

Bazı Durum Buğday Çeşitlerinin Biplot ve AMMI (Ana Etkiler ve Çarpımsal İnteraksiyonlar) Analizleri ile Stabilitelerinin Belirlenmesi

Erol ORAL

Enver KENDAL

Yusuf DOĞAN

Mardin Artuklu Üniversitesi Kızıltepe Meslek Yüksek Okulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Mardin
eroloral@artuklu.edu.tr

Öz

Bu çalışma, tescilli beş durum buğday çeşidinin Güneydoğu Anadolu Bölgesinde farklı iki çevre şartlarında denenerek verim performansı, stabilitesi ve çeşit*çevre interaksiyonunun etkisi incelenmiştir. Denemeler tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekrarlamalı ve sulu şartlarda yürütülmüştür. Ana etkiler ve çarpımsal interaksiyonlar (AMMI) analizi ile tane verimi ve genotip*çevre interaksiyonunun etkisi incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre, karaler ortalaması sırasıyla %91.20' i çevreden, %4.62'i genotipten ve %4.18'i ise çeşit*çevre interaksiyonundan etkilendiğini göstermiştir. Genotiplerin tane verimi daha çok çevre şartlarından etkilendiği ve çeşit, çevre ile çeşit*çevre interaksiyonunun %0.01 'e göre önemli olduğu tespit edilmiştir. PCA 1 and PCA 2 eksenlerinin (Temel Bileşenler Analizi) çeşit*çevre interaksiyonundaki etkisi sırasıyla %54.08 ve %45.92 olduğu saptanmıştır. AMMI analizi sonuçları ve stabilite değerlerine göre Fuatbey-2000 çeşidi yüksek verimli, Sarıçanak-98 çeşidi ise hem stabil ve hem de yüksek verimli, Vitrico çeşidinin (yurt dışı tescilli) ise verim ortalamasının altında ancak stabil olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmanın yürütüldüğü Şanlıurfa lokasyonunun yüksek (838.9 kg/da) Diyarbakır Lokasyonunun düşük verim (487.4 kg/da) potansiyeli çevre şartlarına sahip olduğu görülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre, Vitrico çeşidi mevcut iki çeşitten daha yüksek diğer ikisinden daha düşük verime sahip olduğu, ancak her iki çevrede Sarıçanak-98 çeşidi hariç diğer çeşitlere nazaran daha stabil olduğu anlaşılmıştır. Vitrico çeşit adayının tane verimi bakımından tatminkar olmadığı, kalite kriterleri üzerinde de gerekli araştırmalar yapıldıktan sonra bu çeşit adayının tescilli ile ilgili nihai karar verilmesi sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Stabilite, çeşit adayı, verim

Determination of Stabilities of Some Durum Wheat Varieties with Biplot and AMMI Analyzes (Main Effects and Multiplicative Interactions) Analyzes

Abstract

In this study, five durum wheat cultivar was in Southeastern Anatolia Region, and the yield performance, stability and various environmental interactions of these 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. Analysis indicated that the major contributions to treatment sum of squares were environments (91.20%), cultivars (4.68%), and GE (4.18%) respectively; suggesting that grain yield of genotypes was effected environmental conditions. The effects of PCA 1and PCA 2 (Base Component Analysis) were found to be 54.08% and 45.92%, respectively, in various environmental interactions. According to AMMI analysis results and stability values, Fuatbey-2000 variety was found to be highly efficient, Saricanak-98 variety was found to be both stable and high efficiency and Vitrico variety (abroad registered) was found to be love efficiency as mean yield, but stable. In addition, it was understood that Sanliurfa location environmental conditions where the study was carried out have high yield potential (8389 kg/ha), while Diyarbakır with low yield potential (4874 kg/ha). According to the results of the research, it is understood that the Vitrico variety has higher yield potential than the two existing varieties, but have lower than two other varieties, but it is more stable than existing varieties except Saricanak-98 in two different ecological conditions. Vitrico variety candidate is not satisfactory for grain yield, so the final decision on the registration of this kind of candidate has been made after the necessary researches on the quality criteria.

Key words: Stability, candidate, yield.

Giriş

Buğday, yüksek adaptasyon yeteneğine sahip olması ve dünyanın dört bir tarafında ana beslenme kaynağı olarak kullanılması nedeni ile hala araştırılması gereken önemli bir tarla bitkisi (Kılıç ve ark., 2012a). Temel olarak ekmeklik (*Triticum aestivum* L.) ve durum (*Triticum durum* L.) buğday olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Ekmeklik buğday; hem adaptasyon yeteneğinin yüksek olması hem de temel besin kaynağı olarak ekmek yapımında kullanılması nedeni dünya genelinde daha fazla araştırma konusu olmuş buna bağlı olarak da daha geniş bir alana yayılmıştır. Makarnalık buğday ise çok çeşitli ürün sektöründe kullanılmasına karşın temel olarak bulgur (%66) ve makarna (%27) sektöründe adından söz ettirmektedir (Tekdal ve ark., 2014). Dünyada tüketim amaçlı olarak kullanılan buğdayların yaklaşık %95'ini ekmeklik buğdaylar oluştururken, geri kalan %5'lik kısmını ise makarnalık ve spelta buğdayları oluşturmaktadır (Kılıç ve ark., 2014). Ayrıca genel olarak sadece yazlık kanı taşıdığı için kışı sert geçen yerlerde ve hasada yakın dönemde fazla yağış alan yerlerde yayılma alanına sahip değildir. Daha çok kışları ılık hasat mevsimi döneminde ise yüksek sıcaklık ve yağışsız iklim özelliğine sahip Ortadoğu ülkeleri, Akdeniz'e sınırı olan ülkeler, ABD, Kanada ve Meksika gibi makarnalık buğday için özel ekolojiye sahip bazı ülkelerde ağırlıklı olarak yetiştirme alanı bulmaktadır.

Ülkemizin makarnalık buğday ihtiyacı önemli oranda Güneydoğu Anadolu Bölgesinden karşılanırken, Orta Anadolu İç Ege ve Sahil Akdeniz iç bölgeleri de makarnalık buğday üretiminde önemli bir paya sahiptir (Güngör ve Akgöl, 2015). Güneydoğu Anadolu Bölgesi, buğdayın gen merkezi olarak bilinen Karacadağ havzasına sahip olması durum buğday yetiştiriciliği için önemini biraz daha artırmaktadır (Kılıç ve ark., 2012b). Bölgenin bu özel durumuna bağlı olarak durum buğdayları bu bölgede geniş yetiştirme alanı bulmuş ve diğer bölgelerle kıyaslandığında birim alandan daha yüksek verim ve kaliteli ürün elde edilmektedir (Kendal ve ark., 2012). Güneydoğu Anadolu Bölgesinin durum buğday üretimini artırılması için son zamanlarda ülkemizde tescil edilen verimli ve kaliteli çeşitler kullanılmaya başlanılmıştır. Bu amaçla yaygın ekimi yapılan tür ve çeşitler ile yurtdışında tescil edilmiş aynı zamanda bölgemizin şartlarına adapte olabilecek verim ve kalite kriterleri iyi çeşitler kullanılabilir.

Durum buğdayı, sulu şartlar dışında sadece mevcut yeterli yağışlarla da başarılı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bitkilerin su isteklerinin karşılanmadığı durumlarda çevre*genotip interaksiyonuna bağlı olarak verimlerde azalma meydana gelebilir (Kılıç, 2014). Bu sebeple 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 faktörün etkisi altında olduğundan dolayı verim unsurlarından daha çok çevresel dalgalanmalardan etkilenir (Akter ve ark., 2014). Bu nedenle, AMMI ve Biplot analiz modelleri hem iki yönlü (genotip ve çevre etkisinin PC1 ve PC2 ile gösterilmesi) 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., 2012a; 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 modellerde çeşit*çevre interaksiyonu ile farklı genotiplerin çevreler üzerinde daha belirleyici görüntüler

sergilediği, özel ve özel olmayan çevreleri belirlediği, çok özel çevreleri tanımladığı, farklı çevrelerde ileri kademede tescil adayı hatların test edilmesi, performanslarının ve stabilitealarının tahmin edilmesi için çok uygun olduğu bir çok araştırmacı tarafından dile getirilmiştir (Hagos ve Abay 2013; Rad ve ark., 2013; Kendal ve Şener 2015; Kendal ve ark., 2016a).

Bu çalışmada, Biplot ve AMMI analiz modelleri kullanarak gerek yurt içi tescilli çeşitlerinin ve gerekse yurt dışı tescilli çeşit adayının adaptasyon kabiliyetlerini ölçmek, aday çeşidin diğer çeşitlerle rekabet gücünü araştırmak, tane verimi üzerinde genotip çevre interaksiyonunun etkisini görmek ve her bir özel çevre için en iyi çeşidi belirlemek amaçlarımızı oluşturmuştur.

Materyal ve Yöntem

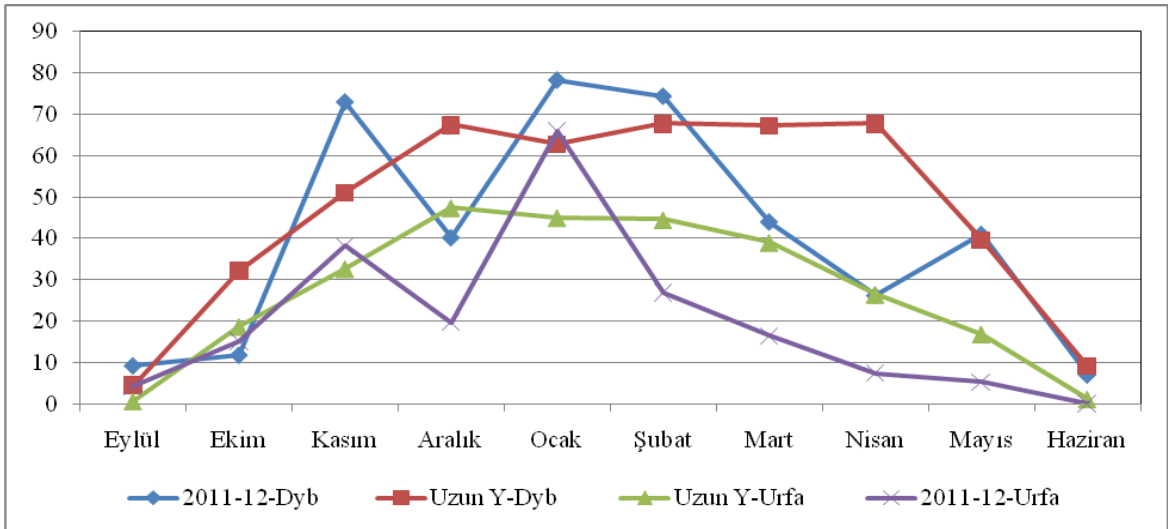
Materyal

Çalışmada, bir yurt dışı tescilli çeşit adayı, 4 adet bölgede yaygın olarak ekimi yapılan çeşit olmak üzere toplam 5 çeşit ve çeşit adayı materyal olarak kullanılmıştır (Çizelge 1).

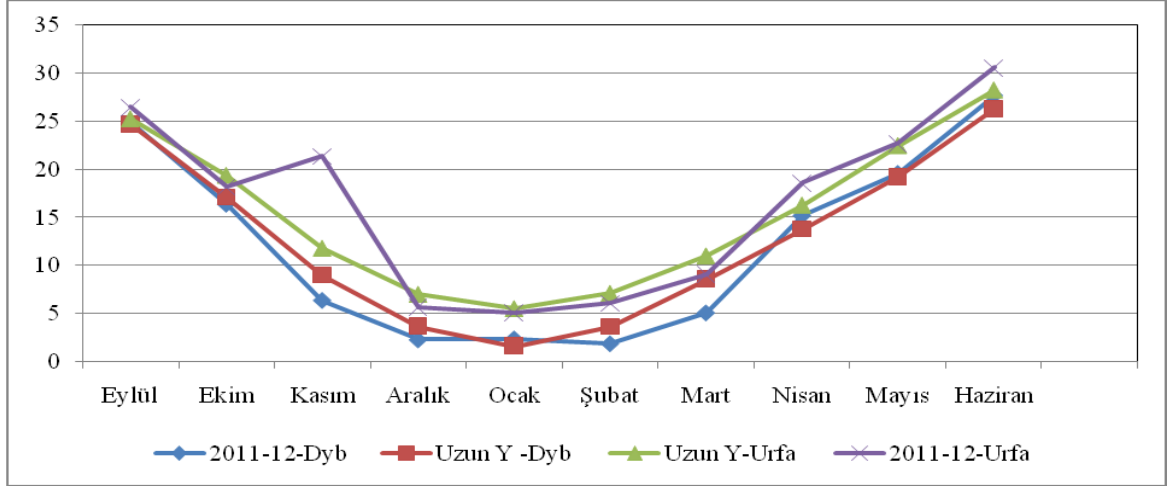
Çizelge 1. Denemede kullanılan genotipler ve bazı özellikleri

Çeşit/Hat adı	Çeşitlerin ait olduğu kurumlar	Tescil Yılları
Ege-88	Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü	1988
Fuatbey-2000	Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü	2000
Sarıçanak-98	GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi	1998
Svevo	Tassako Tarım (İtalya tescilli)	2001
Vitrico (Yurt dışı tescilli)	DNA Tarım ve Tohumculuk San. Ve Tic. Ltd.Şti.	Çeşit Adayı

Çalışma, 2011-2012 yetiştirme sezonunda Diyarbakır (Merkez) ve Şanlıurfa (Akçakale) olmak üzere iki çevrede yürütülmüştür. Araştırmanın yürütüldüğü çevrelere ait yetiştirme sezonu ve uzun yıllar ortalaması yağış miktarları Şekil 1’de, yetiştirme sezonu ve uzun yıllar aylık sıcaklık ortalamaları Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 1. Çevrelerin yetiştirme sezonu ve uzun yıllar aylık ortalama yağış miktarları (mm) (Anonim, 2009)



Şekil 2. Çevrelerin yetiştirme sezonu ve uzun yıllar aylık ortalama sıcaklık değerleri (°C) (Anonim, 2009)

Araştırmanın yürütüldüğü her iki çevrede 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 tam tersi bir durum sergilediği tespit edilmiştir (Şekil 2). Diyarbakır lokasyonunda araştırmaların önerdiği dönemlerde iki sulama (yağmurlama) yapılmış toplamda yaklaşık 200 ml su verilmiştir. Şanlıurfa’ da ise lokasyonunun daha sıcak ve kurak geçmesi nedeni ile araştırmaların önerdiği dönemlerde toplam 4 sulama yapılmış ve yaklaşık 400 ml su verilmiştir.

Yöntem

Denemeler tesadüf blokları deneme deseninde dört tekerrürlü olarak kurulmuştur. Deneme parselleri $1.2 \times 6 = 7.2 \text{ m}^2$ olacak şekilde ekim ayında deneme mibzeri ile ekilmiştir. Ekimle birlikte, dekara 6 kg saf P_2O_5 ve 6 kg saf N, Ayrıca 6 kg saf N bahar gübresi olarak şubat ayının sonunda uygulanmıştır. Geniş yapraklı yabancı otlara karşı kimyasal mücadele yapılmıştır. Gelişme döneminde parselin her iki kenarından 0.5 m kenar tesiri olarak bırakılmış ve parseller 6 m^2 üzerinden parsel biçerdöveri ile hasat edilmiştir.

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 Tartışma

AMMI analiz metodu ile yapılan değerlendirmede farklı çevrelerde denenmiş olan dört durum çeşidi ve bir çeşit adayına (yurtdışı tescilli) ait tane verimi bakımından çeşit, çevre ve çeşit*çevre interaksyonu istatistiksel olarak %0.1’e göre önemli bulunmuştur. Ayrıca kareler ortalamasının sırasıyla %91.20’ si çevreden, %4.62’si çeşitten ve %4.18’i ise çeşit*çevre interaksyonundan etkilendiği tespit edilmiştir.

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

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	G+Ç+GÇ KO Oranı(%)
Çeşitler	4	62574	15643	7.84**	4.62
Çevreler	1	1235464	1235464	38.96**	91.20
Tekerrür	6	190246	31708	15.89	
İnteraksiyon	4	56610	14153	7.09**	4.18
PCA1 İnteraksiyonu	4	56610	14153	7.09**	
Hata	24	47895	1996		
Toplam	39	1592789	40841		
DK(%)			6.73		

G:Genotip, Ç:Çevre, GÇİ: Genotip Çevre İnteraksiyonu, KO: Kareler Ortalaması, **:5 0.01'e göre önemli

Çeşitlerin tane veriminin daha çok çevre şartlarından etkilendiği tespit edilmiştir. PCA 1 ve PCA 2 değerleri sırasıyla genotip*çevre interaksiyonun %54.8'ini ve %46.2'sini oluşturduğu ve %0.01 seviyesinde önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 3 ve Şekil 4). Gauch ve Zobel (1996), AMMI modeli her iki temel bileşen eksenini ya da daha fazlasının birlikte değerlendirilebilen ve her birinin genotip*çevre interaksiyonunu ne kadar etkilediğini oranlar ile ortaya koyan çok doğru bir model olduğunu bildirmektedir. Genotiplerin temel bileşen eksenini ortalama değerleri sıfır değerine ne kadar yakın ise bu genotiplerin tüm çevrelere iyi uyum sağladığını göstermektedir (Carbonell ve ark., 2004).

Ana çarpımsal interaksiyonlar (AMMI) analizi tane verimi bakımından çevreler arasında önemli farklılıkların olduğunu ve çevrenin diğer varyasyon kaynaklarına göre daha yüksek etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

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

Çeşitler	Çevreler		Ortalama	TBEI Çeşit Skoru(1)
	Diyarbakır	Şanlıurfa		
Ege-88	451.8 a	877.2 a	664.5 ab	4.78716
Fuatbey-2000	512.7 a	898.0 a	705.3 a	2.19666
Sarıçanak-98	514.8 a	882.2 a	698.5 ab	1.02972
Svevo	491.5 a	698.1 b	594.8 c	-9.39442
Vitrico	466.0 a	838.8 a	652.4 b	1.38088
Ortalama	487.4 B	838.9 A		
TBEI Çevre skoru(1)	-7.71247	7.71247		

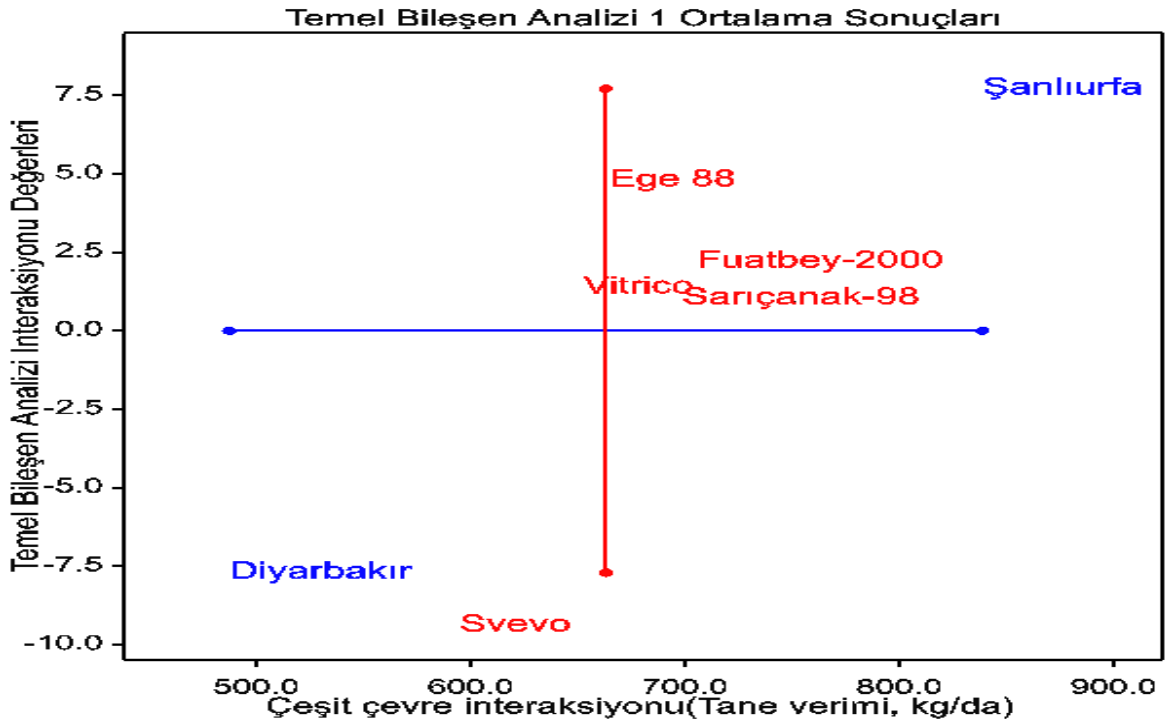
TBEI: Temel Bileşen Eksenini İnteraksiyonu

Benzer sonuçlar yapılan bazı araştırmacılar tarafından ortaya konulmuş ve kareler ortalamasında çevre etkisinin diğer iki varyasyon kaynağından daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir (Doğan ve ark., 2016; Bantayehu ve ark., 2013; Rezene, 2014). Ayrıca Kendal ve Tekdal (2016), yaptıkları bir araştırmada arpada çevrenin genotip ve genotip*çevre interaksiyonundan daha yüksek oranda tane verimi üzerinde etkili olduğunu bildirmişlerdir. Mohammadi ve ark. (2015)'nin yapmış olduğu bir çalışmada, durum buğdayda tane verimi bakımından kareler ortalamasında çevrenin (%74) ve genotip etkisi (%15) interaksiyonun (%11) etkisinden daha yüksek olduğunu bildirmiş olup çalışmamızın sonuçlarını teyit etmişlerdir. Beleggia ve ark. (2013), nın yapmış olduğu bir çalışmada durum buğdayın kalitesi bakımından kareler ortalamasında çevrenin ve interaksiyonun etkisi genotip etkisinden daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

AMMI 1 Analiz Modeli

AMMI 1 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.

AMMI 1 modele göre; her iki çevrenin ortalama tane verimleri üzerinden yapılan değerlendirmede tescil adayı olan Vitrico ve Svevo çeşidi ortalama verimden daha düşük, Sarıçanak-98, Fuatbey-2000 ve Ege-88 ortalama verimden daha yüksek tane verimine sahip oldukları tespit edilmiştir (Şekil 3). Ayrıca Sarıçanak-98 çeşidi TBEİÇ (Temel Bileşen Eksenleri interaksiyonu) (1) $b=1.02972$ değeri ile her iki çevrenin ortalama tane verimi bakımından stabilite çizgisine yakın olduğundan dolayı diğer çeşitlere göre daha stabil çeşit ve Svevo çeşidi (TBEİÇ (1) $b = -9.39442$ değeri ile stabilite çizgisinden en uzak dolayısıyla stabilitesi zayıf olan çeşit oldukları tespit edilirken, diğer çeşitler ise orta derecelere sahip oldukları tespit edilmiştir (Çizelge 3). Sonuçlar Vitrico aday çeşidinin Svevo çeşidi hariç diğer çeşitlere göre daha düşük verim potansiyeline sahip ve Sarıçanak-98 çeşidi hariç diğer çeşitlere göre daha stabil olduğu belirlenmiştir (Şekil 3). Diğer taraftan AMMI 1 modelin sonuçlarına göre Diyarbakır lokasyonunda verimin düşük (487.4 kg/da) Şanlıurfa lokasyonunda ise verimin oldukça yüksek (838.9 kg/da) olduğu görülmektedir (Şekil 3, Çizelge 4). Mirosavlievic ve ark., (2014)'e göre düşük TBEİ 1 değerlerine sahip çeşitler daha stabil olduğu, Flores ve ark. (1998)'na göre ise yüksek verime sahip genotipler dinamik stabiliteyi temsil etmekte ve ticari bitki ıslahında kullanılabileceği bildirilmektedir. Benzer sonuçlar; Kendal ve Tekdal (2016), Mohammadi ve ark. (2015), Kendal ve ark. (2016a)'nın yapmış oldukları araştırma sonuçlarında da görmek mümkündür.



Şekil 3. AMMI 1 biplot grafiği iki çevrenin verim ortalamasına göre çeşitlerin stabilitesini göstermektedir.

AMMI 1 analizi sonuçlarına göre her çevre için sırasıyla önerilebilecek ilk dört çeşidin sıralaması Çizelge 4’te verilmiştir. Bu analiz sonucunda hemen hemen her iki çevre için de ilk ve ikinci sırada tercih edilebilecek veya seçilebilecek çeşitler sırasıyla Sarıçanak-98 ve Fuatbey-2000 çeşitleridir. Ayrıca Svevo çeşidi Şanlıurfa’da, Ege-88 çeşidi ise Diyarbakır’da 3. sırada ve her iki çevrede de 4. sırada Vitrico çeşidinin seçilmesi veya başvurulması gereken çeşitlerdir (Çizelge 4). Kendal ve Doğan (2015) ile Kendal ve ark. (2016a) 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 bildirmiş olup çalışmalarını desteklemektedirler.

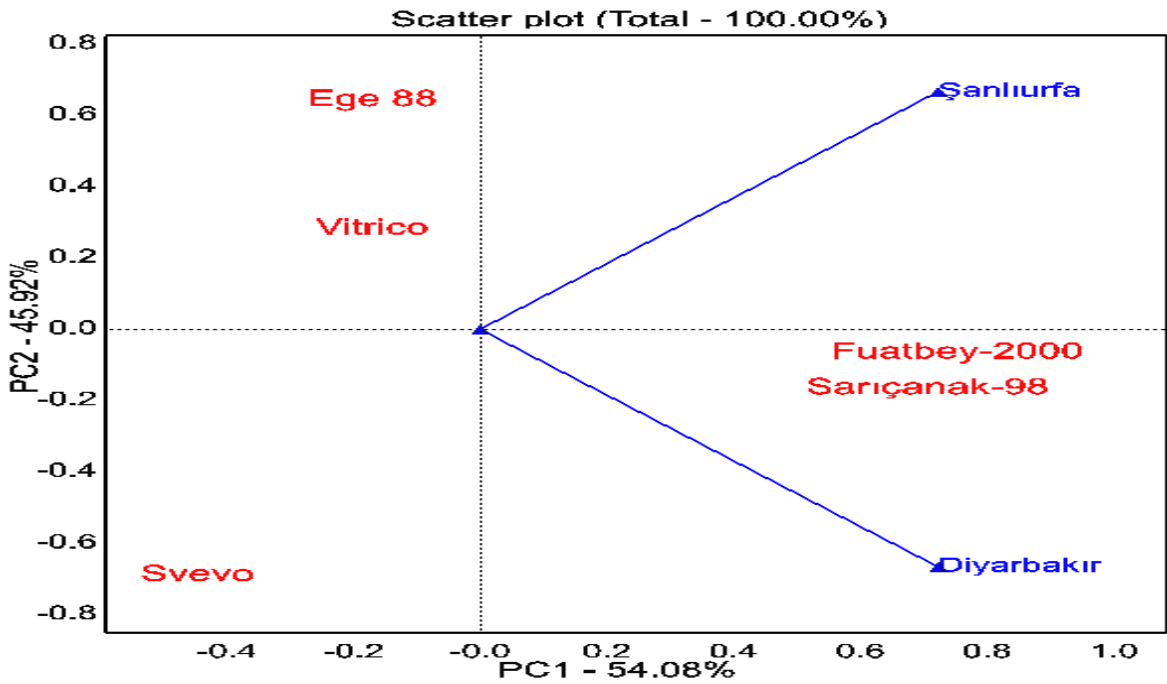
Çizelge 4. AMMI Analizine göre her çevre için sırasıyla seçilmesi gereken ilk dört çeşit

Çeşitler	Ort. verim (kg/da)	Çevrelerin skorları	1. Çeşit	2. Çeşit	3. Çeşit	4. Çeşit
Diyarbakır	487.4	-7.712	Sarıçanak-98	Fuatbey-2000	Svevo	Vitrico
Şanlıurfa	838.9	7.712	Fuatbey-2000	Sarıçanak-98	Ege-88	Vitrico

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

AMMI 2 Analiz Modeli

Şekil 2’ AMMI 2 biplot modeli ise ilk iki Temel Bileşen Ekseni İnteraksiyonu (TBE) ile ilgili modelleri görsel olarak çok iyi açıklama fırsatını vermektedir (Şekil 4).



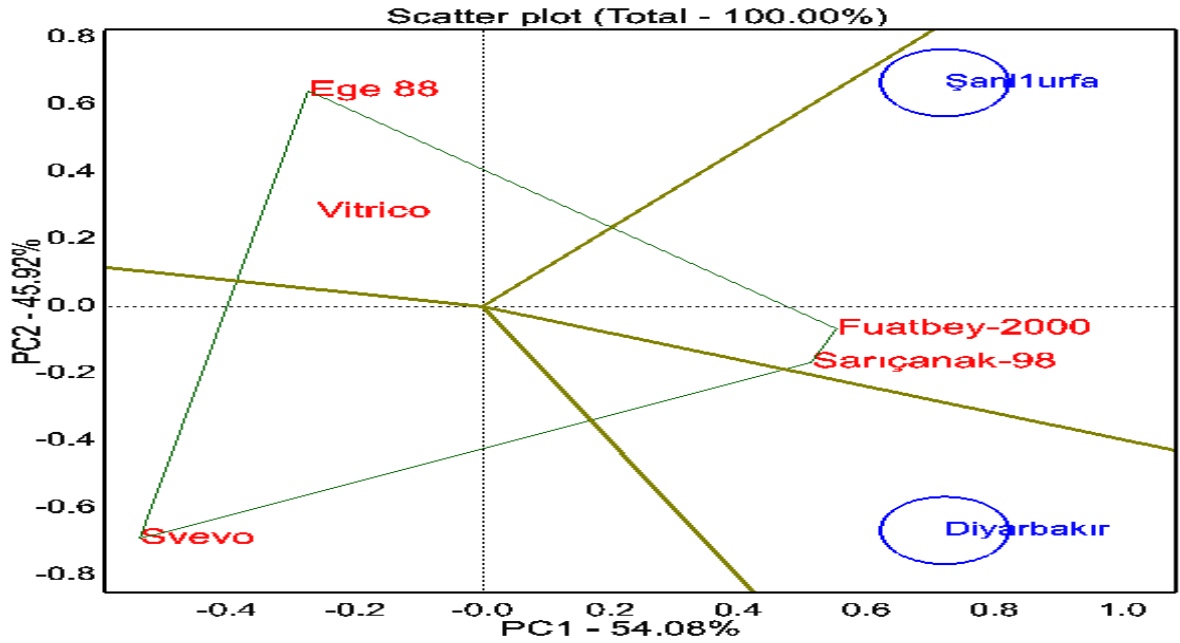
Şekil 4. Tane verimi bakımından genotip çevre interaksiyonunu gösteren AMMI 2 biplot grafiği

AMMI 2 analiz modeli tarafından gösterilen genotip*çevre interaksiyonu, özellikle interaksiyonun iki temel bileşen eksen arasında bölündüğünde etkisi ortaya çıkmaktadır (Çizelge 3). AMMI analiz modeli birçok araştırmacı tarafından değerlendirilmiştir (Gauch ve Zobel, 1996; Yan ve Hunt, 2001; Kendal ve ark., 2016a; Kendal ve Tekdal, 2016). AMMI analizinin bu modeli genotip çevre etkilerini iki yönlü hesaplamaktadır. Hata kareler ortalamasının sonuçlarına göre, TBE 1 (temel bileşen ekseni) ve TBE 2 eksenlerinin interaksiyonu %1.0’ e göre önemli bulunmuştur. Ayrıca AMMI 2 analiz sonuçları TBE 1

ekseninin kareler ortalamasının %54.8'ine, TBE 2 nin ise %46.2'sine sahip olduğu, toplamda ise her iki bileşenin kareler ortalamasının %100'ünü oluşturduğu tespit edilmiştir. (Şekil 4, 5, 6 ve 7).

Şekil 4, genotip*çevre interaksiyonunun ilk iki eksenine ait değerleri yüzdelik olarak açıklamaktadır (Vargas ve Crossa, 2000; Sayar ve Han, 2015). AMMI 2 eksenini farklı hassasiyete sahip genotipleri çevresel değişkenliklere karşı genotip*çevre interaksiyonunu oluşturabilmektedir. Ayrıca AMMI 2 açık bir şekilde hangi genotipin hangi çevreye daha uygun olduğunu göstermekte ve genotiplerin çevrelere olan uyumluluk oranlarını ortaya çıkarmaktadır (Li ve ark., 2006; Kendal ve ark., 2016b). Şekil 2'ye göre çeşitler biplot üzerinde farklı noktalarda yer aldıklarından dolayı genetik olarak oldukça farklı olduklarını göstermekle birlikte Fuatbey-2000 ve Sarıçanak-98 çeşitlerinin kendi aralarında, Ege-88 ile Vitrico çeşitlerinin kendi aralarında genetik olarak daha yakın olduğunu göstermektedir. Svevo çeşidinin ise biplot üzerinde dört çeşitten de farklı bir yerde konumlandığı için genetik olarak daha farklı olduğunu göstermektedir. Biplot grafiği üzerinde merkeze en yakın ve lokasyonların konumlandığı tarafta olan çeşitler (Fuatbey-2000, Sarıçanak-98) veya yakın olan çeşitler (Vitrico) diğerlerine göre daha iyi uyum gösterdiğini söyleyebiliriz. Purchase (1997) bu modelde biplotun merkezinde yer alan genotipler, biplotun merkezinden uzak olan genotiplere göre daha stabil olduğunu bildirerek çalışmamızı doğrulamaktadır.

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).



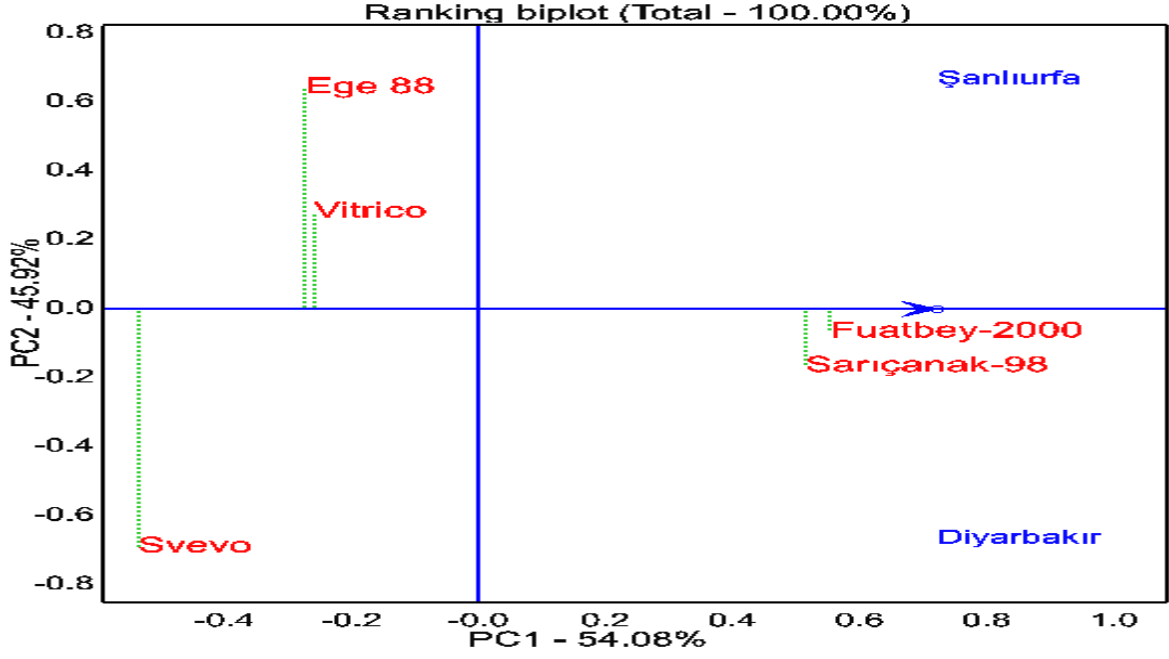
Şekil 5. Tane verimi bakımından beş çeşidin iki çevre üzerinden sektör ve gruplandırmasını gösteren scatter biplot grafiği

Ayrıca çevreleri de farklı sektörlere ayırarak gruplandırmaktadır. Islam ve ark. (2014)'nin yapmış olduğu bir çalışmada genotip ve çevreler aynı sektör içinde yer alıyorsa bu iki faktörün etkileşimi pozitif, farklı sektörlerde yer alıyorsa negatif bir etkileşim, tümü aynı sektörde yer alıyorsa karışık bir etkileşim olduğunu 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

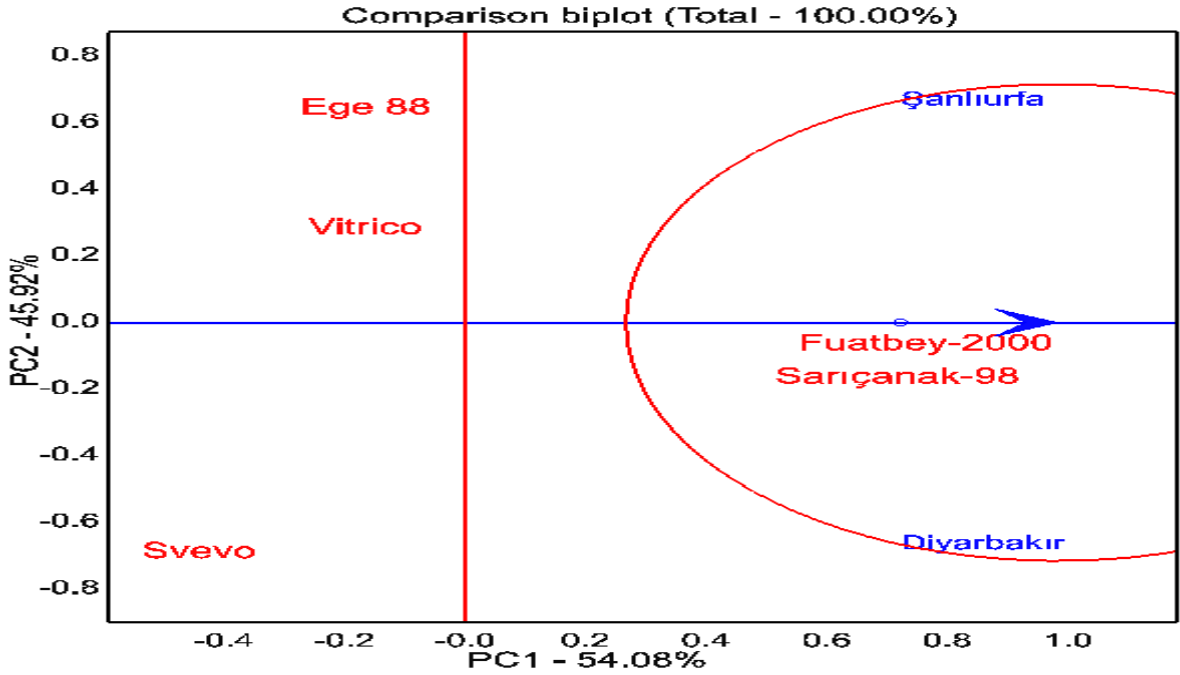
farklı verim sonuçlarına sahip olduğunu bildirmektedir. Şekil 5'e göre, Aday çeşidin mevcut çeşitlerle kıyaslandığı bu çalışmada çevreler temel olarak dört sektör'e ayrılmıştır. Diyarbakır lokasyonu 1. sektör; Şanlıurfa lokasyonu ile birlikte Sarıçanak-98 ve Fuatbey-2000 çeşitleri 2. sektör, 3. sektörde (Ege-88 ve Vitrico, 4. sektörlerde (Svevo) ise sadece çeşitler yer almıştır. Aynı yılda yürütülen çevrelerin farklı sektörlerde yer alması çevrelerin birbirlerinden farklılıklarını göstermektedir. Bu çalışmada, Şekil 3'e göre Sarıçanak-98 ve Fuatbey-2000 çeşitleri Şanlıurfa lokasyonu ile birlikte aynı sektörde yer alması bu çeşitlerin bu lokasyona iyi uyum gösterdiğini belirtmektedir. Çalışmada aday olarak kullanılan Vitrico çeşidi ise Svevo ve Ege-88 çeşitlerine göre poligonun merkezine daha yakın olması her iki lokasyonda bu iki çeşitten daha iyi uyum gösterdiğini söylemek mümkündür. Yapılacak buğday 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, Sarıçanak-98 ve Fuatbey-2000 çeşitlerinin ise genetik olarak birbirine daha yakın olduğu tespit edilmiştir. Benzer sonuçlar Kendal ve ark. (2016a)'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 çıktıların amaçlarını tavsiye etmek için çok uygun olduğunu bildirmiştir. AMMI modeli, geleneksel modellerle kıyaslandığında bazı avantajlara sahip olduğunu bildirmişlerdir (Gauch, 2006; Gauch ve ark. 2008).

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, Fuatbey-2000 ve Sarıçanak-98 çeşitlerinin ortalama verim çizgisinin üzerinde diğer çeşitlerin ise ortalama verim çizgisinin altında kaldığını, Fuatbey-2000 çeşidinin diğer çeşitlere göre ok ile belirtilen stabilite çizgisine en yakın olduğunu Svevo ve Ege-88 çeşitlerinin ise stabilite çizgisinden oldukça uzak olduğunu göstermektedir. Bu şekil üzerinden yapılacak çeşit uyum değerlendirmesinde; her iki lokasyon için öncelikli olarak Sarıçanak-98 ve Fuatbey-2000 çeşitlerinin tercih edilmesinin gerekliliğini ve çeşit adayının (Vitrico) ise hem diğer çeşitlerden stabilite çizgisine daha yakın olması hem de daha yüksek ortalama verime sahip olması nedeni ile ikinci dereceden tercih edilmesinin daha doğru olacağını göstermektedir. Bazı araştırmacılar, yaptıkları biplot çalışmalarında Biplot Ranking modelinin görsel karşılaştırmayı kolaylaştırmak ve bitki yetiştiriciliğinde genotiplerin stabilite ve adaptasyon yeteneğini görmek için ve sonrasında yapılacak pratik önerilere ilişkin bilgilendirici özelliğe sahip olduğunu bildirmişlerdir (Ahmadi ve ark., 2012; Mortavazian ve ark., 2014; Kendal ve ark., 2016a).

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).



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

Şekil 7'ye göre ok ile belirtilen ve daire ile sınırları belirlenen ideal bölgenin içerisinde yer alan Fuatbey-2000 ve Sarıçanak-98 çeşitleri her iki lokasyon ortalamasında tane verimi bakımından görsel olarak öncelikli tercih edilmesi gereken çeşitlerdir. Diğer çeşitler ve aday çeşit (Vitrico) görsel olarak hem ortalama verim çizgisinin altında kaldıklarından dolayı hem de ideal bölgeden oldukça uzakta yer aldıklarından dolayı bu lokasyonlardaki uyum sonuçlarına göre birinci derecede tercih edilmemesi gereken çeşitlerdir. Comparison biplot modeli ortalama veriler üzerinden temsili ideal genotipi

belirlediğinden dolayı seleksiyonda ve adaptasyon çalışmalarında görsel olarak bize araştırma konusu olan genotiplerden seçme fırsatı sunduğundan dolayı kullanılması gereken bir model olduğu görülmektedir. Benzer sonuçlar GGE Biplotun bu modelini kullanan çeşitli araştırmacılar tarafından da ifade edilmiştir (Jalata, 2011; Karimizade ve ark., 2013; Kendal ve Sayar, 2016).

Sonuç

Bu araştırmanın sonuçları Biplot ve AMMI analiz modelleri değerlendirilmiş ve aday çeşidin adaptasyon kabiliyeti ve stabilite yeteneği mevcut çeşitlerle kıyaslanmıştır. Yapılan analizlerin sonuçları, aday çeşidin, her iki çevrede tane verimi bakımından Sarıçanak-98 ve Fuatbey-2000 çeşitlerinden daha düşük verimli olduğu, Sarıçanak-98 çeşidi hariç diğer çeşitlerden daha istikrarlı olup çalışmanın yürütüldüğü çevrelere 2. dereceden tavsiye edilebileceği ve kalite kriterleri üzerinde de gerekli araştırmalar yapıldıktan sonra bu çeşit adayının tescili ile ilgili nihai karar verilebileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca farklı çevrelerden elde edilen araştırma sonuçlarının AMMI ve Biplot analiz modelleri ile görsel olarak çeşitlerin stabilite durumları incelenebileceği teyit edildiği için de oldukça faydalı olmuştur.

Kaynaklar

- Ahmadi, J., Mohammadi, A., Najafi Mirak, T. (2012). Targeting promising bread wheat (*Triticum aestivum* L.) lines for cold climate growing environments using AMMI and SREG GGE biplot analyses. J. Agr. Sci. Tech. (2012) Vol. 14: 645-657.
- Akter, A., Hassan, M. J., Kulsum, M. U., Islam, M. R., Hossain, K. Rahman, M. M. (2014). AMMI biplot analysis for stability of grain yield in hybridrice (*Oryza sativa* L.). J. Rice Res. 2: 126.
- Anonim, (2009). www.meteor.gov.tr.
- Bantayehu, M., Esmael, J., Awoke, Y. (2013). Additive main effect and multiplicati ve interaction analysis and clustering of environments and genotypes in malting barley. African Journal of Agricultural Research Vol. 8(18), pp. 1896-1904.
- Beleggia, R., Platani, C., Nigro, F., De Vita, P., Cattivelli, L., Papa, R. (2013). Effect of genotype, environment and genotype-by-environment interaction on metabolite profiling in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) grain. Journal of Cereal Science 2011 57, 183–192. doi:10.1016/j.jcs.2012.09.004.
- Carbonell, S. A., Filho, J. A., Dias, L. A., Garcia, A. A., 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 "Agriculture and Forestry", 62(4), 239-252.
- Flores, F., Moreno, M. T., Cubero, J. I. (1998). A comparison of univariate and multivariate methods to analysis environments. Field Crops Res. 56: 271-286.
- Gauch, H. G., Zobel, R. W. (1996). AMMI analyses of yield trails. Genotype by environment interaction. GRC. Paton, Florida. pp. 85-122.
- Gauch, H. G., Piepho, H. P., Annichiarico, P. (2008). Statistical analysis of yield trials by AMMI and GGE. Further considerations. Crop Sci. 48: 866-889.
- Gauch, H. G. (1988). Model selection and validation for yield trials with interaction. Biometrics 44: 705-715.
- Gauch, H. G. (2006). Statistical analysis of yield trials by AMMI and GGE. Crop Sci. 46: 1488-1500.
- Güngör, H., Akgöl, B. (2015). Kırklareli ekolojik koşullarında makarnalık buğday genotiplerinin verim ve kalite özelliklerinin biplot analiz Yöntemi ile değerlendirilmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 2(3): 256–267, 2015.
- Hagos, G. H., Abay, F. (2013). AMMI and GGE Biplot analysis of bread wheat genotypes in the northern part of Ethiopia. Journal Plant Breeding and Genetic 1: 12.18.
- Islam, M. R., 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. Eco. FriendlyAgril. J. 7(02):20-24.

- Jalata, Z. (2011). GGE-biplot Analysis of Multi-environment yield trials of barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes in Southeastern Ethiopia Highlands. International J.of P. Breeding and Gen. 5(1):59-75.
- Karimizadeh, R., Mohammadi, M., Sabaghni, N., Mahmoodi, A. A., Roustami, B., Seyyedi, F. et al. (2013). GGE biplot analysis of yield stability in multi-environment trials of lentil genotypes under rainfed condition. Notulae Scientia Biologicae 5:256-262.
- Kendal, E., Dogan, Y. (2015). Stability of a Candidate and Cultivars (*Hordeum vulgare* L) by GGE Biplot analysis of multi-environment yield trials in spring barley. Agriculture & Forestry, Vol. 61(4): 307-318, 2015, Podgorica, DOI: 10.17707/Agriculture Forest.61.4.37
- Kendal, E., Sayar, M. S. (2016). The stability of some spring Triticale genotypes using biplot analysis, The Journal of Animal & Plant Sciences, 26(3): 2016, Page:754-765 ISSN: 1018-7081.
- Kendal, E., Sener, O. (2015). Examination of genotype environment interactions by GGE biplot analysis in spring durum wheat, Ind. J. of Genet. and Plant Breed. 75(3): 341-348 (2015), DOI: 10.5958/0975-6906.2015.00054.1.
- Kendal, E., Tekdal, S. (2016). Application of AMMI model for evolution spring barley genotypes in Multi-Environment trials- Bangladesh J. Bot. 45(3): 613-620, 2016.
- Kendal, E., Doğan, Y., Oral, E. (2016a). Ana etkiler ve çarpımsal interaksyonlar AMMI Analizi ile çoklu çevre şartları üzerinden yazlık arpa çeşit adayının mevcut çeşitlerle karşılaştırılması. 1.. Uluslararası Akdeniz Bilim ve Mühendislik Kongresi, Sayfa:3201-3209, 26-28 Ekim 2016. Çukurova Üniversitesi, Adana/Türkiye.
- Kendal, E., Sayar, M. S., Tekdal, S., Aktas, H., Karaman, M. (2016b). Assessment of the impact of ecological factors on yield and quality parameters in triticale using GGE biplot and AMMI Analysis. Pak. J. Bot, 48(5), 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, Cilt 26, Sayı 2, 1-14.2012.
- Kılıç, H. (2014). Additive main effect and multiplicative interactions (AMMI) Analysis of grain yield in barley genotypes across environments. J. Agril. Sci. 20: 337-344.
- Kılıç, H., Aktaş, H. Kendal, E., Tekdal, S., (2012a). İleri kademe ekmeklik buğday (*Triticumaestium* L.) hatlarının Biplot analiz yöntemi ile değerlendirilmesi. Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Türk Doğa ve Fen Dergisi, 1 (2): 132-139, 2012. Bingöl.
- Kılıç, H., Erdemci, İ., Karahan T., Karahan H., Aktaş H. ve Kendal, E., (2005). Güneydoğu Anadolu Bölgesi şartlarında bazı makarnalık buğday çeşitlerinin uyum kabiliyetlerinin tespit edilmesi., Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi, GAP IV. Tarım Kongresi 1.cilt Sayfa: 768 21-23.09.2005/ Şanlıurfa.
- 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, Cilt: 4 - Sayı: 4, Sayfa:87-95.
- Kılıç, H., Tekdal, S., Kendal, E., Aktaş, H. (2012b). Augmented deneme desenine dayalı ileri kademe makarnalık buğday (*Triticum turgidum ssp durum*) hatlarının biplot analiz yöntemi ile değerlendirilmesi, KSÜ Doğa Bil. Derg., 15(4),12-25.
- Li, W., Yan, Z. H., Wei, Y. M., Lan, X. L., Zheng, Y. L. (2006). Evaluation of genotype x environment interactions in Chinese spring wheat by the AMMI model, correlation and path analysis. J. Agron. Crop Sci. 192: 221-227.
- Mirosavljevic, M. N., Przulj, N., Bocanski, Stanisavljevic, D., Mitrovic, B. (2014). The application of AMMI model for barley cultivars evaluation in multi-year trials. Genetika, Vol: 46, No. 2, 445-454.
- Mohammadi, M., Sharifi, P., Karimizadeh, Alt Jafarby. J.,Khanzadeh, H., Hosseinpour, T., Poursabıdı, M. M., Roustaii, M., Hassanpour, Hosni, M., Pedram, M. (2015).Stability of grain yield of durum wheat genotypes by ammi model. Agriculture &Forestry, Vol. 61,Issue 3: 181-193,2015,Podgorica
- Mortazavian, S. M. M., Nikkiah, H. R., Hassani, F. A., Sharif-al-Hosseini, M., Taheri, M., Mahlooji, M. (2014). GGE biplot and AMMI Analysis of yield performance of barley genotypes across different environments in Iran. J. Agr. Sci. Tech. Vol. 16: 609-622.
- Purchase, J. L. (1997). Parametric analysis to describe genotype by environment interaction and yield stability in winter wheat. Ph.D. Thesis, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture of the University of the FreeState, Bloemfontein, South Africa.
- Rad, M. R. N., Abdulkadir, M., Rafii, M. Y., Hawa, Z. E. J., Naghavi, M. R., 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 J. Crop Sci. 7(7): 956-961.
- Rezene, Y. (2014). GGE and AMMI biplot analysis for fieldpea yield stability in SNNPR state Ethiopia. Internat. J. Sustainable Agril. Res. 1(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. Agron. J. 102: 1361-1368.
- Sayar, M. S., Anlarsa, A. E., Başbağ, M. (2016). Macar Fiğ (*Viciapannonica* Crantz.) genotiplerinde biyolojik verim özelliği bakımından çevreler üzerinden eklemeli ana etkiler ve çarpımsal etkileşimler (AMMI) analizi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 2016, 25 (Özel sayı-2):235-240
- Sayar, M. S., 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 Agric. Sci. 21(1): 78-92.
- Tekdal, S., Kendal, E., Aktaş, H., Ayana, B., Bayram, M., Kılıç H., Yıldırım, M. (2014). Türkiye'deki durum buğday çeşitleri ile bazı yerel popülasyon ve ileri kademede hatların bulgurluk kalitesi yönünden taranması. Tübitak, 111O246 nolu 1001 proje sonuç raporu. Kasım 2014. Diyarbakır.
- Vargas, M., Crossa, J. (2000). The AMMI analysis and the graph of the Biplot in SAS. Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo (CIMMYT). Mexico. p. 42.
- Yan, W., Hunt, L. A. (2001). Interpretation of genotype x environment interaction for winter wheat yield in Ontario, Crop Sci. 41: 19-25.