÇE'nin istatistiksel olarak önemli çıktığı özelliklerde, genotiplerin birbirleriyle çevreler üzerinden kıyaslanması için sayısız dörtlü kombinasyon oluşturulması gerekmektedir (Baker, 1988; Cornelius ve ark., 1992). Örneğin, TV'nin GÇE'ni incelemek için denemede kullandığımız 20 genotipin 6 çevre üzerinden $19 \times 20 \times 5 \times 6 / 4 = 2850$ adet dörtlü (iki genotipin iki çevre üzerinden kıyaslanması) kombinasyon oluşturulması gerekmektedir. Dolayısıyla, klasik stabilite yöntemleriyle GÇE'nin anlaşılması oldukça zor ve karmaşıktır. Oysa çok değişkenli yöntemler kullanılarak elde edilecek bir

biplot üzerinde, GÇE'nin en az % 70'i açıklanabilmektedir (Çizelge 5.3). Mevcut çalışmamızın sonuçları vardığımız bu yargıyı doğrulamaktadır.

Çizelge 5.2. Tane verimi ve kalite özelliklerinin stabilitelere göre seçilmiş genotipler

Özellik	Seçilmiş genotipler	Parametrik yöntemler	Parametrik olmayan yöntemler	Çok değişkenli yöntemler
Tane verimi (TV)	Ç1, Ç4, Ç5 ve H14	b_i, S_{di}^2 ve P_i	RS, TOP, RM ve SDR	PA-CA (GA) PA-Biplot (ÖA) AMMI-Biplot (ÖA) GGE-Biplot (ÖA)
Protein oranı (PO)	Ç2, H2, H3, H4 ve H9	$b_i, S_{di}^2, r_i^2, \sigma_i^2, W_i^2, CV_i$ ve P_i	RS, TOP, RM ve SDR	PA-CA (GA) PA-Biplot (GA) AMMI-Biplot (GA) GGE-Biplot (GA)
Glüten oranı (GO)	H4, H7 ve H9	b_i, S_{di}^2, CV_i ve P_i	RS, TOP, RM ve SDR	PA-CA (GA) PA-Biplot (ÖA) GGE-Biplot (ÖA)
Tane sertliği (TS)	Ç4, H2, H3 ve H12	b_i ve S_{di}^2	$S_i^{(1)}, S_i^{(2)}, S_i^{(3)}, S_i^{(6)}$, RS, TOP, RM ve SDR	PA-CA (GA) GGE-Biplot (ÖA)
Zeleny Sedimantasyon değeri (ZSD)	H3, H4, H7, H9 ve H10	b_i, S_{di}^2, CV_i ve P_i	RS, TOP, RM ve SDR	PA-CA (GA) PA-Biplot (ÖA) AMMI-Biplot (GA) GGE-Biplot (ÖA)
Hektolitre ağırlığı (HA)	Ç1, Ç2, Ç4, Ç5, H3 ve H4	b_i, S_{di}^2, CV_i ve P_i	RS, RM ve SDR	PA-Biplot (GA ve ÖA) GGE-Biplot (GA ve ÖA)
Bin tane ağırlığı (BTA)	Ç1, Ç2, Ç3, Ç4, Ç5, H1 ve H14	b_i, S_{di}^2, CV_i ve P_i	TOP, RM ve SDR	PA-CA (GA) GGE-Biplot (ÖA)
Farinograf gelişme süresi (FGS)	H2, H4, H7 ve H9	b_i, S_{di}^2, CV_i ve P_i	TOP, RM ve SDR	PA-CA (GA) PA-Biplot (GA ve ÖA) GGE-Biplot (GA ve ÖA)
Farinograf stabilite süresi (FSS)	H2, H4, H9 ve H14	b_i, S_{di}^2, CV_i ve P_i	TOP, RM ve SDR	PA-CA (GA) PA-Biplot (GA ve ÖA) GGE-Biplot (GA ve ÖA)
Farinograf yumuşama süresi (FYD)	H4, H7 ve H11	b_i, S_{di}^2 ve CV_i	BOTTOM, RM ve SDR	PA-CA (GA) AMMI-Biplot (GA ve ÖA) GGE-Biplot (ÖA)

Stabilite yöntemlerinin kısaltmaları: regresyon katsayısı (b_i), regresyondan sapmalar kareler ortalaması (S_{di}^2) (Eberhart ve Russell, 1966), varyasyon katsayısı (CV_i) (Francis ve Kannenberg, 1978), en alt sıra (BOTTOM) ve en üst sıra (TOP) (Fox ve ark., 1990), sıra ortalaması (RM) (Ketata, 1988) ve sıranın standart sapması (SDR) (Ketata, 1988), çevre varyansı (S_{xi}^2) (Roemer, 1917), belirtme katsayısı (r_i^2) (Pinthus, 1973), stabilite varyansı (σ_i^2) (Shukla, 1972), ekovalans (W_i^2) (Wrickle, 1962), Huehn (1979)'nün 4 parametresi ($S_i^{(1)}, S_i^{(2)}, S_i^{(3)}$ ve $S_i^{(6)}$), üstünlük ölçütü (P_i) (Lin ve Binns, 1988), sıra-toplam (RS) (Kang, 1988), AMMI-Biplot (Gauch ve Zobel, 1996), PA-CA ve PA-Biplot (Alagarswamy ve Chandra, 1998) ve GGE-Biplot (Yan ve ark., 2000); GA, genel adaptasyon; ÖA, özel adaptasyon

PA yöntemi, kümeleme analizi (PA-CA) ve biplot grafik (PA-Biplot) modülünden oluşmaktadır (Annicchiarico, 2002). PA-CA modülü, denemede incelediğimiz tüm özelliklerin genotipik stabiliteelerinin belirlenmesine uygun bulunmuştur (Çizelge 5.2). Fakat bu modülün en önemli dezavantajı, genotipler ile çevrelerin aynı dendrogram üzerinde yer almamasıdır. Genotipler ve çevreler için ayrı dendrogramlar oluşturulduğundan dolayı, GÇE'nin yorumlanması mümkün olmamaktadır. Buna rağmen araştırma bulgularımız, PA-CA modülünün genotiplerin ve çevrelerin kendi aralarında karşılaştırılmasına yardımcı olabilecek yararlı bir modül olduğunu ortaya koymuştur.

PA-Biplot modülü ile GGE-Biplot yönteminin benzerliği oldukça yüksek bulunmuştur. Her iki yöntemde denemede incelenen özelliklere ait GÇE'ni açıklama oranları birbirine çok yakın seyretmiştir (Çizelge 5.3). İki yöntem arasındaki temel farklılık, ele alınan özelliğe ait verilere uygulanan transformasyondan kaynaklanmaktadır (Lipkovich ve Smith, 2002). Stabiliteler analizlerinde iki yöntemden birisinin tercih edilmesinde herhangi bir sakınca bulunmamaktadır. Pattern analizi, Uluslararası Çeltik Araştırma Merkezi (<http://bbi.irri.org/products>) tarafından geliştirilen istatistik programı (CROPSTAT) ile yapılabilmektedir. Diğer taraftan GGE-Biplot yöntemi üzerine geliştirilmiş çok fonksiyonlu istatistik programları mevcuttur (<http://www.ggebiplot.com> ve <http://www.vsni.co.uk/downloads/genstat>).

Çok değişkenli yöntemler içerisinde yer alan AMMI-Biplot yöntemi, denememizde incelediğimiz özelliklerin bir kısmında (GO, TS, HA, BTA, FGS ve FSS) etkin olamamıştır. Yine de TV, PO ve ZSD gibi özellikler açısından genotiplerin stabilitesi, özel ve genel adaptasyon yeteneklerinin belirlenmesinin hedeflendiği araştırmalarda, AMMI-Biplot yönteminin kullanılması tavsiye edilebilir. AMMI-Biplot analizi, GENSTAT istatistik programı ile yapılabilmektedir (<http://www.vsni.co.uk/downloads/genstat>).

GÇE, biplot grafiği üreten çok değişkenli yöntemlerle inceleniyor ise genotiplerin özel ve/veya genel adaptasyon yetenekleri (ÖAY ve GAY) kolayca belirlenebilmektedir (Çizelge 5.2). Deneme bulgularımız, PA-Biplot ve GGE-Biplot yöntemlerinin ÖAY ve/veya GAY yüksek genotipleri belirleme kapasitelerinin, AMMI-Biplot'a göre daha yüksek olduğu göstermektedir. Özellikle GGE-Biplot tekniğinin üstünlüğü, diğer yöntemlere göre daha fazla dikkat çekicidir. Yan ve ark. (2000) tarafından geliştirilen GGE-Biplot tekniği, genotiplerin ÖAY ve/veya GAY'ni belirlemenin yanında genotip ortalamalarına göre kıyaslama yaparak genotiplerin dinamik ve/veya statik stabilite düzeylerini de ortaya koyabilmektedir. Kısacası, GÇE'ni konu alan mevcut istatistik programları içerisinde en gelişmiş programın (yazılım) GGE-Biplot olduğu söylenebilir.

Çizelge 5.3. PA-Biplot, AMMI-Biplot ve GGE-Biplot yöntemlerinin tane verimi ve bazı kalite özelliklerine ait GÇE'ni açıklama oranları

Özellik	PA-Biplot (%)			AMMI-Biplot (%)			GGE-Biplot (%)		
	PC1	PC2	Top.	PC1	PC2	Top.	PC1	PC2	Top.
Tane verimi (TV)	37	26	63	44	31	75	40	33	73
Protein oranı (PO)	40	38	78	60	17	77	45	30	75
Glüten oranı (GO)	56	24	80	70	13	83	57	24	81
Tane sertliği (TS)	51	31	82	85	5	90	84	8	92
Zeleny Sedimentasyon değeri (ZSD)	50	32	82	77	12	89	76	14	90
Hektolitre ağırlığı (HA)	46	32	78	67	19	86	60	21	81
Bin tane ağırlığı (BTA)	43	24	67	57	20	77	54	16	70
Farinograf gelişme süresi (FGS)	81	7	88	44	27	71	82	6	88
Farinograf stabilite süresi (FSS)	84	5	89	43	28	71	85	5	90
Farinograf yumuşama süresi (FYD)	82	5	87	66	20	86	82	5	87
Ortalama	57	22	79	61	19	81	67	16	83

5.2. Öneriler

Son yıllarda Ülkemizin kaliteli buğday ithalatı 4 milyon ton civarına ulaşmıştır (TMO, 2014). Bilindiği üzere Ülkemizde üretilen buğday, miktar itibariyle iç talebi karşılayacak düzeyde olmasına rağmen, kaliteli buğday talebi ne yazık ki iç piyasadan karşılanamamaktadır. Bundan dolayı, Ülkemiz, iç talebi karşılayabilmek için ithalat yoluna başvurmuştur. Kaliteli buğday talebinin iç piyasadan karşılanamamasının bazı sebepleri mevcuttur.

Birincisi, Ülkemizde geliştirilen ekmeklik buğday çeşitlerinde kalite düzeyinin yeterli olmadığına dair genel bir kanaat mevcuttur. Bu durumun bir kısım haklı nedenleri olabilir. Ülkemizde ekmeklik buğday çeşit geliştirme programları, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na bağlı araştırma enstitüleri tarafından yürütülmektedir. Ekmeklik buğday ıslah programlarını yürütmekle görevli 12 araştırma enstitüsü (Konya, Ankara, Eskişehir, Edirne, Sakarya, İzmir, Adana, Samsun, Erzurum, Diyarbakır, Şanlıurfa ve Kahramanmaraş) mevcuttur. Sahil kuşağında ve Güney Doğu Anadolu Bölge'sinde yer alan enstitüler yazlık buğday ıslah programından; Trakya, Orta ve Doğu Anadolu Bölgeleri'nde yer alan enstitüler ise kışlık buğday ıslah programından sorumludur. Tüm enstitülerde ıslah metodu olarak modifiye bulk (değiştirilmiş toptan seçme) yöntemi uygulanmaktadır. Bu yöntemde F2, F3 ve F4 generasyonlarında kalite özellikleri yönüyle herhangi bir seleksiyon yapılmamakta ve açılan generasyonlardaki ıslah materyali doğrudan bir üst generasyona aktarılmaktadır. Bu yöntemin, dünyanın gelişmiş ülkelerinde de uygulandığı bilinmektedir (Baenziger ve ark., 2001). Fakat modifiye bulk yöntemi

uygulanırken eksik kalan bazı önemli hususlar vardır. Örneğin, melezlemede kullanılan ebeveynlerin kalite özellikleri yeterince bilinmemektedir. Dolayısıyla, yapılan melez kombinasyonlarından kalite özellikleri yüksek açılan generasyonların ve hatların elde edilmesini beklemek pek gerçekçi olmayabilir. Fakat, bu olumsuzlukları elimine etmek kolaydır. Birinci aşamada, melez bahçelerinde kullanılan ebeveynlerin kalite özellikleri ivedikle ortaya konmalıdır. Gerekli hallerde introduksiyonla kalite özellikleri yüksek ebeveynlerin mevcut melez bahçelerine takviye edilmesi isabetli olacaktır. İkinci aşamada, kalite özellikleri yönüyle ıslah materyalinin seleksiyonuna başak sıralarından (F5 generasyonu) sonra oluşturulan gözlem bahçelerinde (F6 generasyonu) başlanması yararlı olacaktır (Baenziger ve ark., 2001). Fakat, Ülkemizde ıslah materyalinin kalite açısından seleksiyonu en erken verim denemelerinde (F8 generasyonu) başlamaktadır. ıslah materyalinde, iki generasyon daha erken (F6) kalite analizleri yapılması gerekir iken ne yazık ki 2 generasyon sonra (F8), kalite analizleri yapılmaktadır. Gözlem bahçesi (F6) ve ön verim kademelerinde (F7) kalite analizlerinin yapılmamasından dolayı, kalitesi düşük bazı hatların istenmeden de olsa verim denemelerine aktarıldığı bilinmektedir. Ya da kalitesi yüksek olupta, verim potansiyeli düşük olan hatlarında denemelerden çıkarıldığı bilinmektedir. Her ne sebeple olursa olsun, kaliteli ekmeklik buğday çeşidi geliştirilmesi hedefleniyor ise kalite analizlerine mutlaka daha erken generasyonlarda ve melezlemelerde kalite özellikleri yüksek ebeveyn kullanarak başlanması tavsiye edilmektedir. Fakat, ekmeklik buğday ıslah programlarının yürütüldüğü araştırma enstitülerindeki mevcut kalite laboratuvarlarının altyapısı, teknik ve yardımcı personelin durumu ve sayısı iyileştirilmeden bahsedilen konuların gerçekleşmesi neredeyse imkansızdır.

İkincisi, Ülkemizde ekmeklik buğday çeşit tescil uygulamaları eksik ve/veya yetersiz düzeydedir. Dolayısıyla kalitesi düşük ekmeklik buğday çeşit adayları, çeşit olarak tescil edilebilmektedir. Mevcut tescil yönetmeliklerine göre, tescil denemelerini başarıyla geçmiş olan bir ekmeklik buğday çeşit adayının, çeşit olarak tescil edilebilmesi için denemede yer alan standart çeşitlerden sadece bir özellik (ayrıt edici) yönüyle farklı olması yeterlidir (<http://www.tarim.gov.tr/BUGEM/TTSM>). Çeşit tescilinde kullanılan ayrıt edici özellikler içerisinde verim, kalite, hastalık ve morfolojik özellikler yer almaktadır. İlave olarak, çeşit adayının kalite özellikleri mutlaka belgelendirilmek zorundadır. Buna rağmen, yasal olarak kalitesi düşük çeşit adaylarının tescil ettilmesinde herhangi bir engel yoktur. Zira kalite özellikleri haricindeki diğer özellikler yönüyle tescil edilebilmektedir. Oysa, kaliteli buğday üreten gelişmiş ülkelerde, çeşit tescil yönetmelikleri farklılık arz etmektedir. Örneğin, Kanada’da bir ekmeklik buğday çeşit adayının tescil edilebilmesi için

kalite özelliklerinin denemede yer alan standart çeşitlerden mutlaka yüksek olması gerekmektedir. Aksi halde çeşit adayı tescil edilmemektedir (DePauw ve ark., 2007). Ülkemizde çeşit tescili ile ilgili bir başka sorun ise uygulanan teknik talimatlarla ilgilidir. Ekmeklik buğday çeşit adaylarının tescil denemelerinde takip edilecek teknik talimat incelendiğinde, kalite özelliklerinin açık bir şekilde tanımlanmadığı görülmektedir. Kalite analizlerinde izlenecek metodolojinin mutlaka tanımlanması gerekmektedir. Bir diğer önemli konu ise tescil denemeleri yürütülürken kalite analizlerinin kaç lokasyon, yıl ve tekrür üzerinden yapılacağı teknik talimatta belirtilmemektedir (<http://www.tarim.gov.tr/BUGEM/TTSM>). Deneme bulgularımıza göre kalite özellikleri üzerine GÇE'nin önemli etkide bulunması, kalite analizlerinin en az iki yıl, üç lokasyon ve 2 tekrür üzerinden yürütülmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Son olarak, çeşit tescil yönetmeliğine ilave edilmesi gerek bir diğer husus daha vardır. Çeşit adayları, tescil edilirken, TMO'nun hangi buğday sınıfına göre tescil edildiğinin belirlenmesi ve çeşit özellik belgesine o buğday sınıfının kayıt edilmesi faydalı olacaktır. Mevcut tescil yönetmeliğinde bu husus belirtilmemektedir.

Üçüncüsü, TMO'nun uygulamalarındaki eksiklikler ve/veya yetersizliklerden dolayı üretilen buğdayın kalitesi olumsuz yönde etkilenebilmektedir. TMO'nun 'Hububat Alım ve Satış Esaslarına İlişkin Uygulama Yönetmeliği'ne göre 2009 yılından itibaren buğday alım işlemlerinde fiziksel kalite kriterlerine (HA ve safiyet gibi) ilave olarak fiziko-kimyasal kalite kriterleri de (PO gibi) dâhil edilmiştir (<http://www.tmo.gov.tr>). Fakat GO, ZSD ve hamurun reolojik özellikleri, buğday alım kriterleri içerisinde hala yer almamaktadır. Zira un fabrikaları buğday alımı yaparken numunede mutlaka GO ve ZSD'ni tespit etmekte ve fiyatlandırmakta kullanmaktadır (hatta numunelerde hamurun reolojik özellikleri de belirlenmektedir). Deneme bulgularımız, buğdayın kalite sınıflandırmasında mutlaka fiziko-kimyasal (PO, GO ve ZSD) ve hamurun reolojik özelliklerinin (FGS, FSS ve FYD) kullanılması gerektiğini ortaya koymuştur. TMO'nun buğday alım işlemlerinde uygulamadığı bir diğer eksiklik ise TS ile ilgilidir. TMO, buğday sınıflarının tanımlanmasında TS'ni bir kriter olarak kullanmasına rağmen, buğday alım işlemlerinde TS'ni belirlememektedir. Zira gelişmiş ülkelerde TS, en önemli kalite kriterlerinden birisi olarak kabul edilmektedir.

Dördüncüsü, Ülkemizde sertifikalı tohumluk üretimi, kullanımı ve tescil edilen ekmeklik buğday çeşit sayısı son yıllarda artmasına rağmen, üretilen buğdayın kalitesi arzu edilen düzeyde artış gösterememiştir. 2014 yılı itibariyle Ülkemizde 253 (tescilli 177 + üretim izanlı 76) ekmeklik buğday çeşidi kayıt altında alınmıştır

(<http://www.tarim.gov.tr/BUGEM/TTSM>). Diğer taraftan 2013 yılı itibariyle sertifikalı buğday tohumluğu üretim miktarı 421.588 ton olarak gerçekleşmiştir. Aynı yılda buğday ekim alanı ise 7.772.600 ha olarak kaydedilmiştir. Buğdayda her 3 yılda bir sertifikalı tohumluk yenileme süresi dikkate alındığında, 2013 yılı itibariyle Ülkemizin sertifikalı buğday tohumluğu ihtiyacı 518.173 ton olarak tahmin edilmiştir. Anılan yıl için üretilen sertifikalı tohumluğun ihtiyaç duyulan miktarı karşılama oranı % 81 olarak rapor edilmiştir (<http://www.tigem.gov.tr>). Sertifikalı tohumluk üretimi ve kullanımındaki artışa rağmen, Ülkemizde üretilen buğdayın kalitesinde önemli bir iyileşme sağlanamamıştır. Bu durumun nedenlerine anlamak için sulanan ve kurak alanlarda yapılan buğday yetiştiriciliğini analiz etmek gerekmektedir. Bilindiği üzere, Ülkemizde buğday yetiştirilen alanların yaklaşık % 25'i sulanmaktadır (Serpi ve ark., 2011). Mevcut 253 ekmeçlik buğday çeşidinin çoğu, sulanan alanlar için tescil ettirilmiştir. Hâlbuki Ülkemizde buğday ekilen alanların yaklaşık % 75'ini, yağmura bağımlı (kurak) alanlar oluşturmaktadır (Serpi ve ark., 2011). Hem buğday yetiştirilen kurak alanların fazla olması (sulanan alanlara göre yaklaşık 3 kat), hem kurak alanlar için geliştirilen çeşit sayısının az olması (sulanan alanlar için geliştirilen çeşit sayısının yarısı kadar) ve hem de kurak alanlar için geliştirilen çeşitlerin sertifikalı tohumluk üretim miktarlarının az olması, Ülkemizde üretilen buğdayın kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Her ne kadar sertifikalı tohumluk üretim miktarı ve kullanımı artırılmış olsa da özellikle kurak alanlar için sertifikalı tohumluk üretimi ve kullanımının daha fazla teşvik edilmesi, şüphesiz Ülkemizde üretilen buğdayın kalitesini artıracaktır. Gerçek olan şu ki, özel tohumculuk firmaları sulanan buğday alanlarından daha fazla kar elde edilebileceğini düşünerek, kurak alanların sorunlarına eğilmeyi tercih etmemektedirler.

Beşincisi, Ülkemizde üretilen buğdayın kalitesinin düşük olmasının en önemli nedenlerinden biriside kaliteli buğday üretimine uygun yetiştirme tekniği paketlerinin yeterince uygulanmamasıyla ilişkilidir. Yağmura bağımlı ve/veya sulanan alanlarda kalitesi yüksek buğday tanesi elde edilmesi için takip edilmesi gereken yetiştirme tekniği paketleri Serpi ve ark. (2011) tarafından ayrıntılı şekilde verilmiştir. Buğdayda yetiştirme tekniği uygulamaları ile kalite arasındaki ilişkiler, tez konumuzun dışında kaldığından dolayı, daha fazla bilgi almak için Serpi ve ark. (2011) tarafından yayınlanan 'Buğday Raporu' isimli kitapçığa müracaat edilebilir.

Sonuç itibariyle, Ülkemizde yetiştirilen buğdayın kalitesinin düşük olmasının nedenleri arasında; çeşidin kalite potansiyeli (genetik faktörler), yetiştirme teknikleri (sulama gübreleme vs.), ekolojik koşullar (iklim ve toprak), iç ve dış piyasa hareketleri

(arz-talep dengesi) gibi daha pek çok etmen sayılabilir. Şüphesiz en önemli husus, kalite ile verim arasındaki negatif ilişkidir. Dünyanın en kaliteli buğdaylarının yetiştirildiği ABD, Kanada, Kazakistan, Rusya ve Avustralya gibi ülkelerde birim buğday verimi düşük düzeyde seyretmektedir. Hatta bu ülkelerde, kaliteli buğdayın üretildiği alanlar gerçek yazlık buğdaya ayrılmıştır. Zira, bu tip buğdayların verim potansiyeli, düşük olmasına rağmen kalite değerleri oldukça yüksektir. Diğer önemli bir hususta kalite sınıflarıyla ilgilidir. Örneğin, ABD’de yüzlerce buğday çeşidi olmasına rağmen sadece 6 kalite sınıfı mevcuttur. Dolayısıyla, ABD’de iç ve dış ticaret, borsa işlemleri, ıslah programları ve kalite analizleri, tümüyle kalite sınıfları üzerinden şekillenmektedir. Ülkemizde TMO tarafından belirlenmiş 4 ekmeklik buğday kalite sınıfı mevcuttur. Fakat, ticaret borsaları ve un fabrikaları buğday alımlarını hala çeşitler üzerinden yapmaktadır. Ülkemizde yürütülen ekmeklik buğday ıslah programları, TMO’nun oluşturduğu kalite sınıflarına göre, kalitesi yüksek çeşit geliştirme hedeflerini yeniden belirlemelidir. Son olarak, Ülkemizde buğday üretilen yaklaşık 8 milyon ha.’lık alanın tümünde kaliteli buğday üretilmesini teşvik etmek yerine gelişmiş ülkelerde olduğu gibi kaliteli buğday üretilebilecek bölgeler belirlenmeli ve sadece o bölgeler desteklenmelidir. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı’nın yeni oluşturduğu tarım havzaları, kaliteli buğday üretiminin teşvik edilmesine öncülük edebilir.

KAYNAKLAR

- Akçura M., 2011. The Relationships of Some Traits in Turkish Winter Bread Wheat Landraces. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 35: 115-125.
- Akçura M., Kaya Y., 2009. Nonparametric Stability Methods for Interpreting Genotype by Environment Interaction of Bread Wheat Genotypes (*Triticum aestivum* L.). *Genetics and Molecular Biology*, 31 (4): 906-913.
- Akçura M., Kaya Y., Taner S., 2005. Genotype-Environment Interaction and Phenotypic Stability Analysis for Grain Yield of Durum Wheat in the Central Anatolian Region. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29: 369-375.
- Akçura M., Kaya Y., Taner S., 2009. Evaluation of Durum Wheat Genotypes Using Parametric and Nonparametric Stability Statistics. *Turkish Journal of Field Crops*, 14 (2): 111-122.
- Akçura 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.
- Alagarswamy G., Chandra S., 1998. Pattern Analysis of International Sorghum Multi-Environment Trials for Grain-Yield Adaptation. *Theoretical and Applied Genetics*, 96: 397-405.
- Allard R.W., 1961. Relationship between Genetic Diversity and Consistency of Performance in Different Environments. *Crop Science*, 1: 127-133.
- Allard R.W., Bradshaw A.D., 1964. Implications of Genotype-Environmental Interactions in Applied Plant Breeding. *Crop Science*, 4: 503-508.
- Altınbaş M., Budak N., Tosun M., 2000. Ekmeklik Buğdayda (*T. aestivum* L.) Verim ve Bazı Kalite Özellikleri Arasındaki İlişkiler. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 37(2-3): 149-156.
- Altınbaş M., Tosun M., Yüce S., Konak C., Köse E., Can R.A., 2004. Ekmeklik Buğdayda (*T. aestivum* L.) Tane Verimi ve Bazı Kalite Özellikleri Üzerinde Genotip ve Lokasyon Etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41 (1): 65-74.

- Annicchiarico P., 2002. Genotype x Environment Interactions – Challenges and Opportunities for Plant Breeding and Cultivar Recommendations. FAO Plant Production and Protection Paper – 174, Rome, Italy. 24-40.
- Aucamp U., Labuschagne M.T., van Deventer C.S., 2006. Stability Analysis of Kernel and Milling Characteristics in Winter and Facultative Wheat. South African Journal of Plant and Soil, 23 (3): 152-156.
- Atlı A., 1987. Kışlık Tahıl Üretim Bölgelerimizde Yetiştirilen Bazı Ekmeklik ve Makarnalık Buğday Çeşitlerinin Kaliteleri ve Kalite Karakterlerinin Stabilitesi Üzerine Araştırmalar. Türkiye Tahıl Sempozyumu Bildirileri, Bursa, s. 443-454.
- Ayalew H., Wondale L., Teshager A., 2014. GGE-Biplot Analysis on the Performance of Wheat Genotype for Hectolitre Weight and Mega-Environments Identification in North Western Ethiopia. Australian Journal of Crop Science, 8 (10): 1435-1440.
- Ayçiçek M., Yıldırım T., 2006. Path Coefficient Analysis of Yield and Yield Components in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. Pakistan Journal of Botany, 38: 417-424.
- Aydin N., Şermet C., Mut Z., Bayramoğlu H.O., Özcan H., Öz A., 2011. Yield Stability and Agronomic Performance of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes in the Central Black Sea Region in Turkey. Journal of Food, Agriculture & Environment, 9 (2): 210-216.
- Aydoğan S., Göçmen Akçacık A., Şahin M., Kaya Y., Koç H., Nisa Görgülü M., Ekici M., 2012. Ekmeklik Buğday Unlarında Alveograf, Farinograf ve Miksografıta Ölçülen Reolojik Özellikler Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 7(1): 74-82.
- Baenziger P.S., Clements R.L., McIntosh M.S., Yamazaki W.T., Starling T.M., Sammons D.J., Johnson J.W., 1985. Effect of Cultivar, Environment, and Their Interaction and Stability Analyses on Milling and Baking Quality of Soft Red Winter Wheat. Crop Science, 25: 5-8.
- Baenziger P.S., Shelton D.R., Shipman M.J., Graybosch R.A., 2001. Breeding for end-use quality: Reflections on the Nebraska experience. Euphytica, 119: 95-100.

- Baker R.J., 1969. Genotype-Environment Interactions in Yield of Wheat. *Canadian Journal of Plant Science*, 49: 743-751.
- Baker R.J., 1971. Effects of Stem Rust and Leaf Rust of Wheat on Genotype-Environment Interaction for Yield. *Canadian Journal of Plant Science*, 51: 457-461.
- Baker R.J., 1988. Tests for Crossover Genotype-Environmental Interactions. *Canadian Journal of Plant Science*, 68: 405-410.
- Baric M., Pecina M., Sarcevic H., Keresa S., 2004. Stability of Four Croatian Bread Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars for Quality Traits. *Plant Soil and Environment*, 50 (9): 402-408.
- Bassett L.M., Allan R.E., Rubenthaler G.L., 1989. Genotype x Environment Interactions on Soft White Winter Wheat Quality. *Agronomy Journal*, 81: 955-960.
- Becker H.C., 1981. Correlations among Some Statistical Measures of Phenotypic Stability. *Euphytica*, 30: 835-840.
- Becker H.C., Leon J., 1988. Stability Analysis in Plant Breeding. *Plant Breeding*, 101: 1-23.
- Bedoshvili D., 2000. Possible Compensations of The Components of Grain Yield in Wheat (*Triticum aestivum* L.) as Influenced by Genotype by Environment Interactions. PhD Dissertation (Doktora Tezi). Oregon State University, USA.
- Bernardo R., 2002. Breeding for Quantitative Traits in Plants. Stemma Press. MN. USA. 147-170.
- Bilgin O., Korkut K.Z., 2005. Determination of Some Bread Quality and Grain Yield Characters in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal of Agriculture & Biology*, 7(1): 125-128.
- Blum A., 2011. *Plant Breeding for Water-Limited Environments*. Springer, NY, USA. 255 p.
- Bonfil D.J., Posner E.S., 2012. Can Bread Wheat Quality be determined by Gluten Index? *Journal of Cereal Science*, 56: 115-118.

- Borghi B., Corbellini M., Minoia C., Palumbo M., Di Fonzo N., Perenzin M., 1997. Effects of Mediterranean Climate on Wheat Bread-Making Quality. *European Journal of Agronomy*, 6: 145-154.
- Bos I., Caligari P., 2008. *Selection Methods in Plant Breeding* (2nd ed.). Springer, Dordrecht, the Netherlands. 461 p.
- Bowley S.R., 1999. *A Hitchhiker's Guide to Statistics in Plant Biology*. Ontario, Canada. 250.
- Brankovic G.R., Dodig D., Zoric M.Z., Surlan-Momirovic G.G., Dragicevic V., Duric N., 2014. Effects of Climatic Factors on Grain Vitreousness Stability and Heritability in Durum Wheat. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38: 429-440.
- Briggs K.G., Shebeski L.H., 1972. An Application of Factor Analysis to Some Breadmaking Quality Data. *Crop Science*, 12: 44-46.
- Budak H., Baenziger P.S., Graybosch R.A., Beecher B.S., Eskridge K.M., Shipman M.J., 2003. Genetic and Environmental Effects on Dough Mixing Characteristics and Agronomic Performance of Diverse Hard Red Winter Wheat Genotypes. *Cereal Chemistry*, 80(5): 518-523.
- Busch R.H., Shuey W.C., Frohberg R.C., 1969. Response of Hard Red Spring Wheat (*Triticum aestivum* L.) to Environments in Relation to Six Quality Characteristics. *Crop Science*, 9: 813-817.
- 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.
- Castillo D., Matus I., del Pozo A., Madariaga R., Mellado M., 2012. Adaptability and Genotype x Environment Interaction of Spring Wheat Cultivars in Chile Using Regression Analysis, AMMI, and SREG. *Chilean Journal of Agricultural Research* 72(2): 167-174.
- Cauvain S.P., Young L.S., 2007. *Technology of Breadmaking* (2nd ed.). Springer, NY, USA. 397 p.
- Cauvain S.P., Young L.S., 2007. *Technology of Breadmaking* (2nd ed.). Springer, NY, USA. 397 p.

- Ceseviciene J., Slepetiene A., Leistrumaite A., Ruzgas V., Slepetys J., 2012. Effects of Organic and Conventional Production Systems and Cultivars on the Technological Properties of Winter Wheat. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92 (14): 2811-2818.
- Charmet G., Storlie E., Oury F.X., Laurent V., Beghin D., Chevarin L., Lapiere A., Perretant M.R., Rolland B., Heumez E., Duchalais L., Goudemand E., Bordes J., Robert O., 2014. Genome-Wide Prediction of Three Important Traits in Bread Wheat. *Molecular Breeding*, 34: 1843-1852.
- Collaku A., Harrison S.A., Finney P.L., van Sanford D.A., 2002. Clustering of Environments of Southern Soft Red Winter Wheat Region for Milling and Baking Quality Attributes. *Crop Science*, 42: 58-63.
- Cornelius P.L., Seyedsadr M., Crossa J., 1992. Using the Shifted Multiplicative Model to Search for "Separability" in Crop Cultivar Trials. *Theoretical and Applied Genetics*, 84: 161-172.
- Cravero V., Martin E., Anido F.L., COUNTRY E., 2010. Stability through Years in a Non-Balanced Trial of Globe Artichoke Varietal Types. *Scientia Horticulturae*, 126: 73-79.
- Çakmak İ., Kalaycı M., Ekiz H., Yılmaz A., Antmen B., Berkman A., Derici R., Gülüt K.Y., İspir T., Kılınç Y., Kutlu H.R., Tamer L., Torun B., Braun H.J., 1998. Selection and Characterization of Cereal Genotypes with High Zinc Efficiency and Evaluation of Bioavailability of Zinc in Wheat for the Central Anatolian Region. *NATO Science for Stability Program*. Adana, 171 p.
- DePauw R.M., Knox R.E., Clarke F.R., Wang H., Fernandez M.R., Clarke J.M., McCaig T. N. 2007. Shifting Undesirable Correlations. *Euphytica*, 157: 409-415.
- Doğan R., Ayçiçek M., 2001. Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Bursa Koşullarındaki Adaptasyon ve Stabilite Yeteneklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15: 59-67.
- Doğan İ.S., Uğur T., 2005. Van ve Çevresinde Yetiştirilen Bazı Buğdayların Bisküvilik Kalitesi Üzerine Bir Araştırma. *Van YYUZF Tarım Bilimleri Dergisi*, 15(2): 139-148.

- Eberhart S.A., Russell W.A., 1966. Stability Parameters for Comparing Varieties. *Crop Science*, 6: 36-40.
- Egesel C.Ö., Kahrıman F., Tayyar Ş., Baytekin H., 2009. Ekmeklik Buğdayda Un Kalite Özellikleri ile Dane Veriminin Karşılıklı Etkileşimleri ve Uygun Çeşit Seçimi. *Anadolu Tarım Bilim Dergisi*, 24 (2): 76-83.
- Elgün A., Türker S., Bilinçli N., 2001. Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü. *Konya Ticaret Borsası*, No: 2. 112 s.
- El-Feki W.M., Byrne P.F., Reid S.D., Lapitan N.L.V., Haley S.D., 2013. Quantitative Trait Locus Mapping for End-Use Quality Traits in Hard Winter Wheat under Contrasting Soil Moisture Levels. *Crop Science*, 53: 1953-1967.
- Emebiri L.C., Moody D.B., 2001. Quantitative Characterisation of Malting Barleys for Consistency in Grain Protein Concentration. In: Rowe, R., Donaghy, D. and Mendham, N., Eds. *Science and Technology: Delivering Results for Agriculture?*. Proceedings of the 10th Australian Agronomy Conference, January 2001, Hobart, Tasmania. Australia. Retrieved April 8, 2015, from <http://www.regional.org.au/au/asa/2001/p/6/emebiri.htm>.
- 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.
- FAO., 2006. *Guidelines for Soil Description*. 4th Ed., Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, Italy.
- Fehr W.R., 1987. *Principles of Cultivar Development: Theory and Technique*. Macmillan Publishing Co., NY. 536 p.
- Finlay K.W., Wilkinson G.N., 1963. The Analysis of Adaptation in a Plant Breeding Programme. *Australian Journal of Agricultural Research*, 14: 742-754.
- Flores F., Moreno, M.T., Cubero J.I., 1998. A Comparison of Univariate and Multivariate Methods to Analyze G x E Interaction. *Field Crops Research*, 56: 271-286.

- Fowler D.B., Kovacs M.I.P., 2004. Influence of Protein Concentration on Farinograph Absorption, Mixing Requirements and Mixing Tolerance. *Canadian Journal of Plant Science*, 84: 765-772.
- Fox P.N., Rosielle A.A., 1982. Reducing the Influence of Environmental Main-Effects on the Pattern Analysis of Plant Breeding Environments. *Euphytica*, 31: 645-656.
- Fox P.N., Skovmand B., Thompson B.K., Braun H.J., Cormier R., 1990. Yield and Adaptation of Hexaploid Spring Triticale. *Euphytica*, 47: 57-64.
- Francis T.R., Kannenberg L.W., 1978. Yield Stability Studies in Short-Season Maize. 1. A Descriptive Method for Grouping Genotypes. *Canadian Journal of Plant Science*, 58: 1029-1034.
- Fritz A., Martin T.J., Shroyer J.P., 2004. Overley Hard Red Wheat. Kansas State University. L-924, USA.
- Fufa H., Baenziger P.S., Beecher B.S., Graybosch R.A., Eskridge K.M., Nelson L.A., 2005. Genetic Improvement Trends in Agronomic Performances and End-Use Quality Characteristics among Hard Red Winter Wheat Cultivars in Nebraska. *Euphytica*, 144: 187-198.
- Gabriel H.G., 1971. The Biplot Graphic Display of Matrices with Application to Principal Component Analysis. *Biometrika*, 58: 453-467.
- Gauch H.G., 1988. Model Selection and Validation for Yield Trials with Interaction. *Biometrics*, 44: 705-715.
- Gauch H.G., Zobel R.W., 1996. AMMI Analysis of Yield Trials. In: Kang, M.S. ve Gauch, H.G., Eds. *Genotype-by-Environment Interaction*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA. 1-40.
- Gauch H.G., Zobel R.W., 1997. Identifying Mega-Environments and Targeting Genotypes. *Crop Science*, 37: 311-326.
- Gezgin S., 2003. Buğdayın Gübrenmesi. *Konya Ticaret Borsası Dergisi*, 14: 22-27.
- Giroux M.J., Morris C.F., 1998. Wheat Grain Hardness Results from Highly Conserved Mutations in The Friabilin Components Puroindoline a and b. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 95 (11): 6262-6266.

- Gomez-Becerra H.F., Abugalieva A., Morgounov A., Abdullayev K., Bekenova L., Yessimbekova M., Sereda G., Shpigun S., Tsygankov V., Zelenskiy Y., Pena R.J., Cakmak I., 2010. Phenotypic Correlations, G x E Interactions and Broad Sense Heritability Analysis of Grain and Flour Quality Characteristics in High Latitude Spring Bread Wheats from Kazakhstan and Siberia. *Euphytica*, 171: 23-38.
- Gomez K.A., Gomez A.A., 1984. *Statistical Procedures for Agricultural Research*. Wiley & Sons. NY. USA. 639.
- Göçmen D., 1991. Marmara Bölgesinde Üretilen Bazı Buğday Çeşitlerinin Ekmeklik Kalitesi Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa.
- Grausgruber H., Oberforster M., Werteker M., Ruckenbauer P., Vollmann J., 2000. Stability of Quality Traits in Austrian-Grown Winter Wheats. *Field Crops Research*, 66 (3): 257-267.
- Guttieri M.J., Stark J.C., O'Brien K., Souza E., 2001. Relative Sensitivity of Spring Wheat Grain Yield and Quality Parameters to Moisture Deficit. *Crop Science*, 41: 327-335.
- Hadnadev T.D., Pojic M., Hadnadev M., Torbica A., 2011. The Role of Empirical Rheology in Flour Quality Control. In: Akyar, I., Ed. *Wide Spectra of Quality Control*, ISBN: 978- 953-307-683-6, InTech, Retrieved February 7, 2015, from: <http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/23743.pdf>.
- Hazen S.P., Ward R.W., 1997. Variation in Soft Winter Wheat Characteristics Measured by the Single Kernel Characterization System. *Crop Science*, 37: 1079-1086.
- Hazen S.P., Ng P.K.W., Ward R.W., 1997. Variation in Grain Functional Quality for Soft Winter Wheat. *Crop Science*, 37: 1086-1093.
- Houshmand S., Arzani A., Mirmohammadi-Maibody S.A.M., 2014. Effects of Salinity and Drought Stress on Grain Quality of Durum Wheat. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 45 (3): 297-308.
- Hristov N., Mladenov N., Djuric V., Kondic-Spika A., Marjanovic-Jeromela A., Simic D., 2010. Genotype by Environment Interactions in Wheat Quality Breeding Programs in Southeast Europe. *Euphytica*, 174: 315-324.

- Hruskova M., Famera O., 2003. Prediction of Wheat and Flour Zeleny Sedimentation Value Using NIR Technique. *Czech Journal of Food Science*, 21: 91-96.
- Hruskova M., Svec I., 2009. Wheat Hardness in Relation to Other Quality Factors. *Czech Journal of Food Science*, 27: 240-248.
- Huehn M., 1996. Non-Parametric Analysis of Genotype x Environment Interactions by Ranks. In: Kang M.S. and Gauch H.G., Eds. *Genotype by environment interaction*. CRC Press, Boca Raton, FL. USA. 213–228.
- Huehn V.M., 1979. Beitrage zur Erfassung der Phanotypischen Stabilitat. *EDV Medical Biology*, 10:112–117.
- Jalaluddin M.D., Harrison S.A., 1990. Comparison of Stability Statistics for Grain Yield and Test Weight of Winter Wheat. *Cereal Research Communications*, 18 (3): 243-248.
- Jalaluddin M.D., Harrison S.A., 1993. Repeatability of Stability Estimators for Grain Yield in Wheat. *Crop Science*, 33: 720-725.
- Jamali K.D., Ali S.A., 2008. Yield and Yield Components with Relation to Plant Height in Semi-Dwarf Wheat. *Pakistan Journal of Botany*, 40: 1805-1808.
- Jichun T., Ruibo H., Zhiying D., Yanxun W., 2007. The Variation and Stability Analysis of Wheat Dough Stability Time. *Agricultural Sciences in China*, 6(2): 143-149.
- Johansson E., Svensson G., Tsegaye S. 1999. Genotype and Environment Effects on Bread-Making Quality of Swedish Grown Wheat Cultivars Containing High-Molecular-Weight Glutenin Subunits 2 + 12 or 5 + 10. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science*, 49: 225-233.
- Johnson V.A., Shafer S.L., Schmidt J.W., 1968. Regression Analysis of General Adaptation in Hard Wheat. *Crop Science*, 8: 187-191.
- İlker E., Altınbaş M., Tosun M., 2009. Selection for Test Weight and Kernel Weight in High Yielding Wheat Using a Safety-First Index. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 33: 37-45.

- İlker E., Geren H., Ünsal R., Sevim İ., Tonk F.A., Tosun M., 2011. AMMI-Biplot Analysis of Yield Performances of Bread Wheat Cultivars Grown at Different Locations. Turkish Journal of Field Crops, 16 (1): 64-68.
- Kaiser D.E., Wiersma J.J., Anderson J.A., 2014. Genotype and Environment Variation in Elemental Composition of Spring Wheat Flag Leaves. Agronomy Journal, 106: 324-336.
- Kang M.S., 1988. A rank-sum method for selecting high-yielding, stable corn genotypes. Cereal Research Communications, 16:113-115.
- Kang M.S., 1993. Simultaneous Selection for Yield and Stability in Crop Performance Trials: Consequences for Growers. Agronomy Journal, 85: 754-757.
- Kang M.S., 1994. Applied Quantitative Genetics. Baton Rouge, LA, USA.115-136.
- Kang M.S., 2002. Genotype-Environment Interaction: Progress and Prospects. In: Manjit S.K., Ed. Quantitative Genetics, Genomics and Plant Breeding. CAB International, UK. 221-243.
- Kang M.S., Gorman D.P., 1989. Genotype x Environment Interaction in Maize. Agronomy Journal, 81: 662-664.
- Kang M.S., Pham H.N., 1991. Simultaneous Selection for High Yielding and Stable Crop Genotypes. Agronomy Journal, 83: 161-165.
- Karadavut U., Palta Ç., Kavurmacı Z., Bölek Y., 2010. Some Grain Parameters of Multi-environment Trials in Faba Bean (*Vicia faba*) Genotypes. International Journal of Agriculture & Biology, 12 (2): 217-220.
- Karathanasis A.D., Johnson V.A., Peterson G.A., Sander D.H., Olson R.A., 1980. Relation of Soil Properties and Other Environmental Factors to Grain Yield and Quality of Winter Wheat Grown at International Sites. Agronomy Journal, 72: 329-336.
- Karimizadeh R., Mohammadi M., Armion M., Shefazadeh M.K., Chalajour H., 2012a. Determining Heritability, Reliability and Stability of Grain Yield and Yield-Related Components in Durum Wheat (*Triticum durum* L.). Bulgarian Journal of Agricultural Science, 18(4): 595-607.

- Karimizadeh R., Mohammadi M., Sabaghnia N., Shefazadeh M.K., Pouralhossini J., 2012b. Univariate Stability Analysis Methods for Determining Genotype x Environment Interaction of Durum Wheat Grain Yield. *African Journal of Biotechnolog*, 11(10): 2563-2573.
- Kaya Y., Akçura M., 2014. Effects of Genotype and Environment on Grain Yield and Quality Traits in Bread Wheat (*T. aestivum* L.). *Food Science and Technology*, 34(2): 386-393.
- Kaya Y., Akçura M., Taner S., 2006. GGE-Biplot Analysis of Multi-Environment Yield Trials in Bread Wheat. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 30: 325-337.
- Kempton R.A., 1984. The Use of Biplots in Interpreting Variety by Environment Interactions. *Journal of Agricultural Science*, 103: 123-135.
- Ketata H., 1988. Genotype x Environment Interaction. *Proceedings of the Workshop on Biometrical Techniques for Cereal Breeders. ICARDA, Aleppo, Syria*. 16-32.
- Khan H., Chowdhury S., 2011. Identification of Resistance Source in Wheat Germplasm against Spot Blotch Disease Caused by *Bipolaris sorokiniana*. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 44 (9): 840-844.
- Kharel T.P., Clay D.E., Clay S.A., Beck D., Reese C., Carlson G., Park H., 2011. Nitrogen and Water Stress Affect Winter Wheat Yield and Dough Quality. *Agronomy Journal*, 103 (5): 1389-1396.
- Knott D.R., 1987. The application of Breeding Procedures to Wheat. In: Heyne, E.G., Ed. *Wheat and Wheat Improvement*. ASA, WI, USA. 419-427.
- Kılıç H., Kendal E., Aktaş H., Tekdal S., 2014. İleri Kademe Ekmeklik Buğday Hatlarının Farklı Çevrelerde Tane Verimi ve Bazı Kalite Özellikleri Yönünden Değerlendirilmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4 (4): 87-95.
- Kılıç H., Yağbasanlar T., 2010. Genotype x Environment Interaction and Phenotypic Stability Analysis for Grain Yield and several Quality Traits of Durum Wheat in the South-Eastern Anatolia Region. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38 (3): 253-258.

- Koç M., Barutçular C., Zencirci N., 2000. Grain Protein and Grain Yield of Durum Wheats from South-Eastern Anatolia, Turkey. *Australian Journal of Agricultural Research*, 51: 665-671.
- Koppel R., Ingver A., 2010. Stability and Predictability of Baking Quality of Winter Wheat. *Agronomy Research*, 8: 637-644.
- Krenzer J.E.G., Thompson J.D., Carver B.F., 1992. Partitioning of Genotype x Environment Interactions of Winter Wheat Forage Yield. *Crop Science*, 32: 1143-1147.
- Kumlay A.M., Baenziger P.S., Gill K.S., Shelton D.R., Graybosch R.A., Lukaszewski A.J., Wesenberg D.M., 2003. Understanding the Effect of Rye Chromatin in Bread Wheat. *Crop Science*, 43: 1643-1651.
- Kumar U., Joshi A.K., Kumari M., Paliwal R., Kumar S., Roder M.S., 2010. Identification of QTLs for Stay Green Trait in Wheat (*Triticum aestivum* L.) in the 'Chirya 3' x 'Sonalika' Population. *Euphytica*, 174 (3): 437-445.
- Letta T., D'Egidio M.G., Abinasa M., 2008. Stability Analysis for Quality Traits in Durum Wheat (*Triticum durum* Desf) Varieties under South Easter Ethipian Conditions. *World Journal of Agricultural Sciences*, 4 (1): 53-57.
- Lillemo M., Singh R.P., van Ginkel M., 2010. Identification of Stable Resistance to Powdery Mildew in Wheat Based on Parametric and Nonparametric Methods. *Crop Science*, 50: 478-485.
- Li P., Chen J., Wu P., 2011. Agronomic Characteristics and Grain Yield of 30 Spring Wheat Genotypes under Drought Stress and Nonstress Conditions. *Agronomy Journal*, 103: 1619-1628.
- Lin C.S., 1982. Grouping Genotypes by a Cluster Method Directly Related to Genotype-Environment Interaction Mean Squares. *Theoretical and Applied Genetics*, 62: 277-280.
- Lin C.S., Binns M.R., 1988. A Superiority Measure of Cultivar Performance for Cultivar x Location Data. *Canadian Journal of Plant Science*, 68: 193-198.

- Lin C.S., Binns M.R., Lefkovitch L.P., 1986. Stability Analysis: Where Do We Stand? *Crop Science*, 26: 894-900.
- Lipkovich I.A., Smith E.P., 2002. Biplot and Singular Value Decomposition Macros for Excel©. *Journal of Statistical Software*, 7(5): 1-15.
- Liu S., Rudd J.C., Bai G., Haley S.D., Ibrahim A.M.H., Xue Q., Hays D.B., Graybosch R.A., Devkota R.N., Amand P.St., 2014. Molecular Markers Linked to Important Genes in Hard Winter Wheat. *Crop Science*, 54: 1304-1321.
- Lukow O.M., McVetty P.B.E., 1991. Effect of Cultivar and Environment on Quality Characteristics of Spring Wheat. *Cereal Chemistry*, 68(6): 597-601.
- Maphosa L., Langridge P., Taylor H., Parent B., Emebiri L.C., Kuchel H., Reynolds M.P., Chalmers K.J., Okada A., Edwards J., Mather D.E., 2014. Genetic Control of Grain Yield and Grain Physical Characteristics in a Bread Wheat Population Grown under a Range of Environmental Conditions. *Theoretical and Applied Genetics*, 127: 1607-1624.
- Maphosa L., Langridge P., Taylor H., Chalmers K.J., Bennett D., Kuchel H., Mather D.E., 2013. Genetic Control of Processing Quality in a Bread Wheat Mapping Population Grown in Water-Limited Environments. *Journal of Cereal Science*, 57: 304-311.
- Mason H., Navabi A., Frick B., Odonovan J., Niziol D., Spaner D., 2007. Does growing Canadian Western Hard Red Spring Wheat under Organic Management Alter its Breadmaking Quality? *Renewable Agriculture and Food Systems*, 22(3): 157-167.
- Mazid A., Amegbeto K.N., Keser M., Morgounov A., Peker K., Bağcı S.A., Akın M., Küçükçongar M., Kan M., Karabak S., Semerci A., Altıkat A., Yaktubay S., 2009. Adoption and Impacts of Improved Winter and Spring Wheat Varieties in Turkey. ICARDA, Aleppo, Syria. 52 p.
- Mesdag J., Donner D.A., 2000. Breeding for Bread-Making Quality in Europe. In: Belderok, B., Mesdag, J., and Donner D.A., Eds. *Bread-Making Quality of Wheat: A Century of Breeding in Europe*. Kluwer, Durdrecht, The Netherlands. 305-317.
- McFall K.L., Fowler M.E., 2009. Overview of Wheat Classification and Trade. In: Carver, B.F., Ed. *Wheat: Science and Trade*. Wiley-Blackwell. 439-454.

- McGuire C.F., McNeal F.H., 1974. Quality Response of 10 Hard Red Spring Wheat Cultivars to 25 Environments. *Crop Science*, 14: 175-178.
- Miezan K., Heyne E.G., Finney K.F., 1977. Genetic and Environmental Effects on the Grain Protein Content in Wheat. *Crop Science*, 17: 591-593.
- Mikulikova D., Masar S., Horvathova V., Kraic J., 2009. Stability of Quality Traits in Winter Wheat Cultivars. *Czech Journal of Food Science*, 27 (6): 403-417.
- Mladenov V., Banjac B., Krishna A., Milosevic M., 2012. Relation of Grain Protein Content and Some Agronomic Traits in European Cultivars of Winter Wheat. *Cereal Research Communications*, 40(4): 532-541.
- Mladenov N., Przulj N., Hristov N., Djuric V., Milovanovic M. 2001. Cultivar-by-Environment Interactions for Wheat Quality Traits in Semiarid Conditions. *Cereal Chemistry*, 78: 363-367.
- Mohammadi R., Amri A., 2011. Graphic Analysis of Trait Relations and Genotype Evaluation in Durum Wheat. *Journal of Crop Improvement*, 25: 680-696.
- Mohammadi R., Haghparast R., Sadeghzadeh B., Ahmadi H., Solimani K., Amri A., 2014. Adaptation Patterns and Yield Stability of Durum Wheat Landraces to Highland Cold Rainfed Areas of Iran. *Crop Science*, 54: 944-954.
- Mohebodini M., Dehghani H., Sabaghpour S.H., 2006. Stability of Performance in Lentil (*Lens Culinaris* Medik) Genotypes in Iran. *Euphytica*, 149: 343-352.
- Morris C.F., 2002. Puroindolines: The Molecular Basis of Wheat Grain Hardness. *Plant Molecular Biology*, 48: 633-647.
- Morris C.F., Simeone M.C., King G.E., Lafiandra D., 2011. Transfer of Soft Kernel Texture from *Triticum aestivum* to Durum Wheat, *Triticum turgidum* ssp. Durum. *Crop Science*, 51: 114-122.
- Muir W., Nyquist W.E., Xu S., 1992. Alternative Partitioning of the Genotype-by-Environment Interaction. *Theoretical and Applied Genetics*, 84: 93-200.
- Mut Z., Aydın N., Bayramoğlu H.O., Özcan H., 2010a. Stability of Some Quality Traits in Bread Wheat (*Triticum aestivum*) Genotypes. *Journal of Environmental Biology*, 31: 489-495.

- Mut Z., Gülümser A., Sırat A., 2010b. Comparison of Stability Statistics for Yield in Barley (*Hordeum vulgare* L.). African Journal of Biotechnology, 9(11): 1610-1618.
- Nel M.M., Agenbag G.A., Purchase J.L., 2000. Sources of Variation in Spring Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars of The Western And Southern Cape. I. Milling and Dough Development Characteristics, South African Journal of Plant and Soil, 17 (1): 30-39.
- Ndungu J.N., Kimani E.N., 2008. Stability Estimates of Kenyan Bread Wheat (T. aestivum L.) Genotypes for Quality Traits. The 11th KARI Biennial Scientific Conference, KARI headquarters, Nairobi, 10-14 November 2008. Retrieved February 27, 2015, from http://www.kari.org/fileadmin/publications/conference11/Stability_estimates_of_Kenyan.pdf.
- Özbek H., Kaya Z., Gök M., Kaptan H., 2001. Toprak Bilimi (12. Baskı). Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 73, Ders Kitapları Yayın No: 16, Adana. 816 s.
- Panozzo J.F., Eagles H.A., 1999. Rate and Duration of Grain Filling and Grain Nitrogen Accumulation of Wheat Cultivars Grown in Different Environments. Australian Journal of Agricultural Research, 50: 1007-1015.
- Panozzo J.F., Eagles H.A., 2000. Cultivar and Environment Effects on Quality Characters in Wheat. II. Protein. Australian Journal of Agricultural Research, 51: 629-636.
- Pansu M., Gautheyrou J., 2006. Handbook of Soil Analysis. Springer, Berlin Heidelberg, New York. 993 p.
- Pasha I., Anjum F.M., Morris C.F., 2010. Grain Hardness: A Major Determinants of Wheat Quality. Food Science and Technology International, 16(6): 511-522.
- Paulsen G.M., Heyne E.G., Walter T.L., Hoseney R.C., 1983. Agronomic and Quality Attributes of Sibling Hard White and Hard Red Winter Wheats. Crop Science, 23: 859-862.
- Patel M.J., Chakrabarti-Bell S., 2013. Flour Quality and Dough Elasticity: Dough Sheatability. Journal of Food Engineering, 115: 371-383.
- Perkins J.M., Jinks, J.L., 1968. Environmental and Genotype-Environmental Components of Variability. III. Multiple Lines and Crosses. Heredity, 23: 339-356.

- Peterson C.J., Graybosch R.A., Baenziger P.S., Grombacher A.W., 1992. Genotype and Environment Effects on Quality Characteristics of Hard Red Winter Wheat. *Crop Science*, 32: 98-103.
- Peterson C.J., Graybosch R.A., Shelton D.R., Baenziger P.S., 1998. Baking Quality of Hard Winter Wheat: Response of Cultivars to Environment in the Great Plains. *Euphytica*, 100:157-162.
- Pinthus M.J., 1973. Estimate of Genotypic Value: A Proposed Method. *Euphytica*, 22: 121-123.
- Plaisted R.L., 1960. A Shorter Method for Evaluating the Ability of Selections to Yield Consistently over Locations. *American Journal of Potato Research*, 37: 166-172.
- Plaisted R.L., Peterson L.C., 1959. A Technique for Evaluating the Ability of Selections to Yield Consistently in Different Locations or Seasons. *American Journal of Potato Research*, 36: 381-385.
- Poehlman J.M., Sleper D.A., 1995. *Breeding Field Crops* (4th ed.). Iowa State University Press, Ames, Iowa. 494 p.
- Posner E.S., 2009. Wheat Flour Milling. In: Khan, H. ve Shewry, P.R., Eds. *Wheat Chemistry and Technology*. AACCI International, Inc. USA. 119-152.
- Preston K.R., Hucl P., Townley-Smith T.F., Dexter J.E., Williams P.C., Stevenson S.G. 2001. Effects of Cultivar and Environment on Farinograph and Canadian Short Process Mixing Properties of Canada Western Red Spring Wheat. *Canadian Journal of Plant Science*, 81: 391-398.
- Pyler E.J., 1988. *Baking Science and Technology*. 3rd Ed. Sosland Publ. Comp., Kansas City, Missouri, USA. 357–377.
- Rajaram S., Borlaug N.E., van Ginkel M., 2002. CIMMYT International Wheat Breeding. In: Curtis, B.C., Rajaram, S. and Macpherson, G.H., Eds. *Bread Wheat: Improvement and Production*. FAO Plant Production and Protection Series No: 30, Rome, Italy. Retrieved April 1, 2015, from <http://www.fao.org/docrep/006/y4011e/y4011e00.htm#Contents>

- Rasmusson D.C., Lambert J.W., 1961. Variety x Environment Interactions in Barley Variety Tests. *Crop Science*, 1: 261-262.
- Rao A.C.S., Smith J.L., Jandhyala V.K., Papendick R.I., Parr J.F., 1993. Cultivar and Climatic Effects on the Protein Content of Soft White Winter Wheat. *Agronomy Journal*, 85: 1023-1028.
- Rharrabti Y., Garcia del Moral, L.F., Villegas D., Royo C., 2003. Durum Wheat Quality in Mediterranean Environments: III. Stability and Comparative Methods in Analysing G x E Interaction. *Field Crops Research*, 80 (2): 141-146.
- Robert N., 1997. Structuring Genotype x Environment Interaction for Quality Traits in Bread Wheat, in Two Multi-Location Series of Trials. *Euphytica*, 97: 53-66.
- Roemer J., 1917. Sind die Ertragsreichen Sorten Ertragssicherer? *Mitt. DLG*. 32, 87-89.
- Romagosa I., Fox P.N., 1993. Genotype x Environment Interaction and Adaptation. In: Hayward M.D., Bosermark N.O. ve Romagosa I., Eds. *Plant Breeding: Principles and Prospects*. Chapman and Hall, London, UK. 373-390.
- Ross A.s., Bettge A.D., 2009. Passing the Test on Wheat End-Use Quality. In: Carver, B.F., Ed. *Wheat: Science and Trade*. Wiley-Blackwell. 455-493.
- Rubenthaler G.L., Pomeranz Y., 1987. NIR Spectra of HRW Wheats Varying Widely in Protein Content and Breadmaking Potential. *Cereal Chemistry*, 64: 407-411.
- Sabaghnia N., Dehghani H., Sabaghpour H.S., 2006. Nonparametric Methods for Interpreting Genotype x Environment Interaction of Lentil Genotypes. *Crop Science*, 46: 1100-1106.
- Saint Pierre C., Peterson C.J., Ross A.S., Ohm J., Verhoeven M.C., Larson M., Hoefler B., 2005. Change in Grain Protein Composition of Winter Wheat Cultivars under Different Levels of N and Water Stress. *Proceedings of the 7th International Wheat Conference, Mar del Plata, Argentina*. 535-542.
- Sakin M.A., Akıncı C., Düzdemir O., Dönmez E., 2011a. Assessment of genotype x environment interaction on yield and yield components of durum wheat genotypes by multivariate analyses. *African Journal of Biotechnology*, 10(15): 2875-2885.

- Sakin M.A., Düzdemir O., Sayaslan A., Yüksel F., 2011b. Stability Properties of Certain Durum Wheat Genotypes for Major Quality Characteristics. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 35: 343-355.
- Samonte S.O.P.B., Wilson L.T., McClung A.M., Medley J.C., 2005. Targeting Cultivars onto Rice Growing Environments Using AMMI and SREG GGE Biplot Analyses. *Crop Science*, 45: 2414-2424.
- Serpi Y., Topal A., Sade B., Ögüt H., Soylu S., Boyraz N., Bilgiçli N., Direk M., 2011. Buğday Raporu. Ulusal Hububat Konseyi Yayın No: 1, Ankara. 88 s.
- Sherman J.D., Martin J.M., Blake N.K., Lanning S.P., Talbert L.E., 2014. Genetic Basis of Agronomic Differences between a Modern and a Historical Wheat Cultivar. *Crop Science*, 54: 1-13.
- 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.
- Shewry P.R., Tatham A.S., 2000. *Wheat Gluten*. The Royal Society of Chemistry. Cambridge CB4 OWF, UK. 335–339.
- Shukla G.K., 1972. Some Statistical Aspects of Partitioning Genotype-Environmental Components of Variability. *Heredity* 29: 237-245.
- Simmonds J., Scott P., Leverington-Waite M., Turner A.S., Brinton J., Korzun V., Snape J., Uauy C., 2014. Identification and Independent Validation of a Stable Yield and Thousand Grain Weight QTL on Chromosome 6A of Hexaploid Wheat (*Triticum aestivum* L.). *BMC Plant Biology*, 14: 191-204.
- Smith A.B., Cullis B.R., Thompson R., 2005. The Analysis of Crop Cultivar Breeding and Evaluation Trials: An Overview of Current Mixed Model Approaches. *Journal of Agricultural Science*, 143: 449-462.
- Smith E.L., Merkle O.G., Nguyen H.T., Abbott D.C., Morgan G.H., 1985. Registration of Chisholm Wheat. *Crop Science*, 25(2): 367-368.
- Sivapalan S., O'Brien L., Ortiz-Ferrera G., Hollamby G.J., Barclay I., Martin P.J., 2000. An Adaptation Analysis of Australian and CIMMYT/ICARDA Wheat Germplasm in

- Australian Production Environments. *Australian Journal of Agricultural Research*, 51: 903-915.
- Slaughter D.C., Norris K.H., Hruschka W.R., 1992. Quality and Classification of Hard Red Wheat. *Cereal Chemistry*, 69(4): 428-432.
- Souza E.J., Sneller C., Guttieri M. J., Sturbaum A., Griffey C., Sorrells M., Ohm H., van Sanford D., 2012. Basis for Selecting Soft Wheat for End-Use Quality. *Crop Science*, 52: 21-31.
- Souza E.J., Tyler J.M., Kephart K.D., Kruk M., 1993. Genetic Improvement in Milling and Baking Quality of Hard Red Spring Wheat Cultivars. *Cereal Chemistry*, 70 (3): 280-285.
- Stagnari F., Onofri A., Codianni P., Pisante M., 2013. Durum Wheat Varieties in N-Deficient Environments and Organic Farming: A Comparison of Yield, Quality and Stability Performances. *Plant Breeding*, 132 (3): 266-275.
- Sud S., Bains N.S., Nanda G.S., 2005. Genetic Relationships among Wheat Genotypes, as Revealed by Microsatellite Markers and Pedigree Analysis. *Journal Applied Genetics*, 46: 375–379.
- Surma M., Adams T., Banaszak Z., Kaczmarek Z., Kuczynska A., Majcher M., Lugowska B., Obuchowski W., Salmanowicz B., Krystkowiak K., 2012. Effect of Genotype, Environment and Their Interaction on Quality Parameters of Wheat Breeding Lines of Diverse Grain Hardness. *Plant Production Science*, 15(3): 192—203.
- Swanston J.S., Smith P.L., Agu R.C., Brosnan J.M., Bringham T.A., Jack F.R., 2012. Variation, across Environments within The UK, in Grain Protein and Grain Hardness, in Wheat Varieties of Differing Distilling Quality. *Field Crops Research*, 127: 146-152.
- Şahin M., Akçaçık A.G., Aydoğan S., 2011. Bazı Ekmeklik Buğday Genotiplerinin Tane Verimi ile Kalite Özellikleri Arasındaki İlişkiler ve Stabilitate Yetenekleri. *Anadolu*, 21 (2): 39-48.
- Şahin M., Akçaçık A.G., Aydoğan S., Demir B., Önmez H., Taner S., 2013. Ekmeklik Buğday Ununda Ekmek Hacmi ile Bazı Fizikokimyasal ve Reolojik Özellikler

- Arasındaki İlişkilerin Tespiti. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 22(1): 13-19.
- Taiwo A.O., 2007. Studies on Stability and Interrelationships among Stability Parameters for Fodder Yield in Cowpea (*Vigna Unguiculata* L. Walp). Agricultural Journal, 2: 77-81.
- Tang Y.L., Wu Y.Q., Zhu H.Z., Li C.S., Li S.R., Zheng C.G., Yuan J.C., Yu X.F., 2010. Quality Performance and Stability of Main Wheat Cultivars in Sichuan Province. Acta Agronomica Sinica, 36(11): 1910-1920.
- Tayyar Ş., 2010. Variation in Grain Yield and Quality of Romanian Bread Wheat Varieties Compared to Local Varieties in Northwestern Turkey. Romanian Biotechnological Letters, 15 (2): 5189-5196.
- Tiancai G., Dongyun M., Yunji Z, Chenyang W., Guojun X., Yi L., 2004. Genotype, Environment and Their Interactive Effects on Main Quality Traits of Winter-Sown Wheat Variety. Scientia Agricultura Sinica, 37(7): 948-953.
- Thennarasu K., 1995. On Certain Non-Parametric Procedures for Studying Genotype-Environment Interactions and Yield Stability. PhD Dissertation (Doktora Tezi). P.J. School, IARI, New Delhi, India.
- TMO., 2014. 2013 Yılı Hububat Sektör Raporu. Ankara. Retrieved April 11, 2015, <http://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/raporlar/2013hububatsektorraporu.pdf>
- Topal A., 2011. Buğday Yetiştiriliciliği. Hasad Yayıncılık, İstanbul. 75 s.
- Tsilo T.J., Nygard G., Khan K., Simsek S., Hareland G.A., Chao S., Anderson J.A., 2013. Molecular Genetic Mapping of QTL Associated with Flour Water Absorption and Farinograph Related Traits in Bread Wheat. Euphytica, 194: 293-302.
- Tyagi S., Mir R.R., Balyan H.S., Gupta P.K., 2015. Interval Mapping and Meta-QTL Analysis of Grain Traits in Common Wheat (*Triticum aestivum* L.). Euphytica, 201: 367-380.
- Uluöz M., 1965. Buğday, Un ve Ekmek Analiz Metotları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 57, İzmir. 101 s.

- Uluöz M., 1970. Türkiye Islah Çeşidi Buğdayların Teknik Değerleri. Türkiye’de Buğday Yetiştiriciliği ve Problemleri Sempozyumu. TÜBİTAK Tarım ve Ormanlık Grubu Yayınları Sayısı: 8, Ankara. 161-185.
- Van Oosterom E.J., Kleijn D., Ceccarelli S., Nachit M.M., 1993. Genotype-by-Environment Interactions of Barley in the Mediterranean Region. *Crop Science*, 33: 669-674.
- Vazquez D., Berger A.G., Cuniberti M., Bainotti C., Miranda M.Z., Schreeren P.L., Jobet C., Zuniga J., Cabrera G., Verges R., 2012. Influence of Cultivar and Environment on Quality of Latin American Wheats. *Journal of Cereal Science*, 56: 196-203.
- Velu G., Singh R.P., 2013. Phenotyping in Wheat Breeding. In: Panguluri, S.K. ve Kumar, A.A., Eds. *Applications of Phenotyping Methods for Crop Improvement*. Springer, NY, USA. 41-72.
- Ward J.H., 1963. Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function. *Journal of the American Statistical Association*, 58: 236-244.
- Williams R.M., O’Brien L., Eagles H.A., Solah V.A., Jayasena V., 2008. The Influence of Genotype, Environment and Genotype x Environment Interaction on Wheat Quality. *Australian Journal of Agricultural Research*, 59 (2): 95-111.
- Williams K., Sorrells M.E., 2013. Three-Dimensional Seed Size and Shape QTL in Hexaploid Wheat (*Triticum aestivum* L.) Populations. *Crop Science*, 54: 98-110.
- Wricke G., 1962. Über eine Methode zur Erfassung der ökologischen Streubreite in Feldversuchen. *Z. Pflanzenzüchtg*, 47: 92-96.
- Wrigley C., Asenstorfer R., Batey I., Cornish G., Day L., Mares D., Mrva K., 2009. The Biochemical and Molecular Basis of Wheat Quality. In: Carver, B.F., Ed. *Wheat: Science and Trade*. Wiley-Blackwell. 495-520.
- Yağdı K., Sözen E., Çiftci E.A., 2007. Heritability and Correlation of Yield and Quality Traits in Durum Wheat (*Triticum durum*). *The Indian Journal of Agricultural Sciences*, 77 (9): 565-568.
- Yamazaki W.T., Donelson J.R., Briggie L.W., 1968. Micro-Tests for Soft Wheat Quality Evaluation. *Crop Science*, 8: 199-201.

- Yamazaki W.T., Lamb C.A., 1962. Effects of Season and Location on Quality of Cookies from Several Wheat Varieties. *Agronomy Journal*, 54: 325-326.
- Yan W., Hunt L.A., Sheng Q., Szlavnic Z., 2000. Cultivar Evaluation and Mega-Environment Investigation Based on the GGE Biplot. *Crop Science*, 40: 597-605.
- Yan W., Kang M.S., 2003. *GGE Biplot Analysis: A Graphical Tool for Breeders, Geneticists, and Agronomists*. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA. 273 p.
- Yan W., 2014. *Crop Variety Trials: Data Management and Analysis*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA. 360 p.
- Yang X., Wu L., Zhu Z., Ren G., Liu S, 2014. Variation and Trends in Dough Rheological Properties and Flour Quality in 330 Chinese Wheat Varieties. *The Crop Journal*, (2) 4: 195-200.
- Yates F., Cochran W.G., 1938. The Analysis of Groups of Experiments. *Journal of Agricultural Science*, 28: 556-580.
- Yediay F.E., E.E. Adeden, F.S. Baloch, A. Borner, B. Kilian and H. Ozkan. 2011. The Allelic State at the Major Semi-Dwarfing Genes in a Panel of Turkish Bread Wheat Cultivars and Landraces. *Plant Genet Resources*, 9: 423-429.
- Yediay F.E., F.S. Baloch, B. Kilian and H. Ozkan. 2010. Testing of Rye-Specific Markers Located on 1RS Chromosome and Distribution of 1AL.RS and 1BL.RS Translocations in Turkish Wheat (*T. aestivum* L. and *T. durum* Desf.) Varieties and Landraces. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 57: 119-129.
- Yıldırım M.B., Budak N., Çalışkan C.F., 1997. Genotip Performanslarının Rank (Sıra) Analizi Yöntemiyle Belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34 (1-2): 41-48.
- Yongjian L., Bing W., Erliang H., Yuanqi W., Yubi H., 2011. Yield Stability of Maize Hybrids Evaluated in National Maize Cultivar Regional Trials in Southwestern China using Parametric Methods. *Agricultural Sciences in China*, 10(9): 1323-1335.
- Yufeng Z., Xiuwen H., Lili W., Liu W., Zhihui W., Mingshan Y., Baoyun L., 2014. Proteomic Analysis of Wheat Seed in Response to Drought Stress. *Journal of Integrative Agriculture*, 13(5): 919-925.

- Yurtsever N., 1984. Deneysel İstatistik Metotlar. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayın No: 121. Ankara. 623 s.
- Yüksel S., Akçura M., 2012. Pattern Analysis of Multi-Environment Yield Trials in Barley (*Hordeum vulgare* L.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 36: 285-295.
- Zecevic V., Boskovic J., Desimir Knezevic D., 2010. Ecological and Genetic Variability of Wheat Quality Components. Kragujevac Journal of Science, 32: 89-94.
- Zeleny L., 1947. A Simple Sedimentation Test for Estimating the Bread-Baking and Gluten Qualities of Wheat Flour. Cereal Chemistry, 24: 465-475.
- Zhang Y., He Z., Zhang A., van Ginkel M., Pena R.J., Ye G., 2006. Pattern Analysis on Protein Properties of Chinese and CIMMYT Spring Wheat Cultivars Sown in China and CIMMYT. Australian Journal of Agricultural Research, 57: 811-822.
- Zobel R.W., Wright M.J., Gauch H.G., 1988. Statistical Analysis of a Yield Trial. Agronomy Journal, 80: 388-393.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Yüksel KAYA

Doğum Yeri : Konya

Doğum Tarihi : 1973

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Harran Üniversitesi - Şanlıurfa

Yüksek Lisans Öğrenimi : Selçuk Üniversitesi - Konya

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce ve İspanyolca

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Yayınlar -SCI -Diğer

Kaya Y., Akçura M., 2014. Effects of Genotype and Environment on Grain Yield and Quality Traits in Bread Wheat (*T. aestivum* L.). *Food Science and Technology*, 34(2): 386-393.

Akçura M., Partigoç F., Kaya Y., 2011. Evaluating of Drought Stress Tolerance based on Selection Indices in Turkish Bread Wheat Landraces. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 21 (4): 700-709.

b) Bildiriler -Uluslararası -Ulusal

c) Katıldığı Projeler

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl : Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü-

İLETİŞİM

E-posta Adresi : yuksel_k@yahoo.com