

Macar Fiğ (*Vicia pannonica* Crantz.) Genotiplerinde Biyolojik Verim Özelliği Bakımından Çevreler Üzerinden Eklemeli Ana Etkiler ve Çarpımsal İnteraksiyonlar (AMMI) Analizi

*Mehmet Salih SAYAR¹ Adem Emin ANLARSAL² Mehmet BAŞBAĞ³

¹Dicle Üniversitesi, Bismil MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Diyarbakır

²Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Adana

³Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Diyarbakır

*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail): msalihsayar@hotmail.com

Öz

Biyolojik verim özelliği bakımından 12 Macar fiğ (*Vicia pannonica* Crantz.) genotipinde çevreler üzerinden eklemeli ana etkiler ve çarpımsal interaksiyonlar (AMMI) analizinin ele alındığı bu çalışmada, denemeler 2008-09 ve 2009-10 yıllarında, Güneydoğu Anadolu Bölgesinin 5 değişik lokasyonunda 2 yıl süreyle yürütülmüştür. Araştırmanın denemeleri tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuş ve yağışa dayalı koşullarda yürütülmüştür. Eklemeli ana etkiler ve çarpımsal interaksiyonlar analizi (AMMI) sonucuna göre; genotip × çevre interaksiyonunda genotiplerin biyolojik verim performansları üzerine çevresel etkilerin baskın olduğunu göstermiştir. İlk iki ana bileşen eksenini (IPCA 1 ve IPCA 2), istatistiki olarak önemli ($P < 0.01$) bulunmuş ve genotip × çevre interaksiyonunun %74.81'ini açıklamıştır. AMMI modeli esas alınarak yapılan biplot analizlerinden elde edilen bulgulara göre, tüm çevreler için biyolojik verim özelliği bakımından en yüksek stabilite değerine sahip genotipin Ege Beyazı-79 çeşidi olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: AMMI analizi, biyolojik verim, macar fiği (*Vicia pannonica*), stabilite

Additive Main Effects and Multiplicative Interactions (AMMI) Analysis for Biological Yield in Hungarian Vetch (*Vicia pannonica* Crantz) Genotypes

Abstract

The study was held to evaluate genotype × environment interactions and stability status of twelve Hungarian vetch (*Vicia pannonica* Crantz.) genotypes in terms of biological yield trait by using additive main effects and multiplicative interactions analysis (AMMI). Field trials of the study were carried out during 2008-09 and 2009-10 growing seasons under the rainfed conditions of five different locations of the Southeastern Anatolia region of Turkey. The field trials were established according to randomized blocks design with three replications. Additive main effects and multiplicative interactions analysis (AMMI) showed that the effect of environments on genotype × environment interactions were found quite high levels for biological yield trait. The first two principal component axes (IPCA 1 and IPCA 2) were found highly significant ($P < 0.01$), and they accounted for 74.81% of the total genotype by environmental interaction. AMMI analysis revealed that Ege Beyazı-79 (G6) cultivar has the best stability in terms of biological yield.

Keywords: AMMI analysis, biological yield, Hungarian vetch (*Vicia pannonica* Crantz.), genotype × environment interactions, stability

Giriş

Daha önce Güneydoğu Anadolu bölgesinde yapılan çalışmalarda, bölgeye adaptasyon sağladığı belirlenen Macar fiği (Tükel ve ark. 1993; Başbağ ve ark. 2001; Sayar ve ark. 2010) bölgede uygulanacak ekim nöbeti sistemleri içerisinde kışlık olarak yetiştirilebilecek tek yıllık baklagil yem bitkisidir. Soğuğa dayanıklılığı ile bilinen Macar fiği (*Vicia pannonica* Crantz.)

bölgemizde kışlık olarak yetiştirildiğinde Mayıs ayında ot hasadı yapılarak pamukla ekim nöbetine girebilme olanağına sahiptir (Sayar 2014a). Bitki ıslahçılarının en önemli amaçlarından biri, verim gibi birçok karakterle ilişkili olan özellikler bakımından geniş bir adaptasyon yeteneğine sahip çeşitleri geliştirmektir (Gauch and Zobel 1996). Özellikle

yağışa dayalı şartlarda kontrolü hemen hemen mümkün olmayan iklim koşulları nedeniyle yıllar ve lokasyonlar arasında genotiplerin verim sıralamalarında, genotip x çevre interaksiyonlarından kaynaklanan değişik verim sıralamaları ortaya çıkmaktadır (Sayar ve ark. 2013). Şimdiye kadar genotiplerin çevre ile olan interaksiyonları ve bu interaksiyonların kontrolü ile ilgili birçok metot geliştirilmişse de, tüm bitki ıslahçıları tarafından benimsenen bir yonteme ulaşılammıştır (Kaya ve ark. 2006). Tohum ve saman veriminin toplamını ifade eden biyolojik verim, birçok araştırmacı tarafından tek yıllık baklagil yem bitkilerinin tohum verimi üzerinde çok önemli derecede etkili olduğu belirlenen bir özelliktir (Çakmakçı ve ark. 2003; Sayar 2014b). Son zamanlarda bitki ıslahçıları tarafından yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanılan AMMI analiz yontemi (Additive Main Effects and Multiplicative Interactions / Çevreler Üzerinden Eklemeli Ana Etkiler ve Çarpımsal İnteraksiyonlar Analizi) basit varyans analizi (ANOVA) ile temel ana bileşenler analiz (the principal component analysis (PCA)) yonteminin birleştirilmesinden oluşmaktadır (Gauch and Zobel 1996; Mirosavljeviç et al. 2014). AMMI analizinin araştırmacılar tarafından tercih edilmesinin nedenleri arasında; bu metodun genotip x çevre interaksiyonlarının ortaya konulmasında oldukça etkili olması (Tarakanovas and Ruzgas 2006), genotiplerin performansları üzerinde, genotiplerin, çevrelerin ve genotip x çevre interaksiyonunun ne derece etkili olduklarını gösterebilmesi (Asfaw et al. 2009), bu analiz yontemi ile oluşturulan görsel ve

açıklayıcı grafikler ve IPCA (Interaction Principal Components Axes / Temel İnteraksiyon Bileşenleri) değerleri sayesinde genotiplerin çevrelerle olan ilişkisinin ve stabilize durumlarının açıklayıcı bir şekilde ortaya konulmasını gösterebiliriz. Bu üstün özellikleri nedeniyle AMMI analiz yontemi, son zamanlarda ülkemizdeki tarımsal araştırmacılar tarafından oldukça kabul görmüş ve değişik tarımsal ürünlerde kullanılmaya başlanmıştır (Kaya ve ark. 2002; İlker ve ark. 2011; Kılıç, 2014; Kendal ve Tekdal. 2016; Kendal ve ark. 2016; Doğan ve ark. 2016). Bu araştırma, Güneydoğu Anadolu Bölgesinin beş değişik lokasyonunda iki yıl süreyle yürütölen denemeler sonucunda, oniki Macar fiğ genotipinde saptanan biyolojik verim değerlerinin AMMI analiz yontemi ile değerlendirilmesi amacıyla ele alınmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada 6 tescilli çeşit (Tarm Beyazı-98, Anadolu Pembesi-2002, Budak, Ege Beyazı-79, Oğuz-2002) ve 6 Hat (Hat-3, Hat-10, Hat-15, Hat-18, Hat-2109) olmak üzere toplam 12 Macar fiğ (*Vicia pannonica* Crantz.) genotipi materyal olarak kullanılmıştır. Araştırma 2008-09 ve 2009-10 yetiştirme yıllarında, beş farklı lokasyonda, tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekrarlamalı ve yağışa dayalı şartlarda yürütölmüştür. Denemelerin yürütöldüğü çevreler ve bu çevrelere ait rakım, toprak ve iklim ile ilgili bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir.

Araştırmada denemeler 10 çevrede de tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Ekimde parsel büyüklüğü 7.2 m²

Çizelge 1. Denemelerin yürütöldüğü çevreler ve bu çevrelere ait toprak ve iklimsel veriler

Table 1. The study conducted environments and climatic and soil properties of the environments

Çevreler	Yetiştirme Yılları	Lokasyonlar	Rakım (m)	Toprak Özellikleri	Ekim Tarihi	Yıllık Ort. Sıcaklık (°C)	Yıllık Top. Yağış (mm)
E1	2008-2009	Diyarbakır	603	pH=7.86 Killi-Tınlı	14.11.2008	12.4	455.0
E2	2009-2010	Diyarbakır	607	pH=7.85 Killi-Tınlı	20.11.2009	14.3	517.9
E3	2008-2009	Çınar	701	pH=7.84 Killi-Tınlı	17.11.2008	12.9	366.3
E4	2009-2010	Çınar	675	pH=7.85 Killi-Tınlı	24.11.2009	15.0	417.0
E5	2008-2009	Ergani	995	pH=7.76 Killi-Tınlı	07.11.2008	13.8	768.8
E6	2009-2010	Ergani	936	pH=7.77 Killi-Tınlı	19.11.2009	14.6	963.6
E7	2008-2009	Çüngüş	970	pH=7.78 Kumlu-Tınlı	07.11.2008	9.7	725.0
E8	2009-2010	Çüngüş	915	pH=7.79 Kumlu-Tınlı	19.11.2009	11.2	825.2
E9	2008-2009	Hazro	815	pH=7.65 Killi-Tınlı	06.11.2008	11.9	927.4
E10	2009-2010	Hazro	808	pH=7.64 Killi-Tınlı	17.11.2009	13.8	1055.6

*Diyarbakır Meteoroloji Bölge Müdürlüğü Verileri

*Data from the Regional Directorate of Meteorology, Diyarbakir, Turkey

Çizelge 2. Oniki Macar fiğ genotipinin, 10 çevredeki biyolojik verimlerinin AMMI analiz yöntemiyle incelenmesi sonucunda oluşan AMMI varyans tablosu

Table 2. AMMI variance analysis table for biological yield trait in 12 Hungarian vetch genotypes and 10 environments with AMMI analysis

Varyasyon Kaynakları	SD	KT	KO	F Değeri	% Değerleri
Toplam	359	3986184	11104		
Uygulamalar	119	3047462	25609	6.67**	
Genotipler	11	735471	66861	17.43**	23.41
Çevreler	9	1143226	127025	26.85**	36.38
Tekerrürler	20	94620	4731	1.23 ^{öd}	3.01
Genotip x Çevre İnt.	99	1168765	11806	3.08**	37.20
IPCA 1	19	497569	26188	6.83**	42.57
IPCA 2	17	376764	22163	5.78**	32.24
Residuals	63	294432	4674	1.22 ^{öd}	25.19
Hata	220	844101	3837		

SD: Serbestlik derecesi; KT: Kareler toplamı; KO, Kareler ortalaması; **, p<0.01; öd: önemli değil
SD: Degree of freedom; KT: Sum of squares, KO: Mean squares, **: not significant at p<0.01

olmuştur (6 m sıra uzunluğu × 6 sıra sayısı × 20 cm sıra arası mesafe). Deneme ekimleri Çizelge 1'de belirtilen tarihlerde tavlı toprağa deneme mibzeri ile yapılmıştır. Araştırmada metre kareye 220 tohum düşecek şekilde ekim normu ayarlanmıştır (Munzur ve ark. 1992). Ekimle beraber 2.7 kg/da saf azot (N) ve 6.9 kg/da fosfor (P₂O₅) olacak şekilde taban gübresi (15 kg/da DAP 18-46) kullanılmıştır. Denemelerin yabancı ot mücadelesi zamanında elle yapılmıştır.

Her parselin başından ve sonundan 0.5 m'lik kısmı kenar tesiri olarak dikkate alınmamıştır. Araştırmada genotiplerin biyolojik verimleri Anonim (2001)'de belirlenen yöntemlerle saptanmıştır. AMMI analiz ve grafikleri GENSTAT paket programı (VSN International, 2011) kullanılarak, Gauch (1988)'da belirtilen yöntemlere göre yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Beş farklı lokasyonda iki yıl süreyle yetiştirilen 12 Macar fiğ genotipine ait biyolojik verimler kullanılarak yapılan eklemeli ana etkiler ve çarpımsal etkiler analiz (AMMI) sonucuna göre ortaya çıkan varyans analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2 incelendiğinde; genotip (%23.41), çevreler (%36.38) ve genotip × çevre etkisinin (%37.20) istatistiki olarak 0.01 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. AMMI varyans analiz sonucu genotip × çevre etkisinde genotiplerin biyolojik verim performansları üzerine çevresel etkilerin baskın olduğunu göstermiştir. Değişik ürünlerde birçok araştırmacı bulgularımızla uyumlu olarak verim üzerine çevresel etkinin genotiplerin etkisinden daha yüksek olduğunu bildirmiştir (Kaya ve ark. 2002; Yan ve Rajcan, 2002; İker ve ark., 2011; Kılıç, 2014).

AMMI analiz sonucuna göre, birinci ana bileşen (IPCA 1) ve ikinci ana bileşenin (IPCA 2) kareler toplamı içerisinde interaksyon oranı sırasıyla %42.57 ve %32.24 olarak bulunmuş, bu ilk iki ana bileşen eksenini (IPCA 1 ve IPCA 2), istatistiki olarak önemli (P<0.01) bulunmuş ve genotip × çevre etkisinin %74.81'ini açıklamıştır. Araştırmamızda genotip ve çevrelerin durumları bu iki ana bileşen (IPCA 1 ve IPCA 2) üzerinden yapılmıştır. Nitekim bir çok araştırmacı ilk iki ana bileşen (IPCA 1 ve IPCA 2) üzerinden yapılacak olan AMMI analiz değerlendirmelerinin karmaşıklığından uzak, en sağlıklı değerlendirme olacağını bildirmişlerdir (Zobel et al. 1988, Kaya ve ark. 2002; Gauch and Zobel 1996; Kılıç 2014). Miroslavjević et al. (2014) göre AMMI 1 biplot grafiğinde yatay bileşen (x) genotip ve çevrelerin ortalamasını ifade ederken, dikey bileşen (y) genotip ve çevrelerin interaksyon durumunu belirtir. Yani bir genotip ya da çevrenin ortalaması ne kadar yüksek ise grafik düzleminde sola doğru yer alır, "y" değeri ise ne kadar orta merkez çizgisine yani sıfıra (0) yakın ise sahip olduğu özelliği o kadar koruma kararlılığı yüksek ve stabildir. Şekil 1 ve Çizelge 4'ten denemelerin yürütüldüğü çevrelerin durumu incelendiğinde; E1, E2, E5, E6, E8, E9 ve E10 çevreleri genel ortalama verimin üzerinde verime sahip olmaları nedeniyle grafik düzleminin sağ tarafında yer alarak iyi çevreleri oluştururken, E3, E4, E7 ve E8 çevreleri ortalama verimin altında verime sahip olmaları nedeniyle grafik düzleminin sol tarafında yer alarak kötü çevreleri oluşturmuşlardır. Bir genotip için iyi bir stabilitenin en önemli şartı, en az ortalama verim kadar bir verime sahip olmasıdır. AMMI 1 analiz grafiğine göre biyolojik verim özelliği bakımından ortalama verimin üzerinde biyolojik verime sahip olan ve bu nedenle grafik ekseninin sağ tarafında yer alan G3, G6, G9 ve G10 genotipleri iyi biyolojik verim

Çizelge 3. AMMI analiz sonucuna göre 12 Macar fiğ genotipine ait ortalama biyolojik verimler ve IPCAg[1] değerleri

Table 3. IPCAg[1] values and the means of biological yield trait in 12 Hungarian vetch genotypes according to AMMI analysis results

Genotipler	Ortalama (kg/da)	IPCAg[1]
G1 Tarm Beyazi-98	454.7	6.470
G2 Hat-3	447.0	-7.036
G3 Anadolu Pembesi-2002	567.0	-4.672
G4 Budak	442.9	1.451
G5 Hat-10	453.1	-0.702
G6 Ege Beyazi-79	472.2	1.431
G7 Hat-2109	458.9	-5.348
G8 Hat-15	448.9	-0.839
G9 Oğuz -2002	568.3	-9.220
G10 Hat-18	496.7	6.753
G11 Beta	435.4	3.851
G12 Hat-55	433.9	7.861

Çizelge 4. AMMI analiz sonucuna göre denemelerin yürütüldüğü 10 çevreye ait ortalama biyolojik verim ortalamaları ile IPCAe[1] değerleri ve her çevre için önerilen ilk 4 genotip

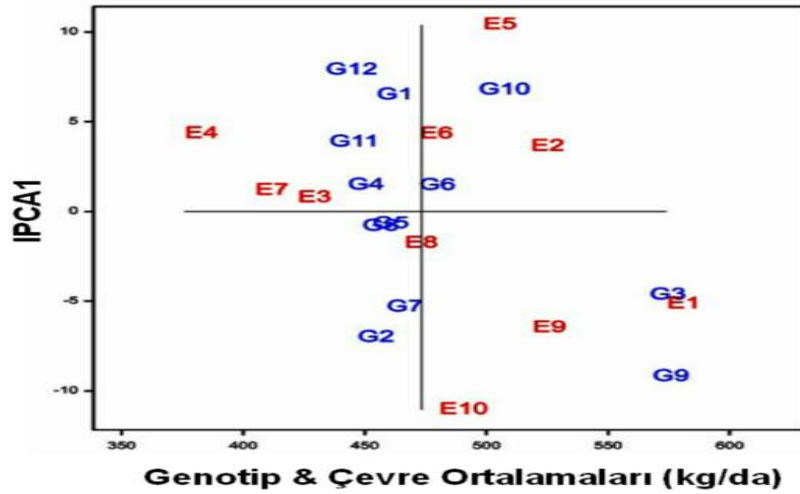
Table 4. AMMI analysis results and IPCAe[1] values of biological yields from 10 environments with first 4 genotypes recommended for each environment

Çevreler	IPCAe[1]	Ortalama	1	2	3	4
E1	-5.171	574.1	G9	G3	G7	G2
E2	3.609	518.2	G3	G9	G10	G1
E3	0.749	422.4	G6	G2	G9	G8
E4	4.320	376.0	G6	G9	G10	G4
E5	10.384	498.6	G3	G10	G1	G12
E6	4.299	472.4	G3	G10	G9	G1
E7	1.115	404.9	G9	G3	G10	G6
E8	-1.787	466.2	G9	G3	G6	G2
E9	-6.494	518.9	G9	G3	G2	G7
E10	-11.062	480.6	G3	G9	G5	G7

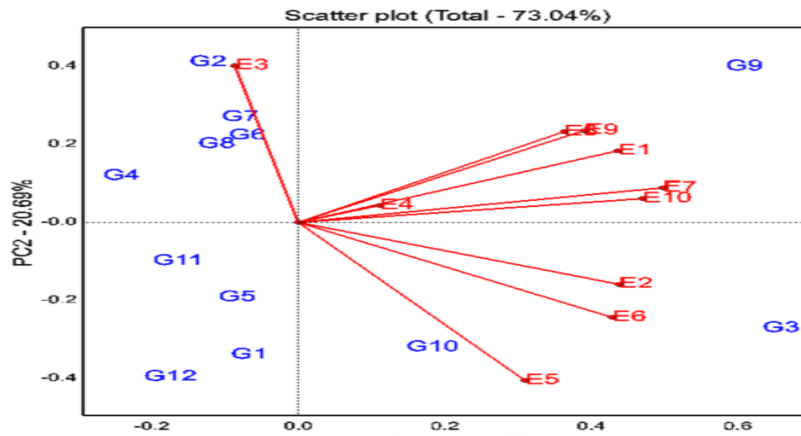
performansına sahip genotipler olarak belirlenirken, bu 4 genotip dışında kalan genotipler, genel ortalamanın altında biyolojik verimine sahip olduklarından grafik düzleminin sol tarafında yer alarak, kötü uyum gösteren genotipler olarak belirlenmiştir (Şekil 1 ve Çizelge 3). AMMI 1 analiz grafiklerinde IPCA1 değerleri genotiplerin stabilite durumları ile ilişkilidir. AMMI 1 analiz grafiğinde yer alan genotiplerin IPCA1 değerlerinin mümkün olduğu kadar grafik üzerinde sıfır "0" değerine yakın olması istenilmektedir. Çünkü IPCA1 değerleri sıfıra (0) olan genotipler, çevre şartlarında oluşan değişimlerden az etkilenmekte ve bu yüzden geniş adaptasyon yeteneğine sahip olmaktadır (Carbonell ve ark. 2004; İslam ve ark. 2014). Buna göre; Macar fiğ genotiplerinden; G4, G5, G6 ve G8

genotiplerinin, IPCA1 değerleri sıfıra en yakın olması nedeniyle interaksiyonları en az olan stabil genotip ve çevreler oldukları söylenebilir.

Ancak bu genotiplerden G4, G5 ve G8 genotiplerinin biyolojik verimleri ortalama verimin çok altında olduğundan, tavsiye edilmemektedir. Yine ortalama verimin çok üzerinde verime sahip olmasına rağmen G3, G8 ve G9 genotipleri IPCA 1 değerleri ortalama değer olan sıfır "0" değerinden çok uzak olduğundan bu genotipler stabil genotipler olarak kabul edilmemektedir. Genotipler içinden ortalama verim kadar biyolojik verime sahip olan ve IPCA 1 değeri ortalama değere çok olan G6 genotipi biyolojik verim özelliği bakımından tüm çevreler için tavsiye edilebilecek tek genotip olarak belirlenmiştir (Çizelge 3, Şekil 1).



Şekil 1. Biyolojik verim özelliği bakımından 12 Macar fiğ genotipinin (G) ve 10 çevrenin (E) interaksiyon ve stabilite durumlarını gösteren AMMI 1 analiz grafiği
Figure 1. AMMI 1 Analysis graph showing interaction and stability status of 12 Hungarian vetch genotypes (G) in 10 environments (E) for biological yield trait



Şekil 2. Biyolojik verim özelliği bakımından 12 Macar fiğ genotipinin (G) 10 çevreyle (E) olan ilişkisini gösteren AMMI 2 analiz grafiği
Figure 2. AMMI 2 analysis graph showing relations between 12 Hungarian vetch genotypes (G) and 10 environments (E) for biological yield trait

AMMI analizlerinin bir önemli özelliklerinden biri de AMMI 2 analiz grafiği ve ile hangi çevrenin hangi genotipler için daha uygun olduğunu göstermesidir. Şekil 2'deki AMMI 2 analiz grafiği ve Çizelge 4 incelendiğinde her bir çevre için biyolojik verim özelliği bakımından uygun olan en iyi genotipler görülmektedir. Buna göre; biyolojik verim bakımından E1 çevresi için sırasıyla; G9, G3, G7 ve G2 genotipleri uygun bulunurken, E2 çevresi için ise sırasıyla, G3, G9, G10 ve G1 genotipleri daha uygun bulunmuştur.

Sonuç

AMMI modeli esas alınarak yapılan biplot analizlerinden elde edilen bulgulara göre, tüm çevreler için biyolojik verim özelliği bakımından en yüksek stabilite değerine sahip genotipin Ege Beyazı-79 çeşidi olduğu saptanmıştır.

Kaynaklar

- Anonim 2001. Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatı (Baklagil Yem Bitkileri). T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Tohumluk Tescil ve Sertifika. Merkezi Müdürlüğü, Ankara, s.36
- Asfaw A., Alemayehu F., Gurum F. and Atnaf M., 2009. AMMI and SREG GGE biplot analysis for matching varieties onto soybean production environments in Ethiopia. Scientific Research and Essay, 4(11): 1322-1330
- Başbağ M., Saruhan V. ve Gül İ., 2001. Diyarbakır koşullarında bazı tek yıllık baklagil yem bitkilerinin adaptasyonu üzerine bir araştırma. Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi, 17-21 Eylül, Çayır-Mera Yem Bitkileri, Cilt III, Tekirdağ. S: 169-173

- Carbonell S.A., Filho J.A., Dias L.A., Garcia A.A. and Morais L.K., 2004. Common bean cultivars and lines interactions with environments. *Scientific Agric.*, 61(2):169-177
- Çakmakçı S., Aydinoglu B. and Karaca M., 2003. Determining relationships among yield and yield components using correlation and path coefficient analyses in summer sown common vetch (*Vicia sativa* L.) genotypes. *Pakistan Journal of Botany* 35(3): 387-400
- Doğan Y., Kendal E, Oral E. 2016. Identifying of relationship between traits and grain yield in spring barley by GGE biplot analysis. *Agriculture & Forestry*, 62(4): 239-252. DOI: 10.17707/AgricultForest.62.4.25
- Gauch H.G. and Zobel R.W., 1996. AMMI analysis of yield trials, (Ed: M.S. Kang and H.G. Gauch), *Genotype-by-Environment Interaction*. CRC Press, Boca Raton, FL: 85-122
- Gauch H.G., 1988. Model selection and validation for yield trials with interaction. *Biometrics*, 44: 705-715
- İlker E., Geren H., Unsal R., Sevim I., Tonk F. and Tosun M., 2011. AMMI-Biplot Analyses of yield performances of bread Wheat cultivars grown at different locations. *Turkish Journal of Field Crops*, 16(1): 64-68
- İslam M.R., Anisuzzaman M., Khatun H., Sharma N., Islam Z., Akter A. and Biswas P.S., 2014. AMMI Analysis of yield performance and stability of rice genotypes across different Haor areas. *Eco. Friendly Agril. J.*, 7(02): 20-24
- Kaya Y., Akçura M. and Taner S., 2006. CGE-Biplot analysis of multienvironment yield trials in bread wheat. Bahari Dağdaş International Agricultural Research Institute, *Turk Journal of Agricultural Forestry*, 30: 325-337
- Kaya Y., Palta Ç. and Taner S., 2002. Additive main effects and multiplicative interactions analysis of yield performances in bread wheat genotypes across environments. *Turk Journal of Agricultural Forestry*, 26: 275-279
- Kendal E and Tekdal S. 2016. Application of AMMI model for evaluation spring barley genotypes in multi-environment trials. *Bangladesh Journal of Botany*, 45(3): 613-620
- Kendal E, Sayar M.S., Tekdal S., Aktaş H. and Karaman M. 2016. Assessment of the impact of ecological factors on yield and quality parameters in triticale using GGE biplot and AMMI analysis. 2016. *Pakistan Journal of Botany*, 48(5): 1903-1913
- Kılıç H., 2014. Additive main effect and multiplicative interactions (AMMI) Analysis of grain yield in barley genotypes across environments. *Tarım Bilimleri Dergisi-Journal of Agricultural Science.*, 20: 337-344
- Mirosavlievic M.N., Przuli N. and Canak P., 2014. Analysis of new experimental barley genotype performance for grain yield using AMMI Biplot. *Selekcija I Semearstvo*, 1: 27-36
- Munzur M., Tan A. ve Kabakçı H., 1992. Bazı tek yıllık baklagil ekim oranın ot ve tohum verimine etkisi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü (TARM) 1991/1992 Yılı Çalışma Raporları, Ankara
- Sayar M.S., 2014. Bazı tek yıllık baklagil yem bitkisi türlerinin Çınar ilçesi ekolojik koşullarında ot verim performansları ve ekim nöbetine girebilme olanaklarının belirlenmesi. *Dicle Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3(1): 19-28
- Sayar M.S., 2014. Path coefficient and correlation analysis between seed yield and its affecting components in common vetch (*Vicia sativa* L.). *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences Special Issue*: 1, 596-602
- Sayar M.S., Anlarsal A.E. and Başbağ M., 2013. Genotype–environment interactions and stability analysis for dry-matter yield and seed yield in Hungarian vetch (*Vicia pannonica* Crantz.). *Turkish Journal of Field Crops*, 18(2): 238-246
- Sayar M.S., Tekdal S., Han Y., Yasak M.Ş., Anlarsal A.E., Başbağ M. ve Gül İ., 2010. Diyarbakır koşullarında bazı macar fiği (*Vicia pannonica* Crantz.) genotiplerinin verim ve verim unsurlarının belirlenmesi. *Dicle Üni., Uluslar Arası Katılımlı Kamu Üniversite-Sanayi İşbirliği Sempozyumu*, 24-26 Mayıs 2010 s:351-356 / Diyarbakır
- Tarakanovas P. and Ruzgas V., 2006. Additive main effect and multiplicative interaction analysis of grain yield of wheat varieties in Lithuania. *Agronomy Research*, 4(1):91-98
- Tükel T., Sağlamtimur T., Gülcan H., Tansi V. ve Baytekin H., 1993. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yembitkileri adaptasyonu üzerinde araştırmalar. GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı Yayınlarından [Http://www.Gap.Gov.Tr/Turkish/Tarim/Tarastir /Adapt.Html](http://www.Gap.Gov.Tr/Turkish/Tarim/Tarastir/Adapt.Html)
- VSN International, 2011. *GenStat for Windows 14th Edition*. VSN International, Hemel Hempstead, UK. Web page: [GenStat.co.UK](http://www.GenStat.co.UK)
- Yan W. and Rajcan I., 2002. Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario. *Crop Science*, 42: 11-20
- Zobel R.W., Wright M.J., Gauch H.G., 1988. Statistical analysis of yield trial. *Agronomy Journal*, 80: 388-393