

Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinde Verim Stabilitésinin Biplot ve AMMI Analiz Yöntemleri ile Değerlendirilmesi

Erol ORAL¹, Enver KENDAL¹, Yusuf DOĞAN¹

¹ Mardin-Artuklu Üniversitesi Kızıltepe Meslek Yüksek Okulu, Mardin

Öz: Bu çalışmada, bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin verim performansı, stabilitesi ve çeşit x çevre interaksiyonları incelenmiştir. Denemeler tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekrarlamalı ve sulu şartlarda yürütülmüştür. Tane verimi, ana etkiler ve çarpımsal interaksiyonlar (AMMI) analizi ile değerlendirilmiştir. Kareler ortalaması sırasıyla; %83.34' ü çevreden, %10.35'i çeşit x çevre interaksiyonundan ve %6.29'ü ise çeşitten kaynaklandığı saptanmıştır. Tane verimi en fazla çevre şartlarından etkilenmiş faktörler %0.01 'e göre önemli olduğu tespit edilmiştir. PCA 1 ve PCA 2 eksenlerinin çeşit çevre interaksiyonundaki etkisi sırasıyla %62.35 ve %37.65 olduğu saptanmıştır. AMMI analizi sonuçlarına göre Nurkent çeşidi negatif b değerine sahip olsa da hem stabil hem de en yüksek verimli, Bitacora çeşidinin (yurt dışı tescilli) ise verim ortalamasının üzerinde bir verime sahip olup stabilite çizgisinden oldukça uzak olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmanın yürütüldüğü Şanlıurfa lokasyonunun yüksek verim (740.8 kg/da) Diyarbakır lokasyonunun düşük verim (541.1 kg/da) potansiyeli çevre şartlarına sahip olduğu anlaşılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, mevcut iki çeşitten daha yüksek diğer üç çeşitten daha düşük verime sahip Bitacora çeşidi, Şanlıurfa lokasyonunda ilk sırada tercih edilmesi gereken çeşit olduğu tespit edilmiştir. Ekmeklik buğday açısından tane verimi kadar önemli olan kalite kriterleri açısından da iyi sonuçlara sahip olduğu takdirde, bu aday çeşidin araştırmancının yürütüldüğü bölgelerde yetiştiriciliğinin tavsiye edilebileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: çeşit adayı, stabilite, verim, AMMI, biplot

Some Bread Wheat Varieties Yield Stability Evaluation with Biplot and AMMI Analysis Methods

Abstract : In this study, the yield performance, stability and cultivars environmental interactions several of some bread wheat cultivars were evaluated in two different environmental conditions. The trials were implemented in respect to a integrate arrangement complex style with four replications in irrigation conditions. The AMMI (Additive main effects and multiplicative interaction) analysis was made to estimate grain yield and understand $G \times E$ interaction patterns. The major contributions to treatment sum of squares were environments (83.34%), GE (10.35%), and cultivars (6.29%) respectively. The effects of PCA1 and PCA2 were found to be 62.35% and 437.65%, respectively, in various environmental interactions. According to AMMI analysis results and stability values, Nurkent variety was found to be both highly efficient and stable, Bitacora variety (abroad registered) was found to be efficiency more than mean yield, but unstable. In addition, it was understood that Şanlıurfa location environmental conditions where the study was carried out have high yield potential (7408 kg/ha), while Diyarbakır with low yield potential (5411 kg/ha). According to the results of the research, it is understood that the Bitacora variety has higher yield potential than the two existing varieties, but have lower than three other varieties, but it is should be preferred firstly in Şanlıurfa location. If it has good results in terms of quality criteria which is as important as yielding wheat grain from bread wheat, this candidate can be recommended to cultivate for research area.

Keywords: candidate, stability, yield, AMMI, biplot

GİRİŞ

Buğday, dünyanın dört bir tarafında ana beslenme kaynağı olarak kullanılması ve yüksek adaptasyon yeteneğine sahip olması ve nedeni ile hala araştırılması gereken önemli bir tarla bitkisidir (Kendal, 2013). Temel olarak ekmeklik (*Triticum aestivum* L.) ve makarnalık (*Triticum durum* L.) buğday olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Ekmeklik buğday; hem adaptasyon yeteneğinin yüksek olması hem de temel besin kaynağı olarak ekmek yapımından kullanılması nedeni ile dünya genelinde daha fazla araştırma konusu olmuş buna bağlı olarak da daha geniş bir alana yayılmıştır. Dünyada tüketim amaçlı olarak kullanılan buğdayların yaklaşık %95'ini ekmeklik buğdaylar oluştururken, geri kalan %5'lik kısmını ise makarnalık ve spelta buğdaylarıdır (Kılıç ve ark., 2014). Son yıllarda buğday ekim alanlarının Güneydoğu Anadolu Bölgemizde ekmeklik lehine artması, üreticilerin pazar değerini göz önüne alarak yeni çeşitlere yönelmesi sonucu çeşit sayısında bir artıştan söz etmek mümkündür (Kılıç ve ark., 2016). Özellikle üreticilerin özel taleplerinin yanı

sıra bir birleri ile olan karşılıklı etkileşimleri verim dalgalanmalarını azaltacak şekilde doğru çeşitlerin önerilmesi ile mümkündür (Kılıç ve ark., 2005).

İslah programları genel olarak üretici, sanayici ve tüketici istekleri dikkate alınarak oluşturulmaya çalışılmaktadır. Bu amaçla tane verimi ve kaliteyi artırmaya esas yetiştirme teknikleri ve çeşit geliştirme programlarında çeşitli ıslah yöntemleri kullanılmakla birlikte seleksiyon önemli bir yer tutmaktadır. Nitekim uzun yıllar süren ve yorucu emek gerektiren çeşit ıslahında hedefe ulaşma, üzerinde çalışılan karakterlerin genetik mekanizmalarının bilinmesi ve buna bağlı olarak uygun genotiplerin seçimine bağlıdır (Kılıç ve ark., 2012). İslah sürecinin uzun yıllar alması ve ülkemizdeki yazlık ekmeklik buğday çalışmaları için geliştirilen çeşit sayısının az olması, ayrıca

Sorumlu Yazar: eroloral@artuklu.edu.tr

Geliş Tarihi: 2 Ocak 2018

Kabul Tarihi: 1 Haziran 2018

buğday üretici çiftçilerimizin yabancı çeşitlere yönelik aşırı ilgileri ve tohum üretim firmalarının royalete hakkından kurtulmak için kısa yoldan kendi çeşitlerine sahip olma istekleri yurt dışında tescil edilmiş çeşitlerin yurt içinde iki yıl denenmek suretiyle uygun sonuçlar elde edildiği takdirde tescil edilmelerine olanak sağlamaktadır (Kendal ve ark., 2012). Ülkemiz dolayısıyla bölgemizin ekmeklik buğday açısından var olan üretim potansiyeli hem son zamanlarda ülkemizde tescil edilen verimli ve kaliteli çeşitlerin yaygınlaştırılması ile hem de yurtdışında tescil edilmiş ancak bölgemizin şartlarına adapte olabilecek verimli ve özellikle kaliteli çeşitlerin ülkemizde tescil edilmesi ve yaygınlaştırılması ile artırılabilir.

Ekmeklik buğday, hem yağışa dayalı şartlarda hem de sulu şartlarda yetiştirildiğinden dolayı genotip, çevre ve tahmin edilemeyen iklim koşullarında verimi değişmektedir. Bu nedenle başka yerlerde tescil edilen veya ıslah çalışmaları henüz devam eden çeşit adaylarının uygun ekolojilerde yetiştirilmesi için adaptasyon çalışmaları yapılmaktadır. Bu anlamda uygun ekolojilere uygun çeşitlerin bulunması için yürütülen çalışmalarda çeşit, çevre ve interaksiyon faktörlerinin her biri ayrı bir öneme sahiptir. Özellikle interaksiyon test edilen çevrelerde genotiplerin performansı hakkında bilgi sunmakta ve ıslah programlarında verim stabilitesinin ilerleyişinde önemli bir rol oynamaktadır (Kılıç ve ark., 2005). Tane verimi, bir çok genetik ve diğer faktörlerin etkisi altında fazla miktarda dalgalanma göstermektedir (Akter ve ark., 2014). Bu nedenle, AMMI ve Biplot analiz modelleri hem iki yönlü veri yapısını hem de bir ıslahçının genotipik potansiyeli ve üzerinde çevresel etkilere ilişkin kesin tahmin etmeyi mümkün kılan ana etkiler ve çarpımsal interaksiyonları içeren kompleks bir model oldukları için kullanılması uygundur (Kılıç ve ark., 2012;

Çizelge 1. Denemede kullanılan genotipler ve bazı özellikleri

Çeşit/Hat adı	Çeşitlerin ait olduğu kurumlar	Tescil Yılları
Adana-99	Çukurova Tarımsal Araştırma Enstitüsü	1999
Cemre	GAP Uluslar Arası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi	2008
Nurkent	GAP Uluslar Arası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi	2000
Pehlivan	Tırakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü	1998
Sagittario	Tassako Tarım (İtalya tescilli)	2001
Bitacora (Yurt dışı tescilli)	DNA Tarım ve Tohumculuk San. Ve Tic. Ltd.Şti.	Çeşit Adayı

Araştırmanın yürütüldüğü her iki çevre de yetiştirme sezonundaki aylık yağış miktarı uzun yıllar aylık ortalama yağış miktarı ile kıyaslandığında daha düzensiz yağışın kaydedildiği Şekil 1'de görülmektedir. Her iki çevrede de özellikle Kasım, Ocak yağışlarının uzun yıllar ortalamasından daha yüksek ancak özellikle buğday bitkisinin en çok ihtiyaç duyduğu Şubat-Mayıs arasındaki gelişme döneminde daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Yetiştirme sezonundaki ortalama aylık sıcaklık değerleri ise yağış miktarlarının tersine bir durum sergilediği tespit

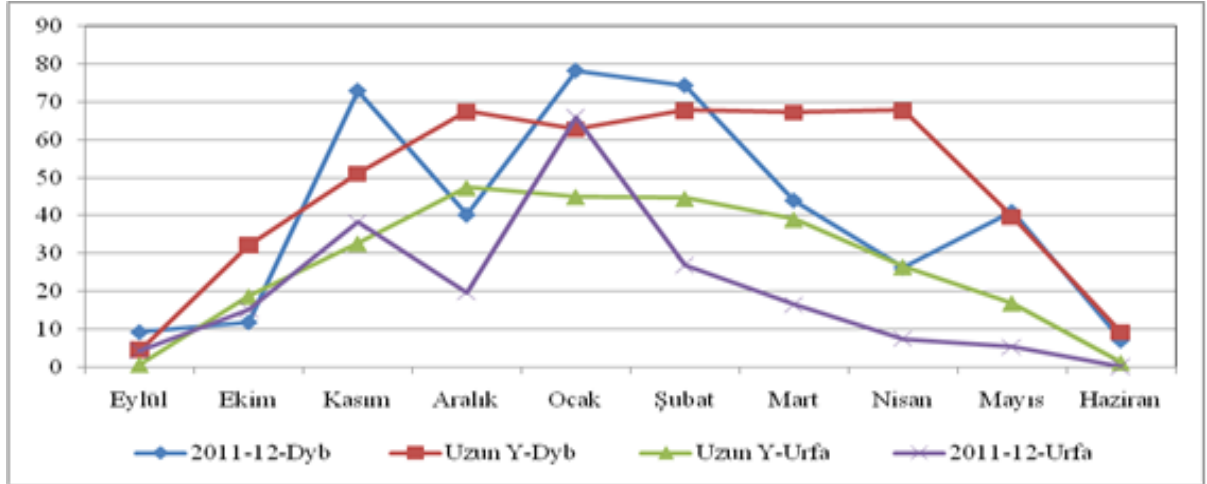
Kılıç ve ark., 2014; Kendal ve Tekdal, 2016; Sayar ve ark., 2016). AMMI ve Biplot analiz modelleri, çoklu çevreleri kullanan farklı araştırmacılar tarafından açık bir şekilde dile getirilmiş ve bu modeller çok değişkenli teknikler olup genotip ve çevre etkileşimlerinde ana etkiyi ve temel bileşen analizini karakterize ederek çeşit çevre interaksiyonu ile farklı genotiplerin çevreler üzerinde daha belirleyici görüntüler elde etmek, özel ve özel olmayan çevreleri belirlemek, çok özel çevreleri tanımlamak, farklı çevrelerde ileri kademedeki tescil aday hatları test etmek, performanslarını ve stabilitesini tahmin etmek için çok uygun olduğu bir çok araştırmacı tarafından dile getirilmiştir (Aktaş, 2016; RadNouri ve ark., 2013; Kendal ve Şener 2015 Kendal ve ark., 2016b).

Bu çalışmada, Biplot ve AMMI analiz modellerini kullanarak yurt dışı tescilli yazlık ekmeklik buğday çeşit adayının adaptasyon kabiliyetini ölçmek, diğer çeşitlerle rekabet gücünü araştırmak, tane verimi üzerinde genotip çevre interaksiyonunun etkisini görmek, büyük çevre gruplarını tanımlamak, her bir mega veya özel çevre için en iyi çeşidi belirlemek amaçlarımızı oluşturmuştur.

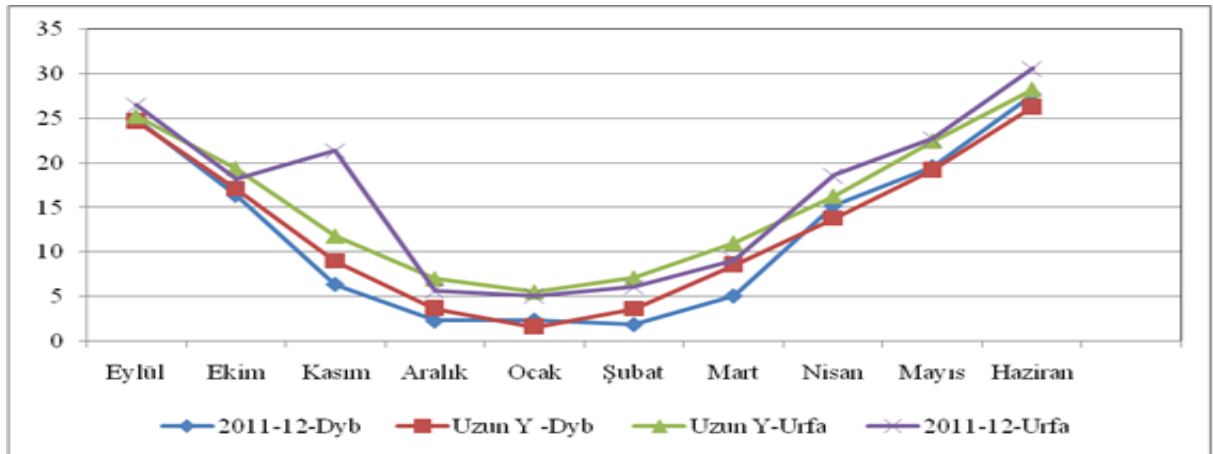
MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmada materyal olarak, 1 adet yurt dışı tescilli çeşit aday ve 5 adet bölgede yaygın olarak ekimi yapılan çeşitler olmak üzere, toplam 6 tane ekmeklik buğday çeşidi kullanılmıştır (Çizelge 1). Araştırmada kullanılan çeşitlerin adları, tescil edildikleri kuruluşlar ve tescil edildikleri yılı gösteren bilgiler Çizelge 1'de belirtilmiştir. Çalışma, 2011_2012 yetiştirme sezonunda Diyarbakır (Merkez) ve Şanlıurfa /Akçakale'de olmak üzere iki çevrede yürütülmüştür. Araştırmanın yürütüldüğü çevrelere ait yetiştirme sezonu ve uzun yıllar ortalaması yağış miktarları Şekil 1 ve yetiştirme sezonu ve uzun yıllar aylık sıcaklık ortalamaları Şekil 2'de verilmiştir.

edilmiştir (Şekil 2). Diyarbakır lokasyonunda sapa kalkma ve başaklanmadan sonra iki sulama (yağmurlama) yapılmıştır. Araştırma süresince toplamda 200 ml su verilmiştir. Şanlıurfa'da ise lokasyonunun daha sıcak ve kurak geçmesi nedeni ile çıkış için bir defa, sapa kalkma, başaklanmadan sonra ve süt olum döneminde olmak üzere toplam 4 sulama yapılmış ve 400 ml su verilmiştir. Denemeler tesadüf blokları deneme deseninde dört tekerrürlü olarak kurulmuştur. Deneme parselleri 6 m boyunda, 1.2 m genişliğinde her biri 20 cm aralıklı 6 sıra olacak şekilde (1.2 m x 6 m = 7.2 m²) deneme mibzer



Şekil 1. İllere ait yetiştirme sezonu ve uzun yıllar aylık ortalama yağış miktarı (mm) (www.meteor.gov.tr)



Şekil 2. İllere ait yetiştirme sezonu ve uzun yıllar aylık ortalama sıcaklık değerleri (°C) (www.meteor.gov.tr)

ile ekilmiştir. Her iki denemede de ekimle birlikte, dekara 6 kg saf P₂O₅ ve 6 kg saf N, Ayrıca 6 kg saf N/da bahar gübresi olarak şubat ayının sonunda uygulanmıştır. Geniş yapraklı yabancı otlara karşı kimyasal mücadele yapılmıştır. Gelişme döneminde parsel başlarından 0.5 m ve kenarlardan 0.4 m atılarak geriye kalan (5 m x 0.8 m = 4m²) kısım parsel biçerdöveri ile hasat edilmiştir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesinin yarı kurak ve çok sıcak iklim özellikleri, toprak yapısını da etkilemiştir. Bu topraklar düz ve düze yakın eğimlerde, derin veya orta derin, ABC profilinde topraklardır. Bu profillerde organik madde ve fosfor kapsamları düşük olup su ile doyma yüzdeleri yüksek ve bazik özellik göstermektedir. Diyarbakır toprakları organik madde oranı, Şanlıurfa/Akçakale toprakları ise tuz oranı bakımından daha yüksek değerlere sahiptir (Kendal, 2013).

Araştırmadan elde edilen veriler JMP ve GenStatRelease14.1 (Copyright 2011, VSN International Ltd.) versiyonu kullanılarak değerlendirilmiştir (Gauch, 1988). Sonuçlar AMMI ve GGE biplot modelleri ile yorumlanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

AMMI analiz metodu ile yapılan değerlendirmede farklı çevrelerde denenmiş olan 5 ekmeklik buğday çeşidi ve

bir çeşit adayına (yurtdışı tescilli) ait tane verimi bakımından çeşit, çevre ve çeşit çevre interaksyonu istatistiksel olarak 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ayrıca kareler ortalamasının sırasıyla %83.34' ü çevreden, %10.35'i çeşit x çevre interaksyonundan ve %6.29'ü ise çeşitten kaynaklandığı belirlenmiştir (Çizelge 2).

PCAI ve PCA2 eksenleri (Temel Bileşenler Eksen) sırasıyla genotip çevre interaksyonunun %62.35' ini ve %37.65'ini oluşturduğu ve %0.01'e göre önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 2 ve Şekil 4). Gauch ve Zobel (1996), AMMI modeli her iki temel bileşen ekseninin ya da daha fazlasının birlikte değerlendirilebilen ve her birinin genotip çevre interaksyonunu ne kadar etkilediğini oranlar ile ortaya koyan çok doğru bir model olduğunu bildirmektedir. Genotiplerin temel bileşen eksenine ortalama değerleri "0"sıfır değerine yaklaştıkça bu genotiplerin tüm çevrelerde stabil olduğunu göstermektedir. Çok yönlü analiz modeli genellikle AMMI 1 ve AMMI 2 olmak üzere iki farklı şekilde değerlendirilmektedir (Carbonell ve ark., 2004).

Çizelge 2. Tane verimi üzerinden yapılan AMMI analizine ait varyans analiz sonuçları

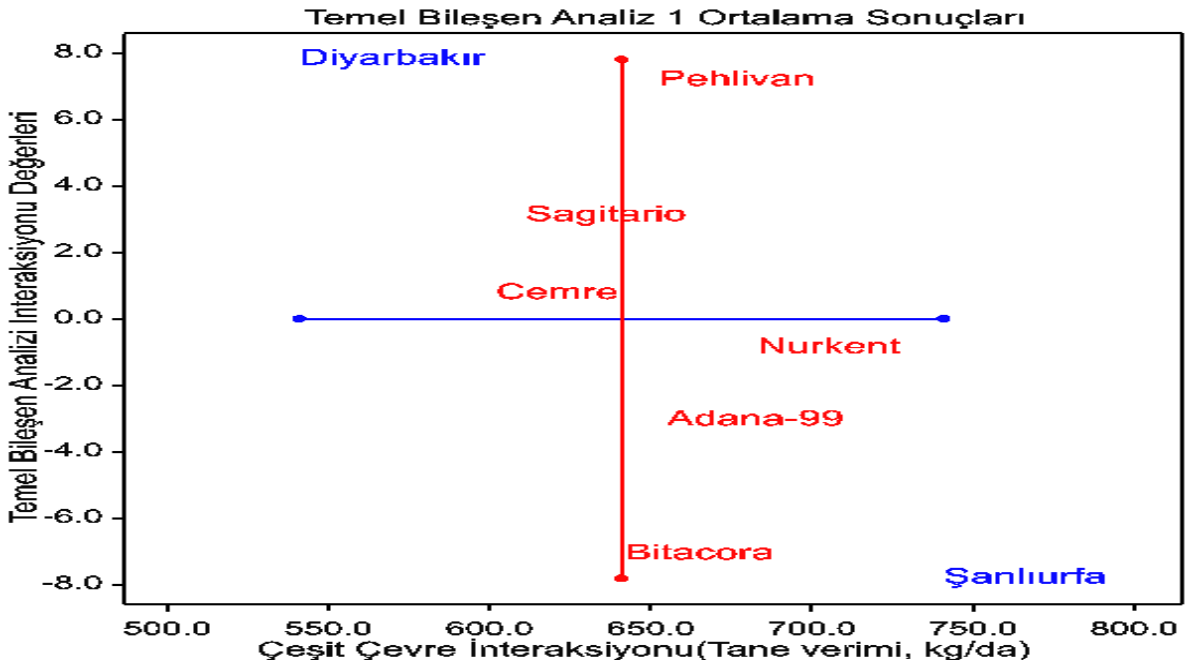
Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler toplamı	Kareler Ortalaması	F Değ eri	G+Ç+GÇ KO Oranı(%)
Çeşitler	5	36165	7233	1.6öd	6.29
Çevreler	1	478601	478601	165.39**	83.34
Tekerrür	6	17362	2894	0.64	-
Çeşit x Çevre İ nteraks.	5	59446	11889	2.63*	10.35
PCAI İ nteraksiyonu	5	59446	11889	2.63**	-
Hata	30	135476	4516	-	-
Toplam	47	727050	15469	-	-
DK(%)	10.48				

G: Genotip, Ç: Çevre, GÇ: Genotip Çevre İnteraksiyonu, KO: Kareler Ortalaması,

** : 0.01, * : 0.05'e göre önemli, öd : önemli değil

Ana Etkiler ve çarpımsal interaksiyonlar (AMMI) analizine göre tane verimi bakımından çevreler arasında önemli farklılıkların olduğunu ve çevrenin diğer varyasyon kaynaklarına göre daha yüksek etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Benzer sonuçlar bazı araştırmacılar tarafından ortaya konulmuş ve kareler ortalamasında çevre etkisinin diğer iki varyasyon kaynağından daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir (Bantayehu, 2013; Rezene, 2014; Doğan ve ark., 2016; Sayar, 2017; Pouresmael ve ark., 2018). Ayrıca Kendal ve Tekdal (2016), yaptıkları bir araştırmada arpada çevrenin genotip ve genotip çevre interaksiyonundan daha yüksek oranda tane verimi üzerinde etkili olduğunu bildirmişlerdir. Mehari ve ark. (2015) araştırma bulgularımızla uyumlu olarak ekmeklik buğdayda tane verimi özelliği bakımından kareler ortalamasında çevre etkisinin %78.3, genotip x çevre interaksiyonunun %14.6, genotip etkisinin ise %7.0 olduğunu bildirmişlerdir. Farshadfar ve ark. (2012), nın

yapmış olduğu bir çalışmada ekmeklik buğdayda tane verimi bakımından kareler ortalamasında çevre etkisinin (%59.39), interaksiyon biri çiçeklenme diğeri dane doldurma döneminde olmak üzere 2 defa sulama yapılmıştır. (14.34) ve genotiplerin (%9.39) etkisinden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. AMMI I modelinde, x-ekseni genotipleri ve çevrenin temel etkisini, y-ekseni ise interaksiyonu temsil etmektedir (Şekil 1). Çevre ve genotipler hem temel etki hem de interaksiyon bakımından çok değişkenlik göstermişlerdir. Bu modele (AMMI I) göre; her iki çevrenin ortalama tane verimleri üzerinden yapılan değerlendirmede tescil adayı olan Sagitario çeşidi ile Cemre çeşidinin ortalama verimden daha düşük, diğer çeşitlerin ise ortalama verimden daha yüksek tane verimine sahip oldukları tespit edilmiştir (Şekil 3). Ayrıca Nurkent çeşidi TBEİç



Şekil 3. AMMI I biplot grafiği iki çevrenin verim ortalamasına göre çeşitlerin stabilesi

(Temel Bileşen Ekseni interaksyonu) (1) $b=0.75517$ değeri ile her iki çevrenin ortalama tane verimi bakımından stabilize çizgisine yakın olduğundan diğer çeşitlere göre daha stabil çeşit ve Pehlivan çeşidi (TBEİç(1) $b=-0.88592$ değeri ile stabilize çizgisinden en

uzak olduğundan dolayı stabilitesi zayıf olan çeşit oldukları tespit edilirken diğer çeşitler ise orta derecelerde stabilizeye sahip oldukları tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Araştırmanın yürütüldüğü çevrelere ait tane verimi(kg/da) değerleri, oluşan gruplar ve temel bileşen eksen interaksyonu çeşit, çevre skorları

Çeşitler	Çevreler		Ortalama	TBEI Çeşit Skoru(1)
	Diyarbakır	Şanlıurfa		
Adana-99	531.3 ef	778.7 ac	655.0	3.05536
Cemre	508.0 f	696.0 bd	602.0	-7.08471
Nurkent	576.4 ef	789.9 ab	683.2	0.75517
Pehlivan	608.5 de	696.3 bd	652.5	-0.88592
Sagittario	535.4 ef	686.7 cd	611.1	7.1701
Bitarico	486.7 f	797.0 a	645.2	-0.823432
Ortalama	541.1 B	740.8 A		
TBEI Çevre skoru(1)	7.80731	-7.80731		

TBEI:Temel Bileşen Ekseni İnteraksyonu

Her iki çevrenin ortalama sonuçlarında; tane verimi bakımından Bitacora aday çeşidinin sadece Cemre ve Sagittario çeşitlerinden daha yüksek verim verdiği, stabilize değerleri bakımından ise sadece Pehlivan çeşidine göre daha stabil olduğu belirlenmiştir (Şekil 3). Diğer taraftan AMMI 1 modelin sonuçlarına göre Diyarbakır lokasyonunda verimin düşük (541.1 kg/da), Şanlıurfa lokasyonunda ise verimin oldukça yüksek (740.8 kg/da) olduğu görülmektedir (Şekil 3, Çizelge 4). Mirosavlievic ve ark. (2014)'ına göre düşük TBEI 1

değerlerine sahip çeşitler daha stabil olduğu, Flores ve ark. (1998)'ına göre ise yüksek verime sahip genotipler dinamik stabilizeyi temsil etmekte ve ticari bitki ıslahında kullanılabileceği bildirilmektedir. Benzer sonuçlar; Kendal ve Tekdal (2016), Kendal ve ark. (2016a)' nın yapmış oldukları araştırma sonuçlarında da görmek mümkündür. AMMI 1 analizi sonuçlarına göre her çevre için sırasıyla önerilebilecek ilk dört çeşidin sıralaması Çizelge 4' te verilmiştir.

Çizelge 4. AMMI Analizine göre her çevre için sırasıyla seçilmesi gereken ilk dört çeşit

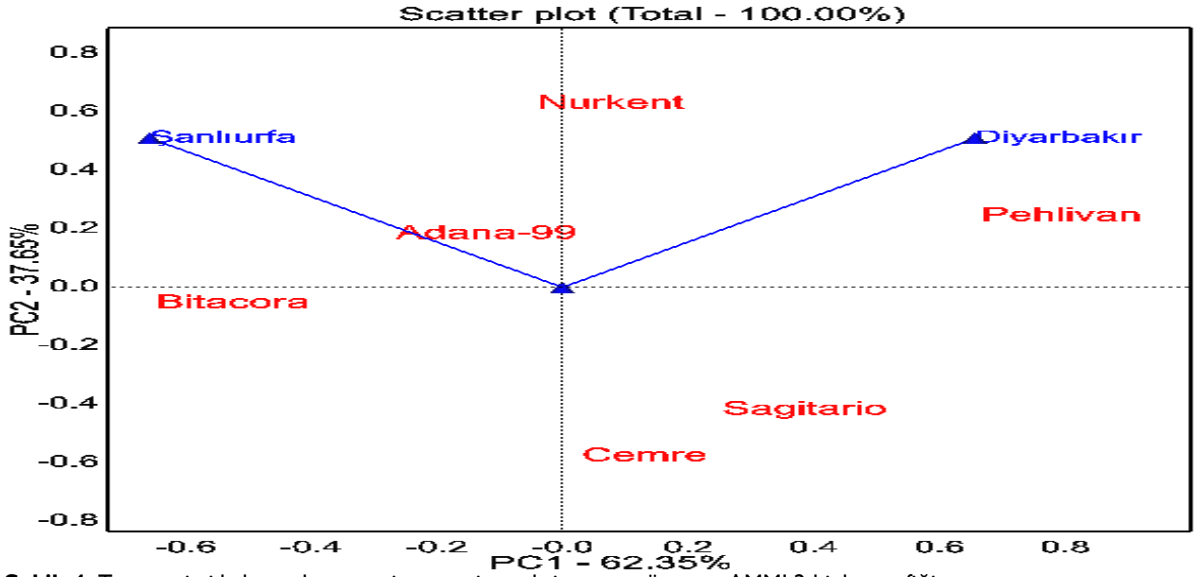
Çeşitler	Ort. Verim (kg/da)	Çevrelerin Skorları	1.Çeşit	2.Çeşit	3.Çeşit	4.Çeşit
Diyarbakır	541.1	7.807	Pehlivan	Nurkent	Sagittario	Adana-99
Şanlıurfa	740.8	-7.807	Bitacora	Nurkent	Adana-99	Pehlivan

TBEİç[1]:1. Çeşidin Temel Bileşen Ekseni İnteraksyonu

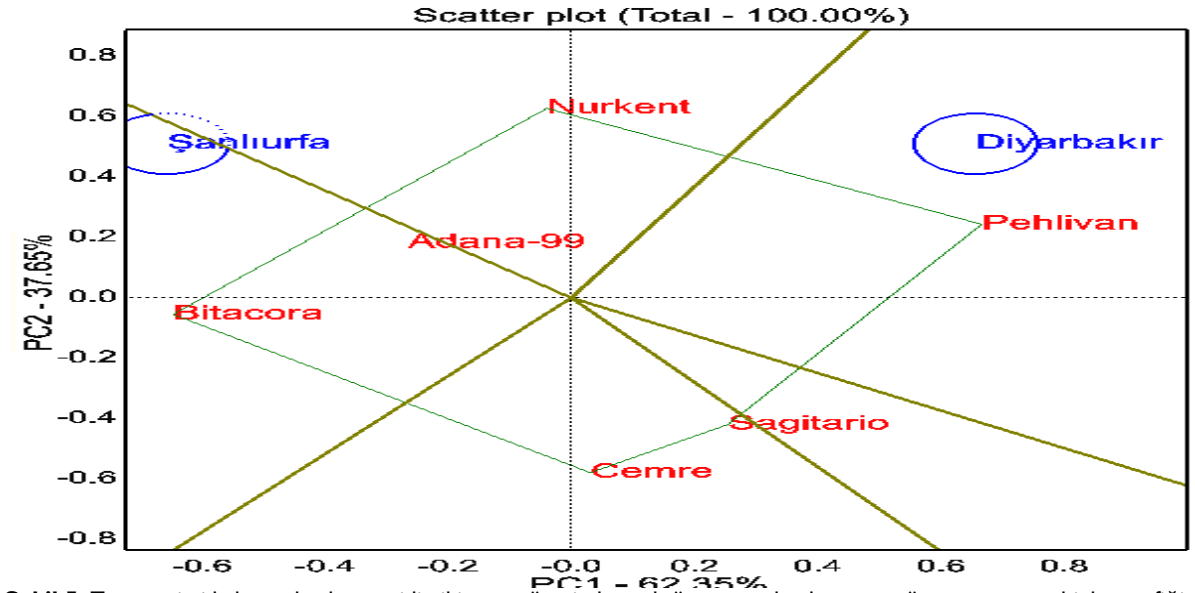
Bu analiz sonucunda Diyarbakır lokasyonunda ilk sırada tercih edilmesi gereken çeşit Pehlivan, Şanlıurfa lokasyonunda tescil adayı Bitacora çeşidi, her iki çevrede de ikinci sırada ise Pehlivan çeşidinin tercih edilmesi gerektiği söylenebilir. Ayrıca Adana 99 çeşidi Şanlıurfa'da Sagittario çeşidi ise Diyarbakır'da 3. sırada seçilmesi veya başvurulması gereken çeşitlerdir (Çizelge 4). Kendal ve Doğan (2015) ile Kendal ve ark. (2016a) çalışma bulgularımızla uyumlu olarak, birden fazla çevreye en uygun ilk iki sıradaki çeşidi veya çeşit adaylarını tüm çevredeki durumlarını görmek açısından AMMI analizi son derece önemli sonuçları aktarma özelliğine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Şekil 2' AMMI 2 biplot modeli ise ilk iki Temel Bileşen Ekseni İnteraksyonu (TBEI) ile ilgili modelleri görsel olarak çok iyi açıklama fırsatını vermektedir (Şekil 4).

AMMI 2 analiz modeli tarafından gösterilen genotip çevre interaksyonu, özellikle interaksyonun iki temel bileşen eksen arasında bölündüğünde etkisi ortaya çıkmaktadır (Çizelge 3). Bu model birçok araştırmacı tarafından değerlendirilmiştir (Gauch ve Zobel 1996; Yan ve Hunt 2001; Kendal ve ark., 2016; Kendal ve Tekdal 2016). AMMI analizinin bu modeli genotip çevre etkileşimini iki

yönlü hesaplamaktadır. Hata kareler ortalamasının sonuçlarına göre, TBE 1 (temel bileşen eksen) ve TBE 2 eksenlerinin interaksyonu %1.0' e göre önemli bulunmuştur. Ayrıca AMMI 2 analiz sonuçları TBE 1 ekseninin kareler ortalamasının %62.35'ine, TBE 2 nin ise %37.65'sine sahip olduğu, toplamda ise her iki bileşenin kareler ortalamasının % 100'ünü oluşturduğu tespit edilmiştir (Şekil 4, 5, 6 ve 7). Akçura ve ark. (2011), çok özel veya geniş adaptasyona sahip üstün ekmeçlik buğday genotiplerin seçimi, ilk iki GGE biplot bileşeninin (PCA1 ve PCA2) genotipik ve çevresel skorları kullanılarak üretilen bir biplot ile belirlendiğini bildirmişlerdir. Şekil 4, genotip çevre interaksyonunun ilk iki eksenine ait değerleri yüzdelik olarak açıklamaktadır (Vargas ve Crossa, 2000; Sayar ve Han, 2015). AMMI 2 eksen farklı hassasiyete sahip genotipleri çevresel değişkenliklere karşı genotip çevre interaksyonunu oluşturabilmektedir. Ayrıca AMMI 2 açık bir şekilde hangi genotipin hangi çevreye daha uygun olduğunu göstermekte ve genotiplerin çevrelere olan uyumluluk oranlarını ortaya çıkarmaktadır (Kendal ve Sayar, 2016). Şekil 2' ye göre çeşitler biplot üzerinde farklı noktalarda yer aldıklarından dolayı genetik olarak oldukça farklı olduklarını göstermekle birlikte Cemre ile



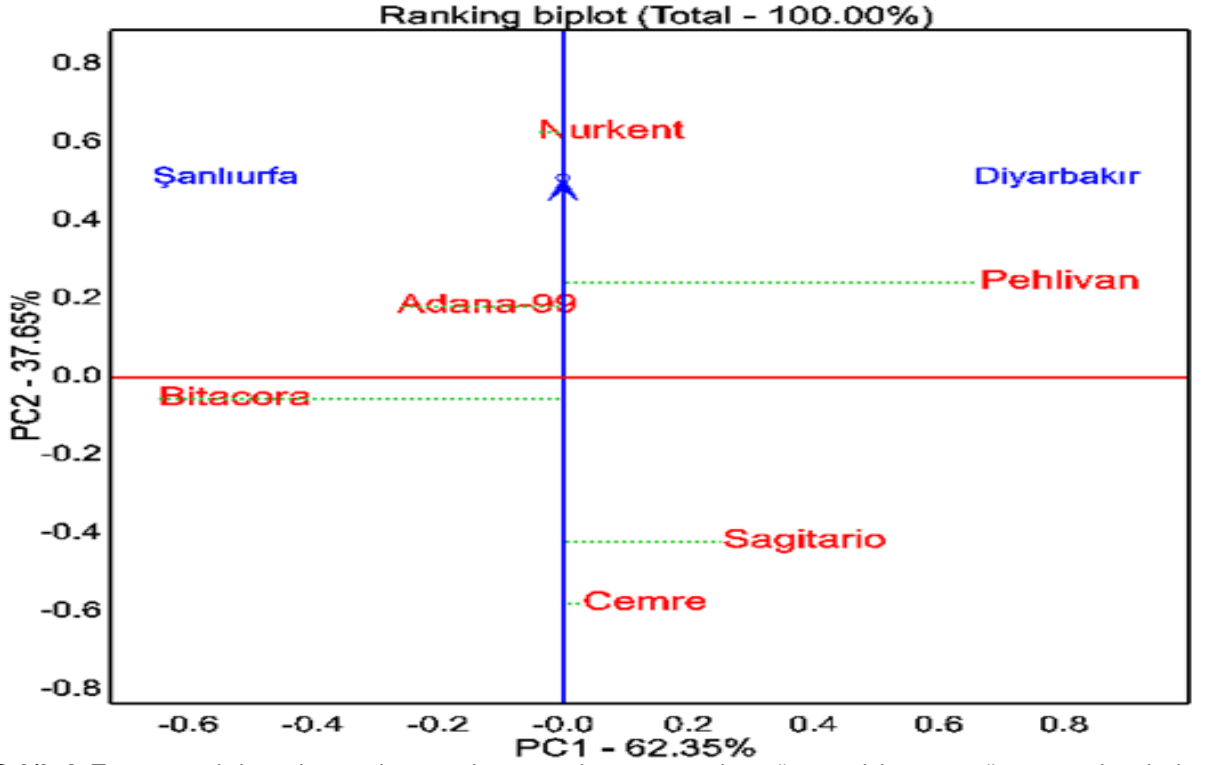
Şekil 4. Tane verimi bakımından genotip çevre interaksiyonunu gösteren AMMI 2 biplot grafiği



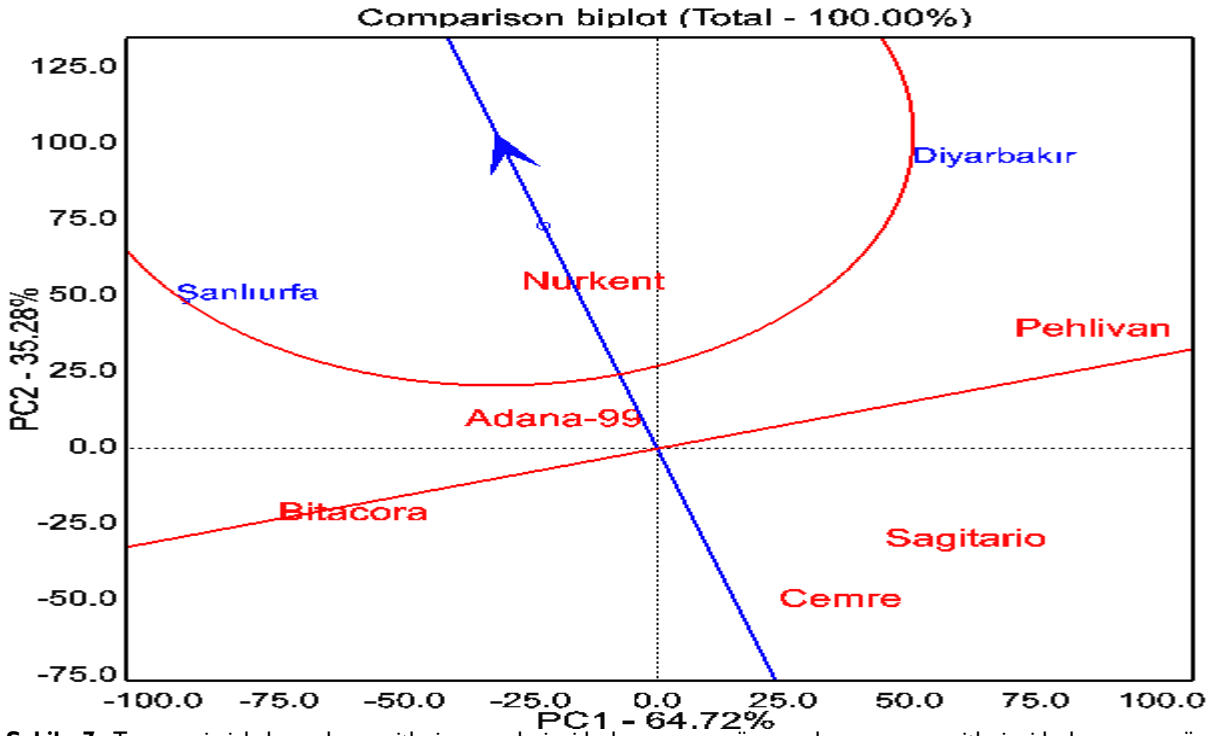
Şekil 5. Tane verimi bakımından beş çeşidin iki çevre üzerinden sektör ve gruplandırmasını gösteren scatter biplot grafiği

Sagittario çeşitlerinin kendi aralarında genetik olarak daha yakın olduğunu göstermektedir. Biplot üzerinde Pehlivan çeşidinin Diyarbakır lokasyonuna, çeşit adayı Bitacora'nın ise Şanlıurfa lokasyonuna daha yakın olduğu dolayısıyla bu lokasyonlar için uygun çeşitler olduğu söylenebilir. Ayrıca Biplot grafiği üzerinde lokasyonların konumlandığı yerlerin merkezinde yer alan Nurkent çeşidi diğerlerine göre daha iyi uyum gösterdiğini söyleyebiliriz. Benzer bir çalışmada genotiplerin stabilitesi ile ilgili, GGE biplotun AMMI ile karşılaştırıldığında daha yararlı ve etkili olduğu farklı

çevrelerde uygun genotipleri belirlemek için daha uygun bir model olduğu belirtilmiştir (Aktaş, 2016). AMMI 2 poligonu çoklu çevre şartlarından elde edilen tane verimi bakımından genotipleri birbiriyle ve çevrelerle ilişkilendirmekte ve hangi genotipin hangi çevreye daha uyumlu olduğunu göstermektedir (Şekil 5). Ayrıca çevreleri de farklı sektörlerle ayırarak gruplandırmaktadır. İslam ve ark. (2014)' nın yaptığı bir çalışmada genotip ve çevreler aynı sektör içinde yer alıyorsa bu iki faktörün etkileşimi pozitif, farklı sektörlerde yer alıyorsa negatif bir etkileşim, tümü aynı



Şekil 6. Tane verimi bakımından çeşitlerin ortalama verimlerini ve çevrelere göre stabilitesini gösteren ranking biplot grafiği



Şekil 7. Tane verimi bakımından çeşitlerin çevrelerin ideal çevreye göre sıralanması ve çeşitlerin ideal çevreye göre uyumunu gösteren comparison biplot grafiği

bildirmişlerdir. Ayrıca Akter ve ark., (2014), genotipler şekil üzerinde birbirlerine çok yakın görünüyorsa tüm çevrelerde birbirlerine yakın, genotipler aksi yönde yer alıyorsa o zaman genotipler birbirinden çok farklı verim sektöründe yer alıyorsa karışık bir etkileşim olduğunu sonuçlarına sahip olduğunu bildirmektedir. Şekil 5' e göre, aday çeşidin mevcut çeşitlerle kıyaslandığı bu çalışmada çevreler temel olarak beş sektör'e ayrılmıştır. Diyarbakır lokasyonu ile birlikte Pehlivan çeşidi 2. sektör; Şanlıurfa lokasyonu ile birlikte çeşit aday Bitacora ve Adana 99 çeşitleri 5. Sektörde yer almıştır. Nurkent çeşidi tek başına 2. ve 5. sektör arasında bulunan 4. sektörde yer alarak her iki lokasyon için uygun olduğu diğer çeşitler ise lokasyonlardan bağımsız sektörlerde yer alarak uyum kabiliyetlerinin daha zayıf olduğu tespit edilmiştir. Aynı yılda yürütülen çevrelerin farklı sektörlerde yer alması çevrelerin birbirlerinden farklılıklarını göstermektedir. Bu çalışmada çeşit aday olarak kullanılan Bitacora poligon üzerinde Şanlıurfa lokasyonuna daha yakın olması bu lokasyonda çalışmada kullanılan standartlara göre daha iyi uyum gösterdiğini söylemek mümkündür. Yapılacak buğday adaptasyon çalışmalarında her sektörden birer çevrenin seçilmesi ve çevreleri artırmak için daha farklı yerlerin seçilmesi çeşitlerin stabilitesi üzerinde daha etkili sonuçların alınması muhtemeldir. Çalışmada kullanılan çeşitlerin farklı sektörlerde yer alması verim bakımından bu genotiplerin genetik olarak farklı olduğunu, Cemre ve Sagittario çeşitlerinin ise tane verimi bakımından genetik olarak birbirine daha yakın olduğu tespit edilmiştir. Benzer sonuçlar Kendal ve ark. (2016)'nın yapmış olduğu biplot çalışmasında da elde edilmiştir. Sabaghnia ve ark. (2010), çokgen olarak görülen sektör biplot grafiği tamamen olmasa da genellikle orijinal verilere dayanmaktadır. Ayrıca Gauch (1988), bu model çıktılarının amaçlarını tavsiye etmek için çok uygun olduğunu bildirmiştir. Biplot görsel olarak çok çevreli verim denemelerinde (MEYT) belirli bir bölgede çeşitli mega ortamlarının varlığını değerlendirmek için önemli olduğunu bildirmiştir (Ubaidi ve ark., 2013). Ranking biplot yöntemi, her iki lokasyonun tane verimi ortalaması üzerinden çeşitlerin stabilitesi ve her iki çevre için de en uygun çeşidi tanımlamak için bize fikir vermektedir (Şekil 6). Ranking biplot şekline (Şekil 6) göre, Nurkent, Adana 99 ve Pehlivan çeşitleri ortalama verim çizgisinin üzerinde diğer çeşitler ise ortalama verim çizgisinin altında kaldığı, Nurkent çeşidi ok ile belirtilen stabilize çizgisinin merkezinde yer aldığı dolayısıyla stabil olduğu, özellikle Bitacora çeşit adayları ise ok ile gösterilen stabilize çizgisinden oldukça uzak olduğu görülmektedir. Bu şekil üzerinden yapılacak çeşit uyum değerlendirmesinde; her iki lokasyon için öncelikli olarak Nurkent çeşidinin tercih edilmesinin gerekliliğini ve çeşit adayının (Bitacora) ise diğer çeşitlere göre stabilize çizgisine daha uzak, ancak Cemre ve Sagittario çeşitlerine göre daha yüksek ortalama verime sahip olması ikinci dereceden tercih edilmesinin daha doğru olacağını göstermektedir. Bazı araştırmacılar, yaptıkları biplot çalışmalarında Biplot Ranking modelinin görsel karşılaştırmayı kolaylaştırmak ve bitki yetiştiriciliğinde genotiplerin stabilize ve

adaptasyon yeteneğine göre daha pratik önerilerde bulunmak için uygun bir model olduğunu bildirmişlerdir (Ahmadi ve ark., 2012; Kendal ve ark., 2016).

Comparison biplot modeli ise her iki lokasyonun ortalama tane verim değerleri üzerinden temsili olarak ideal bölgeyi (ok ile belirtilen) belirleyip ve bu ideal bölgeye göre araştırma konusu olan çeşitleri sıralamaktadır (Şekil 7). Kaya (2006), araştırmasında yüksek ortalama verim performansını sergileyen ve stabil olan genotipler ideal genotipler olarak tanımlamıştır. Şekil 7' e göre ok ile belirtilen daire ile sınırları belirlenen ideal bölgenin içerisinde yer alan Nurkent çeşidi her iki lokasyon ortalamasında tane verimi bakımından görsel olarak öncelikli tercih edilmesi gereken ideal çeşit olduğunu göstermektedir.

Adana 99 ve Pehlivan çeşitleri ise ortalama verim çizgisinin üzerinde yer aldıkları ve en ideal bölgeye yakın konumlandıklarından dolayı, ikinci dereceden tercih edilmesi gereken çeşitler olduğu görülmektedir. Diğer çeşitler ve aday çeşit (Bitacora) görsel olarak hem ortalama verim çizgisinin altında kaldıklarından dolayı hem de ideal bölgeden oldukça uzakta yer aldıklarından dolayı bu lokasyonlardaki uyum sonuçlarına göre birinci ve ikinci derecede tercih edilmemesi gereken çeşitlerdir. Comparison biplot modeli ortalama veriler üzerinden araştırma konusu olan çeşitleri temsili ideal çeşide göre sıraladığından dolayı seleksiyonda ve adaptasyon çalışmalarında görsel olarak bize daha iyi seçme fırsatı sunduğu için kullanılması gereken bir model olduğu görülmektedir. Benzer sonuçlar GGE Biplotun bu modelini kullanan çeşitli araştırmacılar tarafından da ifade edilmiştir (Jalata, 2011; Karimizade ark., 2013; Kendal ve Sayar, 2016)

SONUÇ

Bu araştırmanın sonuçları Biplot ve AMMI analiz modelleri ile değerlendirilmiş ve aday çeşidin adaptasyon kabiliyeti ve stabilize yeteneği mevcut çeşitlerle kıyaslanmıştır.

Ayrıca çalışmanın yürütüldüğü Şanlıurfa lokasyonunun yüksek verim (740.8 kg/da) Diyarbakır lokasyonunun düşük verim (541.1 kg/da) potansiyeli çevre şartlarına sahip olduğu anlaşılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, mevcut iki çeşitten daha yüksek diğer üç çeşitten daha düşük verime sahip Bitacora çeşidi, Şanlıurfa lokasyonunda ilk sırada tercih edilmesi gereken çeşit olduğu tespit edilmiştir. Ekmeklik buğday açısından tane verimi kadar önemli olan kalite kriterleri açısından da iyi sonuçlara sahip olduğu takdirde, bu aday çeşidin araştırmanın yürütüldüğü bölgelerde yetiştiriciliğinin tavsiye edilebileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca AMMI ve Biplot analiz modelleri ile görsel olarak çeşitlerin stabilize durumları incelenebileceği gibi çeşitler özel ve genel adaptasyon yeteneklerine göre çevrelere tavsiye edilebileceği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

Ahmadi J, Mohammadi A, NajafiMirak T (2012) Targeting promising bread wheat (*Triticum aestivum* L.) lines for cold climate growing environments using AMMI and SREG GGE Biplot Analyses. Journal Agriculture Science Technic 14: 645- 657.

- Akçura M, Taner S, Kaya Y (2011) Evaluation of bread wheat genotypes under irrigated multi-environment conditions using GGE biplot analyses. *Žemdirbystē Agriculture* 98: 35-40.
- Aktaş H (2016) Tracing highly adapted stable yielding bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes for greatly variable south-eastern Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research* 14:159-176.
- Akter A., Hassan M.J, Kulsum MU, Islam MR, Hossain K, Rahman MM, (2014) AMMI biplot analysis for stability of grain yield in hybridrice (*Oryza sativa* L.). *J. Rice Resarch* 2: 126.
- Anonim (2012) <https://www.mgm.gov.tr> (Erişim tarihi: 01/01/2013).
- Bantayehu M, Esmal J, Awoke Y (2013) Additive main effect and multiplicative interaction analysis and clustering of environments and genotypes in malting barley. *African Journal of Agricultural Research* 8 : 1896-1904.
- Carbonell SA, Filho JA, Dias LA, Garcia AA, Morais L (2004) Common bean genotypes and lines interactions with environments. *Sci. Agric., (Piracicaba Braz.)* 61: 169-177.
- Doğan Y, Kendal E, Oral E (2016) Identifying of relationship between traits and grain yield in spring Barley by GGE biplot analysis. *The Journal "Agricultural and Forestry"* 62 : 239-252.
- Farshadfar E, Poursiahbidi M, Mandjasemi M (2012) Evaluation of phenotypic stability in bread wheat genotypes using GGE-biplot. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences* 4: 904-910.
- Flores F, Moreno MT, Cubero JI (1998) A comparison of univariate and multivariate methods to analysis environments. *Field Crops Resarch* 56: 271-286.
- Gauch HG, Zobel RW (1996) AMMI analyses of yield trials. Genotype by environment interaction. *GRC. Paton, Florida* 4: 85-122.
- Gauch HG (1988) Model selection and validation for yield trials with interaction. *Biometrics* 44: 705-715.
- Islam MR, Anisuzzaman M, Khatun H, Sharma N, Islam Z, Akter A, Parta S, Biswas (2014) AMMI Analysis of yield performance and stability of rice genotypes across different haorareas. *Ecology Friendly Agriculture Journal* 7: 20-24.
- Jalata Z (2011) GGE-biplot Analysis of Multi-environment yield trials of barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes in Southeastern Ethiopia Highlands. *International Journal of Plant Breeding and Genetics* 5: 59-75.
- Karimizadeh RM, Mohammadi M, Sabaghni N, Mahmoodi AA, Roustami B, Seyyedi F, Akbari F (2013) GGE biplot analysis of yield stability in multi-environment trials of lentil genotypes under rainfed condition. *Notulae Scientia Biologicae*, 5:256-262.
- Kaya Y, Akçura M, Taner S (2006) GGE-Biplot analysis of multi-environment yield trials in bread wheat. *Turk Journal Agriculture Forestry* 30: 325-337.
- Kendal E, Doğan Y (2015) Stability of a candidate and cultivars (*Hordeum vulgare* L.) by GGE Biplot analysis of multi-environment yield trials in spring barley. *Agriculture and Forestry* 61 : 307-318.
- Kendal E, Sayar MS (2016) The stability of some spring Triticale genotypes using Biplot Analysis. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 26: 754-765.
- Kendal E, Şener O (2015) Examination of genotype environment interactions by GGE biplot analysis in spring durum wheat. *India Journal of Genetic and Plant Breeding* 75: 341-348.
- Kendal E, Tekdal S (2016) Application of AMMI model for evolution spring barley genotypes in Multi-Environment trials- Bangladesh Journal Botany 45: 613-620.
- Kendal E (2013) Bazı makarnalık buğday çeşitlerinde genotip x çevre interaksyonunun kalite ve verim özellikleri üzerine etkisi. MKÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana bilim dalı, Kasım 2013, (Doktora Tezi), Hatay.
- Kendal E, Doğan Y, Oral E (2016a) Ana etkiler ve çarpımsal İnteraksiyonlar AMMI analizi ile çoklu çevre şartları üzerinden yazlık arpa çeşit adayının mevcut çeşitlerle karşılaştırılması. I. Uluslararası Akdeniz Bilim ve Mühendislik Kongresi, 26-28 Ekim 2016. Çukurova Üniversitesi, Adana/Türkiye, 3201-3209.
- Kendal E, Sayar MS, Tekdal S, Aktaş H Karaman M (2016b) Assessment of the impact of ecological factors on yield and quality parameters in triticale using GGE biplot and AMMI Analysis. *Pakistan Journal Botany* 48: 1903-1913.
- Kendal E, Tekdal S, Aktaş H, Karaman M (2012) bazı makarnalık buğday çeşitlerinin diyarbakır ve adıyaman sulu koşullarında verim ve kalite parametreleri yönünden karşılaştırılması. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 26: 1-14.
- Kılıç H (2014) Additive main effect and multiplicative interactions (AMMI) Analysis of grain yield in barley genotypes across environments. *Journal Agricultural Science* 20: 337-344.
- Kılıç H, Akçura M, Uçar R, Aktaş H, Kökten K, Tekdal S (2016) Yerel ekmeçlik buğday popülasyonundan seçilmiş saf hatlarda bazı özellikler arası ilişkilerin belirlenmesi. *Tr. Doğa ve Fen Derg._ Tr. J. Nature Science*, 5:12-16.
- Kılıç H, Aktaş H, Kendal E, Tekdal S (2012) İleri kademe ekmeçlik buğday (*Triticum aestium* L.) hatlarının biplot analiz yöntemi ile değerlendirilmesi. Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. *Türk Doğa ve Fen Dergisi* 1: 132-139.
- Kılıç H, Erdemci İ, Karahan T, Karahan, H Aktaş, Kendal E (2005) Güneydoğu Anadolu Bölgesi şartlarında bazı ekmeçlik buğday çeşitlerinin uyum kabiliyetlerinin tespit edilmesi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi, GAP IV. Tarım Kongresi* 1: 809-814.
- Kılıç H, Kendal E, Aktaş H, Tekdal S (2014) ileri kademe ekmeçlik buğday hatlarının farklı çevrelerde tane verimi ve bazı kalite özellikleri yönünden değerlendirilmesi. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 4: 87-95.

- Kılıç H, Tekdal S, Kendal E, Aktaş H (2012) Augmented deneme desenine dayalı ileri kademe makarnalık buğday (*Triticum turgidum* ssp *durum*) hatlarının biplot analiz yöntemi ile değerlendirilmesi. KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi 15: 12-25.
- Mehari M, Tesfay M, Yirga H, Mesele A, Abebe T, Workineh A, Amare B (2015) GGE biplot analysis of genotype-by-environment interaction and grain yield stability of bread wheat genotypes in South Tigray, Ethiopia. Communications in Biometry and Crop Science 10: 17-26.
- Mirosavlievic MN, Przulj N, BocanskiStanisavlievic D, Mitrovic B (2014) The application of AMMI model for barley cultivars evaluation in multi-year trials. Genetika 46: 445-454.
- Pouresmael M, Kanouni H, Hajjhasani M, Astraki H, Mirakhorli A, Nasrollahi M, Mozaffari J (2018). Stability of chickpea (*Cicer arietinum* L.) landraces in national plant gene bank of Iran for drylands. Journal of Agricultural Science and Technology 20: 387-400.
- RadNouri MR, Abdulkadir M, Rafii MY, Hawa ZEJ, Naghavi MR, Ahmadi F (2013) Genotype environment interaction by AMMI and GGE biplot analysis in three consecutive generations of wheat (*Triticum aestivum* L) under normal and drought stress conditions. Australian Journal Crop Science 7: 956-961.
- Rezene Y (2014) GGE and AMMI biplot analysis for field pea yield stability in SNNPR state Ethiopia. Internat. Journal Sustainable Agrilculture Resarch 1: 28-38.
- Sabaghnia N, Dehghani H, Alizadeh B, Mohghaddam M (2010) Genetic analysis of oil yield, seed yield, and yield components in rapeseed using additive main effect and multiplicative interaction Biplots Agronomy Journal 102: 1361-1368.
- Sayar MS, Han Y (2015) Determination of seed yield and yield components of grasspea (*Lathyrus sativus* L.) lines and evaluations using GGE biplot analysis method. Tarım Bilimleri Dergisi- Journal Agriculture Science 21: 78-92.
- Sayar MS, Anlarsal AE, Başbağ M (2016) Macar Fiğ (*Vicia pannonica* Crantz.) genotiplerinde biyolojik verim özelliği bakımından çevreler üzerinden eklemeli ana etkiler ve çarpımsal interaksyonlar (AMMI) analizi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi 25 (Özel sayı-2):235-240.
- Sayar MS. (2017) Additive main effects and multiplicative interactions (AMMI) analysis for fresh forage yield in common vetch (*Vicia sativa* L.) genotypes. Agriculture and Forestry 63: 119-127.
- Ubaidi MOA, Al-kaisy AM, Al-issawi MH, Fadhel F, Fuller M (2013) Performance assessment of wheat cultivars under three locations using GGE-biplot. Journal of Genetic and Environmental Resources Conservation 1: 262-270.
- Vargas M, Crossa J (2000) The AMMI analysis and the graph of the Biplot in SAS. CentrolInternacional de Mejaromiento de Maizy Trigo (CIMMYT). Mexico, 42.
- Yan W, Hunt LA (2001) Interpretation of genotype x environment interaction for winter wheat yield in Ontario. Crop Science 41: 19-25.