

Türkiye’de Yoğun Ekim Alanına Sahip Bazı Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Çeşitlerinin Destek Sulamalı ve Yağışa Dayalı Koşullarda Değerlendirilmesi

Hüsnu AKTAŞ

Mardin Artuklu Üniversitesi, Kızıltepe Meslek Yüksek Okulu, Mardin, Türkiye

Sorumlu Yazar: E-mail:h_aktas47@hotmail.com

Geliş Tarihi (Received): 22.12.2016

Kabul Tarihi (Accepted):19.04.2017

Bu çalışma Türkiye’de tescilli 10 arpa (*Hordeum vulgare* L.) çeşidinin tane verimi ve bazı agronomik karakterlerinin, yağışa dayalı ve destek sulamalı koşullarda araştırılması amacıyla 2011-12 ve 2012-13 yetiştirme sezonlarında Diyarbakır’ın Çınar ilçesinde yürütülmüştür. Denemeler tesadüf blokları deneme deseninde, dört tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Elde edilen veriler varyans analizi ve GGE-biplot yöntemleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışmada kullanılan arpa çeşitleri aynı zamanda kuraklığa dayanıklılık parametreleri bakımından da değerlendirilmiştir. İki yıllık ortalamalara göre çeşitlerin destek sulu koşullardaki tane verimi (417 - 578 kg/da), yağışa dayalı koşullarda (281 - 391 kg/da) arasında değişirken; sulu ve yağışa dayalı koşullardaki ortalama değerler sırasıyla, bin tane ağırlığı için 41 g ve 38 g, hektolitre ağırlığı için 68 kg/hl ve 62 kg/hl ve m²’de başak sayısı için 513 adet/m² ile 367 adet/m² olarak kaydedilmiştir. GGE-biplot analizi sonuçlarına göre ise tane verimi bakımından G3 ve G5 en stabil çeşitler olarak belirlenmiştir. Sulu ve yağışa dayalı koşullardaki iki yılın ortalama verilerine göre tane verimi açısından G3, G9, G5 ve G10 en yüksek değerlere (sulu koşullar: 578; 533; 520; 550 kg/da, yağışa dayalı şartlar: 363; 365; 391 ve 363 kg/da) sahip çeşitler olarak belirlenmiştir. GGE biplot sonuçlarına göre G9 yağışa dayalı şartlara, G3 ise sulu koşullara uygun çeşitler olarak tespit edilmiştir. Çalışmada kurağa dayanıklılık parametrelerinden olan YI (Yield index; Verim indeksi) ile yağışa dayalı şartlardaki verim (Ys) ile ilişkili bulunurken, bu parametrenin kuraklığa tolerant çeşit geliştirme çalışmalarında kullanılabileceği öngörülmüştür. Diğer kurağa dayanıklılık parametrelerinden HM (Harmonic Mean; Harmonik ortalama), GMP (Geometric Mean Productivity; Geometrik Ortalama Verim), STI (Stress tolerance index; Stres Tolerant İndeks) ve MP (Mean productivity; Ortalama verimlilik) ve TOL (Tolerans) parametreleri ise sulu koşullarda verim ile ilişkili bulunmuş, bu yüzden sulu koşullara uygun genotiplerin belirlenmesinde bu parametrelerinin kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Arpa (*Hordeum vulgare* L.), kuraklık parametreleri, GGE-biplot analizi, tane verimi, stabilite

Evaluation of Some Barley (*Hordeum vulgare* L.) Cultivars Commonly Cultivated in Turkey Under Supplemented Irrigation and Rainfall Conditions

This study was conducted to investigate yield and some agronomic traits of 10 registered barley cultivars (*Hordeum vulgare* L.) in Turkey in rainfall and supplemented irrigation conditions during 2011-12 and 2012-13 growing seasons at Diyarbakır/Çınar, Turkey. Experiments were arranged according to Completely Randomized Block Design with four replications. Obtained data was evaluated with variance analysis and GGE biplot method. Also, the barley cultivars were evaluated regarding to drought tolerance indices. According to mean of two years data grain yield of cultivars ranged from 417 to 578 kg/da in supplemented irrigation condition and from 281 to 391 kg/da in rainfall condition, while the mean of investigated traits in supplemented irrigation and rainfall condition were 41 g and 38 g for 1000 kernel weight, 68 kg/hl and 62 kg/hl for test weight, 513 adet/m² and 367 adet/m² for number of spikes in sequimeter respectively. According to GGE biplot results G3 and G5 was determined as most stable cultivars for grain yield. The highest grain yield was obtained in G3, G9, G5 and G10 for mean of the supplemented and rainfall conditions respectively (irrigation condition: 578; 533; 520; 550 kg/da, rainfall condition: 363; 365; 391 ve 363 kg/da). According to GGE biplot G9 is suitable for rainfall condition and G3 for irrigation condition. It was determined that YI (Yield index), was related to grain yield in rainfall condition, thus this parameter could be used in breeding programs to determine drought tolerance genotypes. The other drought tolerance indices such as HM (Harmonic Mean), GMP (Geometric Mean Productivity), STI (Stress tolerance index), MP (Mean productivity) and TOL (Tolerance) were related to grain yield in irrigation condition, so these parameters can be used to determine genotypes that suitable for irrigation condition.

Key Words: Barley, drought tolerance indices, GGE-biplot, grain yield, stability

Giriş

Hayvan beslenmesinde, malt yapımında ve azda olsa insan besini olarak kullanılan Arpa (*Hordeum vulgare* L.) bitkisi, dünya’da mısır, buğday ve çeltik’ten, Türkiye’de ise ekmeklik buğdaydan sonra en çok yetiştirilen bir tahıl cinsidir (Kızılgöçü ve ark., 2016). Türkiye’nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi buğday ve arpa tarımının ilk defa yapıldığı alan olan Verimli Hilal’in bir parçası konumunda olması, ülkenin arpa tarımı ve kültürü konusunda önemli bir birikime sahip olduğunu göstermektedir (Çıvgın, 2016). Nitekim istatistikler Güneydoğu Anadolu bölgesindeki arpa ekim alanını 450 bin ha, ortalama verim düzeyini ise 260 kg/da olarak bildirilmektedir (TÜİK, 2015). Türkiye’de önceki yıllara göre düşük verim düzeyine sahip olan arpanın, yoğun ıslah çalışmalarıyla elde edilen genetik ilerleme ile yüksek verim potansiyeline sahip çeşitlerin geliştirilmesi ve uygun yetiştiricilik tekniklerinin kullanılmasıyla, 2013 yılı üretimi 7.9 milyon ton, ortalama verim düzeyi ise 290 kg/da’a ulaşmıştır (Anonim, 2015).

Diğer tahıllara göre sınırlı su koşullarına daha dayanıklı olan arpa bitkisinin ülkemizdeki yetiştiriciliğinin % 70-80’i genelde kurak ve yarı kurak alanlarda yapılmakta ve bu nedenle arpa’da tane verimi düşük olmaktadır (Kendal, 2016). Arpa, diğer tahıl cinslerine göre kuraklığa daha dayanıklı olmasına rağmen, sınırlı su koşullarında arpa’nın da tane verimi ve kalitesi etkilenmektedir. Bundan dolayı sınırlı su koşullarına uyumlu arpa çeşitlerinin belirlenmesi ve geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, Türkiye’deki arpa üretiminin yağışa dayalı koşullarda yapılması ve bu alanlarda yıllara göre değişen yağışlardan dolayı, değişik çevre veya iklimsel koşullara yüksek uyum gösterme yeteneğine sahip çeşitlerin belirlenmesi de büyük bir öneme sahiptir.

Buğday ve arpa ıslah programları kapsamında geliştirilen genotiplerin değişik koşullara uyum yeteneklerinin saptanabilmesi amacıyla değişik iklim ve ekolojik koşullara sahip çevrelerde denemeler yürütülürken, kuraklığa karşı toleranslık düzeylerinin anlaşılması için ise sulu ve yağışa dayalı koşullarda testler yapılmaktadır (Akçura ve ark., 2011; Aktaş, 2016). Nitekim genotiplerin bu koşullardaki performanslarına göre bazı matematiksel formüller kullanılarak kuraklığa ve iyi koşullara adaptasyon yetenekleri belirlenmektedir. Bu bakımdan en yaygın kullanılanlar arasında TOL (Tolerans), SSI (Stress susceptibility index; Stres hassaslık indeksi), MP

(Mean productivity; Ortalama verim), STI (Stress tolerance index; Stres tolerans indeksi), GMO (Geometric Mean Productivity; Geometrik ortalama verim) gibi matematiksel formüller yer almaktadır (Akçura ve Çeri, 2011).

Bu çalışma, i) Türkiye’de en çok yetiştirilen arpa çeşitlerindeki stabilite yeteneklerinin, verim ve verim öğelerinin, bitki ıslahçıları ve agronomistler tarafından son zamanlarda sıkça kullanılan GGE-biplot metodu ile değerlendirilmesi ii) Çeşitlerin sulu ve yağışa dayalı koşullardaki performansına göre elde edilen kuraklık parametreleri bakımından değerlendirilmesi iii) kuraklık tolerans parametrelerinin, incelenen özelliklerin sulu ve yağışa dayalı şartlardaki tane verimi ile olan ilişkilerinin araştırılması amacıyla 2011-12 ve 2012-13 sezonlarında tarla koşullarında yürütülmüştür.

Materyal ve Metod

Bu çalışmada, materyal olarak Türkiye’de yoğun ekim alanına sahip 10 arpa çeşidi kullanılmıştır (Çizelge 1). Denemeler, Tesadüf Blokları Deseninde ve 4 tekrarlamalı olarak düzenlenmiştir. Denemeler Diyarbakır’ın Çınar ilçesinde destek sulamalı ve yağışa dayalı şartlarda 2011-12 ve 2012-13 yetiştirme sezonlarında yürütülmüştür. Sulu denemelerde bitkiler kardeşlenme dönemi sonunda bir defa sulanmıştır. Denemede parseller 6 sıra ve her sıranın arası 20 cm, parsel uzunlukları 5 metre, toplam ekim alanı 6 m² olarak ayarlanmış, ekim metrekaresine 400 tohum düşecek şekilde deneme mibzeri ile yapılmıştır. Denemelerde ekimle beraber 6 kg/da saf azot (N) ve 6 kg/da saf fosfor (P₂O₅) ve kardeşlenme döneminde 6 kg/da saf azot (N) olacak şekilde gübreleme yapılmıştır. Denemenin yürütüldüğü deneme alanına ait topraklarının pH= 7.9, organik madde oranı= %1.25 ve kireç oranı (CaCO₃)= %11.9 kg/da olarak tespit edilmiştir. Denemenin yürütüldüğü birinci yıldaki yetiştirme sezonunda alınan toplam yağış miktarı 303.8 mm ve ikinci yılda ise 374 mm ile uzun yıllar ortalamasının (404 mm) altında gerçekleşmiştir. Ortalama sıcaklık değerleri ilk ve ikinci yıllarda sırayla 11.6 °C ve 12.2 °C ile uzun yıllar değerlerinin (11 °C) üstünde (Anonim, 2014); oransal nem ise birinci yılda % 57.6 ve ikinci yılda % 59.8 ile uzun yıllar ortalamasına yakın olmuştur (Anonim, 2014).

Çalışmadaki tüm tarımsal özellikler için ölçüm ve gözlemler Sadıç (1998)’in kullandığı yöntemler kullanılarak yapılmıştır. Başakta fertil başakçık sayısı, her parselden rastgele seçilen 10 başaktaki

ölçümlerle; tane verimi, tüm parselin hasat edilmesiyle; 1000 tane ağırlığı, hasadı yapılan deneme parsellerinden elde edilen tohumların hassas tartıda tartılmasıyla g/1000 tane olarak; m² 'deki başak sayısı, hasat öncesi her parselin ortasından şansa bağlı olarak seçilen 3 sıranın birer m'lik kısmındaki başakların sayılmasıyla; hektolitreye ağırlığı, 1 lt'lik ölçek ile tartılarak bulunan değerin 100 ile çarpılmasıyla; bitki boyu, her parselden rastgele seçilen 10 bitkide toprak yüzeyinden ana saptaki başağın ucuna kadarki uzunluğun (kılçıklar hariç) cm cinsinden ölçülmesiyle belirlenmiştir. Kurağa tolerans parametrelerinin hesaplanması aşağıdaki araştırmacıların kullanmış olduğu formüller ile yapılmıştır.

Fernandez (1992) tarafından geliştirilen

STI (Stres tolerans indeksi - Stress tolerance index) = $(Y_p * Y_s) / \bar{Y}_p^2$

Hossain ve ark. (1990) tarafından geliştirilen

TOL (Tolerans - Tolerance) = $Y_p - Y_s$

Fernandez (1992) tarafından geliştirilen

GVO-GMP (Geometrik ortalama verim-Geometric mean productivity) = $\sqrt{Y_p * Y_s}$

Rosielle ve Hamblin (1981) tarafından geliştirilen
OV-MP (Ortalama verim-Mean Productivity) = $(Y_p + Y_s) / 2$

Chakherchaman ve ark. (2009) tarafından geliştirilen

HM (Harmonik ortalama-Harmonic Mean) = $2 * (Y_p * Y_s) / (Y_p + Y_s)$

Boulsama ve Schapaugh (1984) tarafından geliştirilen

VSI- YSI (Verim stabilite indeksi-Yield stability index) = Y_s / Y_p

Gavuzzi ve ark. (1997) tarafından geliştirilen

VI- YI (Verim indeksi- Yield index) = $Y_s / \bar{Y}_s$

Lan (1998) tarafından geliştirilen

KRI-DRI (Kuraklık resistantlık indeksi - Drought resistance index) = $Y_s * (Y_s / Y_p) / \bar{Y}_s$

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan arpa çeşitleri

Table 1. Table 1. The list of barley genotypes used in this study

	Symbol	Başak Yapısı	Orijin
Şahin-93	G1	2 sıralı	GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü
Akhisar-98	G2	6 sıralı	Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü
Aydanhanım	G3	2 sıralı	Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü
Larende	G4	"	Bahri Dağdaş Uluslararası Tar. Arş. Enst.
Vamıkhoca	G5	6 sıralı	Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü
Zeynelağa	G6	2 sıralı	Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü
Altıkat	G7	6 sıralı	GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü
Kral	G8	"	Pamukkale Tohumculuk Şirketi
Şerifehanım	G9	2 sıralı	Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü
Ramata	G10	6 sıralı	Yurtdışı Orijinli

Verilerin istatistiksel analizi

Varyans analizi (ANOVA) ve GGE-biplot analizi, GenStat 12th (Genstat, 2009) istatistik paket programı kullanılarak yapılmış; ortalamalar arasındaki farklılıklar ise LSD testi ile ($p < 0.01$ ve $p < 0.05$) incelenmiştir (Gomez ve Gomez, 1984).

Bulgular ve Tartışma

ANOVA analizi sonuçlarına göre yağışa dayalı (Y_s), sulu şartlarda tane verimi (Y_p) ve incelenen diğer özelliklerin ortalama değerleri arasındaki istatistiksel farklılıklar önemli olarak ($p < 0.01$ ve $p < 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 2).

Tane verimi

ANOVA analizine göre sulu koşullardaki denemede yıl, çeşit ve yıl x çeşit etkileşimleri istatistiksel olarak

önemli ($p < 0.01$ yada $p < 0.05$), yağışa dayalı koşullardaki denemede ise çeşitler arasındaki farklılık 0.01 düzeyinde önemli bulunmuş, ancak, yıl ve yıl x çeşit etkileşimi ise önemsiz olarak saptanmıştır (Çizelge 2). Tahıl cinslerindeki tane veriminin, yıllar arasındaki farklı, sıcaklık, yağış miktarı ve dağılımı, lokasyon yüksekliği, toprak verimliliği ile yetiştirme tekniği gibi faktörlerden etkilendiği birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Zencirci ve Karagöz, 2005; Koç ve ark., 2003; Lan, 1998).

İki yıllık birleştirilmiş varyans analizi sonuçlarına göre, genotiplerin sulu koşullardaki tane verimleri 417 (G6) ile 578 kg/da (G3) arasında değişirken, ortalama tane verimi ise 491 kg/da olmuştur (Çizelge 4). G1, G3, G5, G9 ve G10'a ait tane verimleri ortalamadan üstünde, diğer çeşitlerin tane verimleri ise ortalamadan düşük olmuştur.

Yağışa dayalı koşullardaki birleştirilmiş analiz sonucunda ortalama tane verimi 336 kg/da iken, ortalama verim 281 kg/da (G7) ile 391 kg/da (G9) arasında değişmiş; G3, G5, G9 ve G10'un tane verimleri (sırasıyla 363; 365; 391 ve 363 kg/da) ortalamadan yüksek olurken, diğer genotipler daha düşük tane verimine sahip olmuştur (Çizelge 4).

Başakta fertil başakçık sayısı (adet/başak)

Başakta fertil başakçık sayısı bakımından, iki yıllık birleştirilmiş verilere göre, genotipler arasındaki farklılık hem sulu, hem de yağışa dayalı koşullarda istatistiksel olarak 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Sulu koşullardaki denemenin sonuçlarına göre yıl ve yıl x çeşit etkileşimi istatistiksel olarak önemli ($p < 0.01$ yada $p < 0.05$) olarak hesaplanırken, yağışa dayalı koşullardaki denemede istatistiksel olarak önemsiz olduğu saptanmıştır (Çizelge 2). Fertil başakçık sayısı, arpa'da verime etki yapan önemli verim öğelerindendir (Ergün ve Geçit, 2008). Araştırmada sulu koşullardaki ortalama fertil başakçık sayısı 27 adet/başak; yağışa dayalı koşullardaki ortalama fertil başakçık sayısı ise 22 adet/başak olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4). Sulu koşullarda en yüksek fertil başakçık sayısı G5 (28.6 adet/başak), G3 ve G9'da (28.5 adet/başak ve 28.5 adet/başak), yağışa dayalı koşullarda ise en yüksek değerler G5 (24.5 adet/başak) ve G9 (24 adet/başak) çeşitlerinde kaydedilmiştir (Çizelge 4). Aydın ve Katkat (1997) Eskişehir koşullarındaki çalışmalarında fertil başakçık sayısını (17.5-38.9 adet/başak) olarak belirlerken, Akıncı ve ark. (1999) ise Diyarbakır koşullardaki çalışmalarında ise bu değer için değişimi (20.9-42.80 adet/başak) olarak belirlemişlerdir. Arpada fertil başakçık sayısının genotipik etki ve çeşidin altı veya iki sıralı olmasının yanında daha çok çevre koşulları ve yetiştirme tekniklerine bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir (Kılıç, 2010).

Metrekaredeki (m^2 'de) başak sayısı (adet/ m^2)

İki yıllık birleştirilmiş verilere göre, m^2 'de başak sayısı bakımından, sulu koşullarda yürütülen denemelerde çeşit, yıl ve yıl x çeşit etkileşimi istatistiksel olarak 0.01 düzeyinde önemli bulunurken, yağışa dayalı koşullarda sadece çeşitler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Sulu koşullarda genotiplerdeki ortalama başak sayısı 513 adet/ m^2 , yağışa dayalı koşullarda ise 367 adet/ m^2 olarak tespit edilmiştir; yine, sulu koşullarda en çok başak

sayısı 583 adet/ m^2 ile G3'ten alınırken, G1, G3, G5, G9 ve G10 çeşitlerindeki m^2 'deki başak sayısı (sırasıyla, 543; 583; 563; 535; 575 başak/ m^2) ortalamanın üstünde, diğer çeşitlerde ise m^2 'deki başak sayısı (sırasıyla 490; 456; 420; 461 başak/ m^2) ortalamanın altında olmuştur. Kuru koşullardaki m^2 'de ortalama başak sayısı 367 olarak saptanırken, en yüksek değer 419 adet/ m^2 ile G9 çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 4). M^2 'deki başak sayısının; ekim normuna, çeşide, ekim zamanına, yararlanılabilir su miktarına, iklim ve toprak koşullarına göre değiştiği, ayrıca birim alanda fazla başak oluşturabilen genotiplerdeki verim düzeyinin yüksek olduğu bazı araştırmacılarca belirtilmiştir (Kılıç ve ark., 2010; Kızılgeçi ve ark., 2016).

Bin tane ağırlığı (g)

Birleştirilmiş analiz sonuçlarına göre, hem sulu hem de yağışa dayalı koşullarda bin tane ağırlığı bakımından yıllar ve çeşitler arasındaki fark 0.01 düzeyinde önemli bulunurken, yıl x çeşit etkileşimi ise her iki uygulamada da istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). İki yılın ortalama bin tane ağırlığı, sulu koşullarda 41 g, yağışa dayalı koşullarda ise 38 g iken, hem sulu hem de yağışa dayalı koşullarda en yüksek bin tane ağırlığı değerleri, sırasıyla 45.4 g ve 40.9 g ile G5 çeşidinden, en düşük bin tane ağırlığı değeri ise 35.8 g ve 32.6 g ile G7'den elde edilmiştir (Çizelge 4). Bin tane ağırlığı genotipik etkinin altında olsa da özellikle topraktaki nem miktarı ve yüksek sıcaklığa bağlı olarak önemli değişimler göstermekte, özellikle limitli su koşullarında bin tane ağırlığında düşük kayıp(lar) veren çeşitlerin kurağa daha toleranslı olduğu bildirilmektedir (Akçura ve ark., 2011; Ajalli ve Salehi, 2012). Bu çalışmada bin tane ağırlığındaki en düşük kayıp G2, G7 ve G9 çeşitlerinde gerçekleşmiştir. (Çizelge 4). Kılınç ve ark. (1992) Adana koşullarındaki çalışmalarında bin tane ağırlığının (37.47 -50.92 g) arasında değiştiğini, Kızılgeçi ve ark. (2016) Diyarbakır koşullarındaki çalışmalarında arpa genotiplerindeki bin tane ağırlığının (30.15 - 51.8 g) arasında değiştiğini bildirmiştir.

Hektolitreye ağırlığı (kg/hl)

Birleştirilmiş analiz sonuçlarına göre, hektolitreye ağırlığı için yıllar, çeşitler arasındaki ortalama değerler her iki uygulamada da istatistiksel olarak ($p < 0.01$ yada $p < 0.05$) önemli bulunurken, yıl x çeşit etkileşimi ise hem sulu ve hem de yağışa dayalı koşulda önemsiz olarak saptanmıştır (Çizelge 2). Sulu koşullarda yürütülen denemenin ortalama

hektolitreye ağırlığı 68 kg/hl, yağışa dayalı koşullarda bu değer ortalama 62 kg/hl olarak bulunmuştur. Suluda bu değer (65,1-71 kg/hl) arasında olup, en yüksek hektolitreye ağırlığı G6 (71 kg/hl) çeşidinden sağlanmış; yağışa dayalı koşullarda ise bu değer (59.13kg/hl-65.30 kg/hl) arasında değişmiş ve en yüksek hektolitreye değerini G4 (65.30 kg/hl) çeşidi vermiştir (Çizelge 4). Sulu koşullarla karşılaştırıldığında hektolitreye değerinde en az düşüş G2, G9 ve G10 çeşitlerinde belirlenmiştir. Sarı ve

İmamoğlu (2009) İzmir koşullarında yürüttükleri çalışmalarında arpada hektolitreye değerinin (60 kg/hl-70 kg/hl) arasında değiştiğini ve tahıllarda hektolitreye ağırlığının, genotipik bir özellik olmasının yanısıra iklim ve çevre koşullarından da etkilendiği, ayrıca tanelerin yeknesaklığı, endosperm ve kavuz oranı gibi faktörlerden de hektolitreye ağırlığında etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 2. Varyans analiz sonuçları

Table 2. Results of variance analysis

Destek sulu koşullar							
Kaynaklar	Sd	TV	BFBS	Kareler Ortalaması			
				MKBS	BTA	HL	BB
Yıl	1	12949*	6.6*	14011**	32*	36.1**	87.6**
Tek [Yıl] & Random	6	2228.4 öd	0.4 öd	392 öd	3.8 öd	3.81 öd	2.5 öd
Çesit	9	8432**	12.5**	5222**	55.4**	38.3**	207**
Yıl x Çesit	9	5982**	8.1**	3711**	2.23 öd	0.95 öd	4.21ns
CV (%)		12.5	6.6	7.5	4.7	2.5	3.4
Yağışa dayalı koşullar							
Kaynaklar	Sd	TV	BFBS	Kareler Ortalaması			
				MKBS	BTA	HL	BB
Yıl	1	9195 öd	19.6*	5606 öd	146**	41**	236**
Tek [Yıl] & Random	6	2851 öd	3.1 öd	1277 öd	1.40 öd	1.41 öd	15.3*
Çesit	9	23361**	20.6**	2474**	70.9**	38.1**	118**
Yıl x Çesit	9	1478 öd	1.44 öd	1662 öd	2.5 öd	0.78 öd	2.3 öd
CV (%)		10.1	4.8	8.0	4.5	1.5	2.5

TV: Tane verimi, BFBS: Başakta fertil başakçık sayısı, MKBS: Metre karede başak sayısı, BTA: Bin tane ağırlığı, HL: Hektolitreye, BB: Bitki boyu, Sd: Serbestlik derecesi, **: 0.01 düzeyinde istatistiksel olarak önemli, *: 0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli, öd: istatistiksel olarak önemli değil.

Çizelge 3. 2011-12 ve 2012-13 sezonları ve ortalama tane verimi verileri

Table 3. Mean grain yield data for 2011-12 ve 2012-13 seasons and averaged over two year

	2012-13			2013-14			İki sezonun ortalaması		
	DS1	YD1	% Kayıp	DS2	YD2	% Kayıp	DS	YD	% Kayıp
G1	463 bc	312	33	530 ab	326	39	497 cd	319 ce	36
G2	452 c	312	31	489 bc	313	36	471 de	312 de	34
G3	568 a	327	43	588 a	405	31	578 a	363 ac	37
G4	440 c	324	27	414 d	296	29	427 ef	323 cd	24
G5	522 ab	330	37	543 ab	400	26	533 ac	365 ab	31
G6	412 c	335	18	423 cd	311	27	417 f	323 bd	23
G7	412 c	299	27	442 cd	263	40	427 ef	281 e	34
G8	459 bc	343	25	518 bc	307	41	488 cd	325 bd	33
G9	532 a	350	34	509 bc	432	15	520 bc	391 a	25
G10	547 a	307	44	552 ab	420	24	550 ab	363 ab	34
Ort.	481 a	324 b	32	501 a	347 b	31	491 a	336 b	31
Lsd(0.05)	63.2**	45 öd		66**	67**		49**	42**	

Yukarıdan aşağıya doğru aynı kolondaki harfler (p < 0.01 veya p < 0.05) düzeyinde istatistiksel olarak birbirinden farklıdır DS1: 1. Yıldaki destek sulama, DS2: İkinci yıldaki destek sulama, YD1: Birinci yılda yağışa dayalı koşullar, YD2: İkinci yılda yağışa dayalı koşullar, DS: Destek sulamalı koşullar, YD: Yağışa dayalı koşullar, **: 0.01 düzeyinde istatistiksel olarak önemli, *: 0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

Bitki Boyu (cm)

Bitki boyu çeşit özelliği olup, toprağın su ve azot içeriğinden etkilenmektedir (Caierao, 2006). Son yıllarda verimde önemli kayıplara neden olan yatma probleminden dolayı kısa boylu, yatmaya dayanıklı sap yapısına sahip çeşitlerin ıslahı için yoğun çalışmalar yapılmaktadır (Öztürk ve ark., 2016). Ayrıca Limitli su koşullarında bitki boyunda daha az düşüş gösteren genotipler daha yüksek biomas üretebilme yeteneğine sahip olurken, aynı zamanda kuraklığa karşı tolerantlık gösterirler (Jatav ve Kandalkar, 2014). Nitekim, bu çalışmada da yağışa dayalı şartlarda en yüksek bitki boyu

değerine sahip ve aynı zamanda da sulu koşullarla karşılaştırıldığında bitki boyundaki kaybın düşük olduğu G5, G9 ve G10 çeşitleri aynı zamanda yüksek tane verimine sahip olmuşlardır (Çizelge 4). Her iki yılın birleştirilmiş analiz sonuçlarına göre, sulu koşullarda bitki boyu 88.8 cm (G7) ile 100 cm (G10) arasında değişirken, ortalama bitki boyu 94 cm, olarak belirlenmiştir. Yağışa dayalı şartlardaki bitki boyu ise 65.8 cm (G7) ile 80.6 cm (G10) arasında değişmiş ortalama ise 73 cm olarak kaydedilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. İncelenen özellikler için iki yıllık birleştirilmiş analiz sonuçları ve oluşan gruplar

Table 4. Analysis results of averaged two years for examined traits and formed groups

	DS	YD	DS	YD	DS	YD
	TV	TV	BFBS	BFBS	MKBS	MKBS
G1	497 cd	319 ce	27.3 b	21.63 d	543 ac	360 bd
G2	471 de	312 de	25.8 c	19.13 e	490 de	347 ce
G3	578 a	363 ac	28.5 ab	22.09 cd	583 a	373 bd
G4	427 ef	323 cd	24.6 c	20.05 e	456 ef	347 de
G5	533 ac	365 ab	28.6 a	24.50 a	563 ab	385 bd
G6	417 f	323 bd	24.9 c	22.63 bd	420 f	369 bd
G7	427 ef	281 e	25.3 c	20.00 e	461 ef	324 e
G8	488 cd	325 bd	25.4 c	23.38 ac	506 cd	370 bd
G9	520 bc	391 a	28.5 ab	24.00 ab	535 bc	419 a
G10	550ab	363 ab	27.5 ab	22.00 cd	575 ab	374 bc
Ort.	491 a	336 b	27 a	22 B	513 A	367 B
Lsd (0.05)	49.3**	42.2**	1.3**	1.45**	41**	27.4**

Çizelge 4'ün devamı

Table 4. Continious

	DS	YD	DS	YD	DS	YD
	BTA	BTA	HLA	HLA	BB	BB
G1	41.1 cd	37.8 bc	68.4 b	59.13 e	91.3 d	70.1 cd
G2	42.5 bc	39.2 ab	66.6 c	62.25 bd	90.6 de	71.0 c
G3	44.3 ab	39.6 ab	70.6 a	63.83 ab	96.7 b	76.0 b
G4	39.4 de	35.1 d	70.1 a	65.30 a	91.0 de	68.4 d
G5	45.4 a	40.9 a	66.1 cd	59.38 e	96.9 b	76.3 b
G6	39.1 e	35.6 d	71.0 a	63.50 bc	97.5 b	75.8 b
G7	35.8 f	32.6 e	65.9 cd	61.25 d	88.8 e	65.8 e
G8	39.8 de	36.6 cd	65.1 d	59.50 e	90.0 de	69.8 cd
G9	44.6 a	40.3 ab	66.4 c	63.63 b	93.8 c	80.0 a
G10	42.6 bc	38.3 bc	66.1 cd	62.00 d	100.0 a	80.6 a
Ort.	41 a	38 b	68 a	62 b	94 a	73 b
Lsd (0.05)	1.9**	1.7**	1.01**	1.5**	2.4**	2.5**

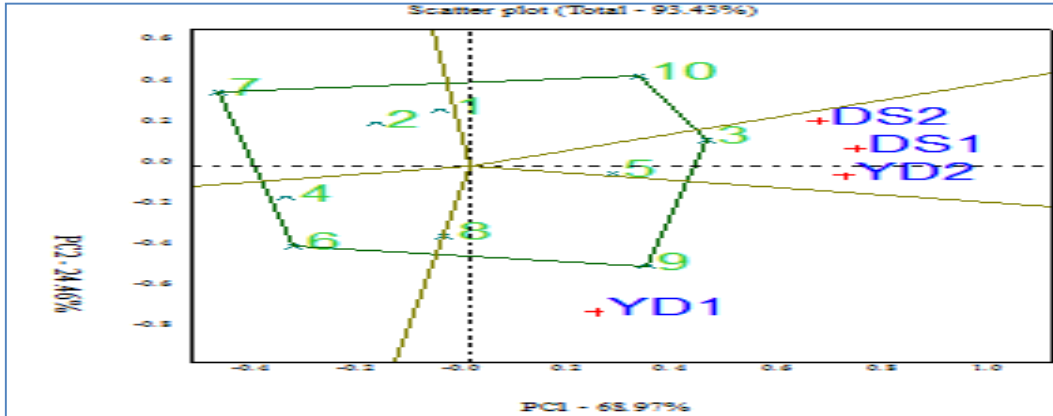
Yukarıdan aşağıya doğru aynı kolondaki harfler ($p < 0.01$ veya $p < 0.05$) düzeyinde istatistiksel olarak birbirinden farklıdır DS: Destek sulamalı koşullar, YD: Yağışa dayalı koşullar, TV: Tane verimi, BFBS: Başakta fertil başakçık sayısı, MKBS: Metre karede başak sayısı, BTA: Bin tane ağırlığı, HL: Hektolit, BB: Bitki boyu, **: 0.01 düzeyinde istatistiksel olarak önemli, *: 0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli

GGE-biplot analiz yöntemi ile verim ve incelenen özelliklerin değerlendirilmesi

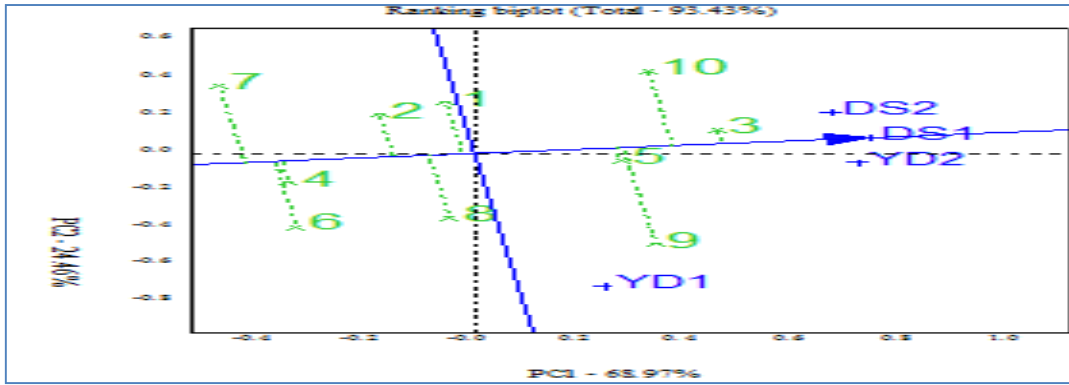
2011-12 ve 2012-13 sezonlarında destek sulamalı (DS1, DS2) ve yağışa dayalı (YD1 ve YD2) koşullarda yetiştirilen 10 arpa çeşidinin tane verimi (Çizelge 3) ve incelenen özellikler için GGE-biplot analizi sonuçları Şekil 1-4'te gösterilmiştir. Tane verimi analizinin sonucunda toplam değişim (varyasyon) % 93.43 olarak belirlenirken, bunun % 68.97'si PC1 (1. Ana bileşen; Principal component 1) ve % 24.46'sıda PC2 (2. Ana bileşen; Principal component2) tarafından açıklanmıştır (Şekil 1 ve 2). Yine, GGE-biplot grafiği incelendiğinde, tane verimi bakımından G3, G5, G9 ve G10 ortalamadan daha yüksek tane verimlerine sahipken, diğer genotipler ise ortalamanın altında tane verimi değerleri almıştır (Şekil 1). Poligonun köşegenlerinde yer alan G3 ve G10, DS2 (Destek sulama 2. yıl), DS1 (Destek sulama 1. yıl) ve YD2 (Yağışa dayalı 2. yıl) koşullarında en yüksek tane verimine sahip çeşitler olurken, G9 ise YD1 (Yağışa dayalı 1. yıl) denemede en yüksek tane verimine sahip çeşit olmuştur (Şekil 1). Poligonun diğer köşegenlerinde yer alan G6 ve G7 ise en düşük tane verimine sahip genotipler olarak belirlenmiştir. Abate ve ark. (2015); Aktaş (2016); GGE- biplot analizi sonucunda elde edilen grafikte oluşan poligonun köşegenlerinde yer alan genotiplerin söz konusu karakter için en yüksek veya en zayıf performansına sahip genotipler olarak tanımlanabileceğini bildirilmiştir. Kendal (2016) GGE biplot grafiğinin yorumlanması ile hangi genotipin hangi çevre koşullarına diğer bir ifade ile genotip(lerin) uyum kabiliyetinin tanımlanmasında da yararlı olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada kullanılan çeşitlerin tane verimi bakımından stabiliteyi, çevrelerin ortalama koordinasyon yöntemine (AEC-Average Environment Coordination) göre hesaplanmıştır (Yan ve Hunt, 2001; Rad ve ark., 2013). AEC yöntemine göre ortalama tane verimini temsil eden ve ekseni ortadan kesen çizginin sağında yer alan G3, G5, G9 ve G10 çeşitleri, ortalamadan daha yüksek tane verimine sahip genotipler iken, G3'ün eksen çizgisine daha yakında yer alması, diğer bir deyişle, eksene olan vektörel uzaklığının az oluşundan dolayı "en stabil çeşit" olarak tespit edilmiştir (Şekil 2). G10 ve G9 ise ortalamadan yüksek tane verimine sahip olurken, eksene olan vektörel uzaklıklarının yüksekliği, bu çeşitlerin spesifik alanlara uyum sağlayan, diğer bir ifade ile G10'un sulu koşullara, G9'un ise limitli su koşullarına uyum sağlayan genotipler olduğunu

göstermektedir (Şekil 2). G5'in ise orjine yakın yerde yer alması ve ortalamadan yüksek tane verimine sahip olması, çeşidin stabil olduğunu ortaya koymaktadır (Şekil 2). GGE biplot analiz metodunun, genotiplerin stabilite yeteneklerini ve genotiplerin hangi çevrelere uyum sağladıklarını, diğer bir ifade ile genotip x çevre etkileşiminin görsel olarak yorumlanmasında oldukça etkili bir yöntem olduğunu, ortalama tane verimini gösteren çizginin sağında yer alıp, eksen çizgisine yakın yerlere yerleşen genotiplerin bu karakter bakımından yüksek potansiyelli ve stabil olduğu bir çok çalışmada rapor edilmiştir (Yan ve Kang, 2003; Abate ve ark., 2015; Kendal, 2016; Sayar ve Han, 2015).

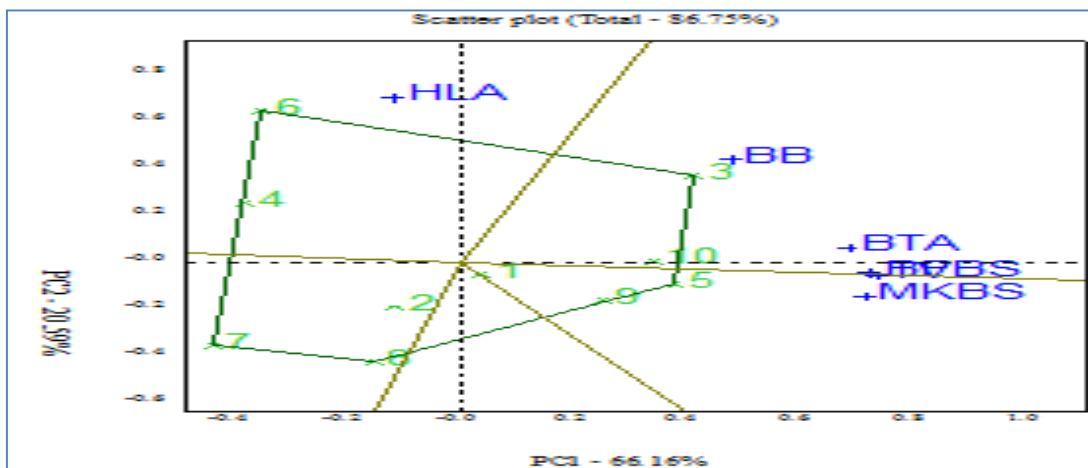
Genotiplerin destek sulamalı ve yağışa dayalı koşullarda incelenen özellikleri ile ilgili GGE-biplot analiziyle Şekil 3 ve 4'teki verilere göre, incelenen özelliklerin, toplam varyasyonu % 86.75 (Şekil 3) ve % 87.17 (Şekil 4) olarak belirlenmiş, bu varyasyonları çoğu PC1 (1. Ana bileşen) tarafından temsil edilmiştir. GGE-biplot analizi sonucunda elde edilen Şekil 3'e göre destek sulamalı koşullarda incelenen özelliklerden BB, TV, BFBS için G3 ve G10 en yüksek değerlere sahip olurken, MKBS için G5'in, HLA için ise G6'nın en iyi performansa sahip oldukları anlaşılmaktadır. Şekil 3'teki verileri incelendiğinde, birbirine yakın yerde lokalize olan BTA, TV, BFBS ve MKBS özelliklerinin birbiri ile yüksek korelasyon gösteren karakterler olduğu anlaşılmaktadır. Hektolitreye ağırlığı (HLA) ile incelenen özellikler arasındaki vektörel açının 90° dereceden daha yüksek olması hektolitreye ile bu karakterler arasında düşük bir korelasyon veya ilişki olduğunu göstermektedir. Yağışa dayalı koşullarda yürütülen deneme için incelenen özellikler arası ilişkiyi gösteren Şekil 4'te G9'un BB, TV, MKBS ve BTA için; G5'un BFBS ve G4'ün ise HLA bakımından en yüksek performansa sahip çeşitler olduğu anlaşılmaktadır. BB, TV, BTA, MKBS'nin yakın yerlerde olması diğer bir ifade ile bu karakterler arasındaki vektörel açının 90° dereceden düşük olması, bu özellikler arasında yüksek bir korelasyonun olduğunu göstermektedir. Yine, çoğu çalışmada GGE-biplot yöntemi ile elde edilen grafik ile incelenen söz konusu özelliklerde vektörel uzaklığın 90 dereceden az olması bu karakterler arasında yüksek ve önemli bir korelasyon yada ilişkinin olduğu şeklinde yorumlanmıştır (Yan ve Hunt, 2001; Rad ve ark., 2013; Kendal, 2016).



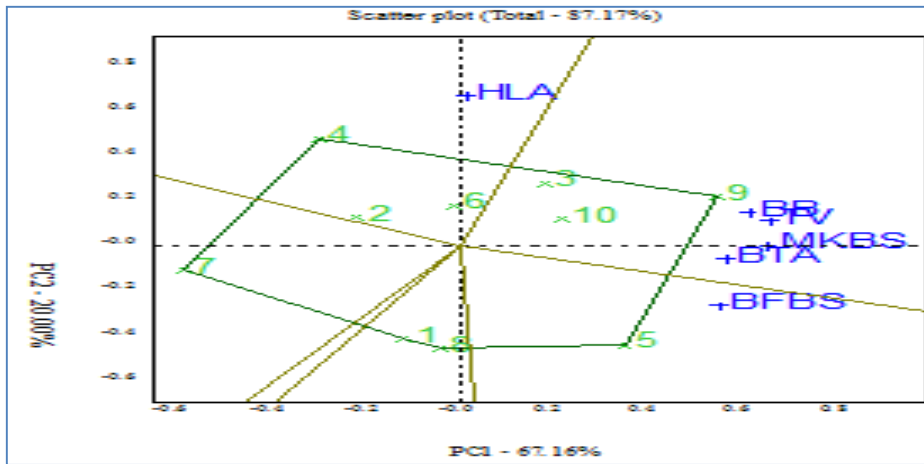
Şekil 1. Tane verimi bakımından çeşit-çevre ilişkisinin GGE- biplot ile gösterimi
Figure 1. GGE- biplot graph showing genotype-environment relationship for grain yield



Şekil 2. Tane verimi bakımından çeşitlerin stabilite yeteneğinin GGE-biplot ile gösterimi
Figure 2. GGE-biplot graph showing stability of genotypes based on AEC in terms of grain yield



Şekil 3. Sulu koşullarda çeşit-özellik ilişkisinin GGE-biplot ile gösterimi
Figure 3. GGE-biplot graph showing relationship by cultivar and trait under supplemented condition



Şekil 4. Yağışa dayalı koşullarda çeşit-özellik ilişkisinin GGE-biplot ile gösterimi
Figure 4. GGE biplot graph showing genotypes by traits in rainfall condition

Denemeye alınan çeşitlerin kurağa tolerantlık açısından değerlendirilmesi

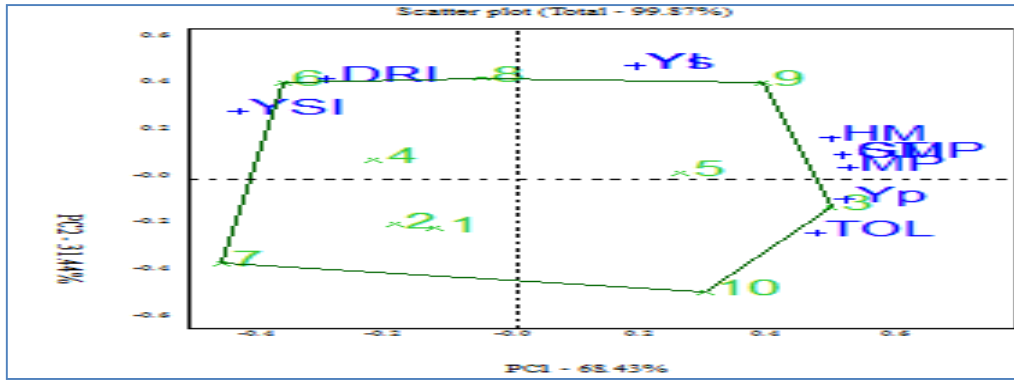
Destek sulu koşullar (Yp) ile yağışa dayalı şartlardaki tane veriminin matematiksel işlemler ile formülize edilmesiyle elde edilen kuraklık tolerant parametreleri ile ilgili sonuçlar Çizelge 5'te gösterilmiştir. Yp koşullarında en yüksek tane verimi G3 (568 kg/da) ve Ys koşullarında en yüksek tane verimi ise G9 (350 kg/da) 'dan alınmıştır (Çizelge 5). TOL (Tolerans) parametresi için en düşük değer G6'dan elde edilirken, en yüksek değer ise G3 çeşidinden elde edilmiştir. TOL, iyi ve kötü koşullar arasındaki verim farkını açıkladığı için, söz konusu genotipin hem kötü ve hem de iyi koşullarda düşük verime sahip olması, tolerantlık düzeyini manipüle eden bir durum olarak öne çıkmaktadır ki bu anlamda G6, sınırlı su koşullarında kabul edilebilir bir verim düzeyine sahipken, iyi koşullarda düşük performansa sahip olan bir genotip şeklinde tanımlanabilir. G9 ve G5'in TOL değerleri yüksek olmasına karşın, hem destek sulamalı ve hem de yağışa dayalı koşullarda yüksek tane verimine sahip olması, diğer çeşitlere göre tercih edilebileceği izlenimini vermiştir. Fernandez (1992) genotiplerin kuraklık stresine dayanıklılık bakımından dört gruba ayrıldığını, buna göre hem iyi koşullarda hem de stres koşullarında yüksek verime sahip genotipler A grubu, iyi koşullarda yüksek verimli ve stres koşullarında düşük verime sahip genotipler B grubu, stress koşullarında yüksek ve iyi koşullarda düşük verime sahip genotipler C grubu ve en son hem iyi hem de stres koşullarında düşük verime sahip genotipler D grubu olarak sınıflandırmaktadır.

Kuraklığa toleranslık parametreleri olan STI, GMP, MP, HM ve YI bakımından söz konusu genotiplerin yüksek değerlere sahip olması gerekmektedir (Fernandez, 1992; Ramirez ve Kelly, 1998; Akçura ve ark., 2011). Bu bakımdan, bu parametreler için en yüksek değer ile G3, G5 ve G9'dan sağlanmış ve bu çeşitler hem sulu hem de yağışa dayalı koşullarda istenilen verim düzeyine sahip olan çeşitler olarak belirlenmiştir. YSI ve DRI değerlerinin düşük olması kuraklığa tolerantlık belirtisi olup (Lan, 1998; Bouslama ve Schapaugh, 1984), bu çalışmada en düşük YSI değerleri G3 (0.57), G5 (0.63), G9 (0.66) ve G10 (0.56) çeşitlerinden, DRI için ise en küçük değerler G3 (0.58), G5 (0.64) ve G10 (0.53) çeşitlerinden elde edilmiştir. Makarnalık buğday genotiplerinin kuraklığa tolerantlık parametrelerinin değerlendirildiği çalışmalarda YSI, DRI ve YI parametreleri için düşük değerlere sahip genotiplerin sınırlı su koşullarına uygun olduğunu, HM, GMP ve MP parametreleri için yüksek değerlere sahip genotiplerin su stresinin olmadığı koşullarda daha yüksek verim potansiyeline sahip olduğu bazı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Mohammadi ve ark., 2011; Nouri ve ark., 2011). Benzer sonuçlar kanola çeşitlerinin tolerantlık düzeylerinin belirlenmesi için yapılan çalışmada da verilmiştir (Khalili ve ark., 2012).

Kurağa tolerantlık parametreleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi için yapılan GGE-biplot analizine ilişkin sonuçlar Şekil 5'te verilmiştir. Buna göre, TOL, HM, GMP, STI ve MP parametreleri, su stresinin olmadığı koşulları temsil eden Yp ile ilişkili bulunurken, bu özellikler

için istenilen özelliklere sahip genotip olarak poligonun köşesinde bulunan G3 ve G10 çeşitleri olmuştur. Bu sonuçlara göre su stresinin olmadığı iyi koşullardaki verim ile korelasyonu yüksek parametrelerin iyi koşullara uygun çeşit geliştirme çalışmalarında kullanılabileceği sonucu çıkarılabilir. Benzer şekilde, sulu koşullardaki Yp ile TOL birbirlerine yakın yerde olmaları, başka bir ifade ile bu iki özellik arasındaki vektörel açının az olması, bu karakterler arasında yüksek bir korelasyon olduğunu göstermektedir. YI (yield index) parametresi ile su stresini temsil eden Ys (yağışa dayalı şartlar) arasındaki vektörel açının 90° dereceden düşük olması, başka bir ifade ile bu iki karakterin yakın yerde yer alması YI parametresinin yağışa dayalı verim ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu bakımdan elde

ettiğimiz sonuçlar birçok araştırmacının bulgularıyla uyum içerisinde olup, benzer şekilde Mohammadi ve ark. (2012) GMP, MP, STI, TOL ve MP parametrelerinin su stresinin olmadığı alanlara yönelik çeşit geliştirmek için seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceğini; Anwar ve ark. (2011) YI (Yield index) parametresinin su stresinin olduğu verim ortalaması ile alakalı olduğunu ve dolayısıyla kuraklığa dayanıklılık çalışmalarında kullanılabileceğini bildirmiştir. Akçura ve ark. (2011); Farshadfar ve ark. (2012) TOL parametresinin sulu koşullardaki Yp ile yüksek korelasyon gösterdiğini ve iyi koşullara uygun çeşit geliştirme çalışmalarında kullanılabileceğini bildirmiş olup, bu bakımdan bulgularımız bu araştırmacıların sonuçları ile uyum içerisinde.



Şekil 5. Kuraklığa tolerans parametreleri ile çeşit ilişkisinin GGE- biplot ile gösterimi

Figure 5. Drought tolerant parameters and GGE-biplot graph showing drought tolerance indices by genotypes

Çizelge 5. İki yıllık ortalama verilere göre elde edilen kuraklık tolerans parametreleri

Table 5. Drought tolerant parameters of the genotypes data based on averaged two years

	Yp	Ys	TOL	STI	GMP	MP	HM	YSI	YI	DRI
G1	463	312	151	0,63	380	388	373	0,67	0,96	0,65
G2	452	312	140	0,61	375	382	369	0,69	0,96	0,66
G3	568	327	242	0,80	431	448	415	0,57	1,01	0,58
G4	440	324	117	0,62	377	382	373	0,73	1,00	0,73
G5	522	330	192	0,74	415	426	404	0,63	1,02	0,64
G6	412	335	76	0,60	372	373	370	0,82	1,04	0,84
G7	412	299	113	0,53	351	356	347	0,73	0,92	0,67
G8	459	343	116	0,68	397	401	392	0,75	1,06	0,79
G9	532	350	182	0,80	431	441	422	0,66	1,08	0,71
G10	547	307	241	0,73	410	427	393	0,56	0,95	0,53
Ort.	481	324	157	0,67	394	402	387	0,67	1,00	0,68

Yp: Destek sulu koşullardaki tane verimi, Ys: Yağışa dayalı koşullardaki tane verimi, TOL: Toleranslık, STI: Stres tolerant indeksi, GMP: Geometrik verim ortalaması, MP: Ortalama verim, HM: Harmonik ortalaması, YSI: Verim stabilite indeksi, YI: Verim indeksi, DRI: Kuraklık dayanıklılık indeksi

Sonuç

Bu çalışmada kullanılan GGE-biplot analiz yönteminin, deneme materyalindeki bazı tarımsal özellikler (tane verimi, fertil başakçık sayısı, birim alanda başak sayısı, bin tane ağırlığı ve hektolitreye ağırlığı), genotip ile çevre ve aynı zamanda incelenen özellikler ile çevre ilişkilerinin görsel ve pratik olarak yorumlanmasında etkili bir metod olduğu, Diyarbakır ekolojik koşullarında, tane verimi yönünden G3 (Aydan hanım) ve G5'in (Vamikhoca) en stabil ve yüksek verim potansiyeline sahip, hem sulu hem de yağışa dayalı şartlara uygun çeşitler olduğu, Şerife hanım çeşidinin (G9) sınırlı su koşullarına, Ramata (G10) çeşidinin ise sulu koşullara uygun olduğu belirlenmiştir. Ayrıca kurağa dayanıklılık

bakımından YI (yield index) ile yağışa dayalı koşullardaki Ys ile sıkı ilişkili olmasından dolayı bu parametrenin kurağa tolerant çeşit geliştirme çalışmalarında kullanılabileceği öngörülmüştür. Bu çalışmada sınırlı su koşullarında bitki boyunda daha az kayıp gösteren çeşitlerin yüksek verime sahip olması, su stresinin olmadığı koşullarda ise fertil başakçık sayısı ve metre karede başak sayısının verimi belirleyen karakterler olduğu anlaşılmaktadır. Bu sonuçlar bu üç karakterin (bitki boyu, fertil başakçık sayısı ve birim alanda başak sayısı) amaca yönelik olarak ıslah programlarında seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Kaynaklar

- Abate, F., F. Mekbib and F. Dessalegn, 2015. GGE- biplot analysis of multi-environment yield trials of durum wheat (*Triticum turgidum* Desf.) genotypes in North Western Ethiopia. American J. Exp. Agriculture 8: 120-129.
- Ajalli, J. and M. Salehi, 2012. Evaluation of Drought Stress Indices in barley (*Hordeum vulgare* L.). Annals of Biological Research 3(12): 5515-5520
- Akçura, M. and S. Çeri, 2011. Evaluation drought tolerance indices for selection of Turkish oat (*Avena sativa* L.) and landraces under various environmental conditons. Zemdirbyste- Agriculture 98: 157-166
- Akçura, M., F. Partigoç and Y. Kaya, 2011. Evaluating of drought stress tolerance based on selection indices in Turkish bread wheat landraces. The Journal of Animal & Plant Sciences 21(4): 700-709
- Akinci, C., I. Gül and M. Çölkesen, 1999. Diyarbakır koşullarında bazı arpa çeşitlerinin tane ve ot verimi ile bazı verim unsurlarının belirlenmesi. 3. Tarla Bitkileri Kongesi, 15-18 Kasım 1999, Adana. 405-410.
- Aktaş, H. 2016. Drought tolerance indices of selected landraces and bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes derived from synthetic wheats. Applied Ecology and Environmental Research 14(4): 177-189
- Anonim, 2014. Diyarbakır Meteoroloji Bölge Müdürlüğü Kayıtları. Diyarbakır uzun yıllar ortalaması (1960-2015), çalışma yıllarına ait sıcaklık, yağış ve nem değerleri
<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=DIYARBAKIR>
- Anonim, 2015. Ulusal hububat konseyi arpa-çavdar-yulaf-tritikale raporu.
http://uhk.org.tr/dosyalar/uhkarpa_kasim2015.
- Anwar, J., M.S. Ghulam., H. Makhdoom., A. Javed., H. Mujahid and M. Munir, 2011. Drought tolerance indices and their correlation with yield in exotic wheat genotypes. Pakistan J. Botany 43(3): 1527-1530.
- Aydın, M ve V. Katkat, 1997. Eskişehir koşullarında arpada tane doldurma süresi ve tane doldurma oranı üzerine bir araştırma. Türkiye 2. Tarla Bitkileri Kongresi, s. 89-91, Samsun
- Bouslama, M and W.T. Schapaugh, 1984. Stress tolerance in soybean. 1-Evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. Crop Science 24: 933-937
- Caierao, E, 2006. Brazilian Society Of Plant Breeding. Printed in Brazil effect of induced lodging on grain yield and quality of brewing barley. Crop Breeding and Applied Biotechnology 6: 215-221
- Chakherchaman, S.A., H. Mostafaei., L. Imanparast and M.R. Eivazian, 2009. Evaluation of drought tolerance in lentil advanced genotypes in Ardabil region. Iran J. Food Agriculture Environment 7 (3-4): 283-288.
- Çıvgın, İ, 2016. Bereketli Hilal'de Bitki Evcilleştirme Sürecini Etkileyen Faktörler: İklim, Doğal Çevre Ve Kültürlerarası Karşılaşmalar (Mö. 11000 – 7000). Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 8 (17): 463-488
- Ergün, N and H. Geçit, 2008. Investigation of Yield And Some Yield Components On Advanced Barley (*Hordeum vulgare* L.) lines. National Cereal Symposium, 2008 Konya. 189-198
- Farshadfar, E., B. Jamshidi and M. Aghaee, 2012. Biplot analysis of drought tolerance indicators in bread wheat landraces of Iran. Int J Agric Crop Sci. 4: 226-233.
- Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Proceedings of the international symposium on adaptation of vegetable and other food crops in temperature and water stress. Taiwan, 257-270.
- Gavuzzi, P., F. Rizza., M. Palumbo., R.G. Campaline., G.L. Ricciardi and B. Borghi, 1997. Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. Plant Science 77: 523-531

- GENSTAT., 2009. GenStat for Windows (12th Edition) Introduction. VSN International, Hemel Hempstead.
- Gomez, K., and A.A. Gomez, 1984. Statistical Procedures for Agricultural Research, 2nd Edition. John Wiley and Sons. New York. 680 pp.
- Hossain, A.B.S., A.G. Sears., T.S. Cox and G.M. Paulsen, 1990. Desiccation tolerance and its relationship to assimilate partitioning in winter wheat. *Crop Science* 30: 622-627
- Jatav, S.K. and V.S. Kandalkar, 2014. Assessment of wheat genotypes for yield potential and stress adaptation. *Journal of Wheat Research* 6(1): 29-36
- Kendal, E. 2016. GGE Biplot Analysis of Multi-Environment Yield Trials in Barley (*Hordeum vulgare* L.) Cultivars. *Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics* 2(1):90-99
- Khalili, M., M.R. Naghavi., A.R. Pour Aboughadareh and S.J. Talebzadeh, 2012. Evaluating of drought stress tolerance based on selection indices in spring canola cultivars (*Brassica napus* L.). *Journal of Agricultural Science*. 4(11): 78-85.
- Kılıç, H. 2010. Additive main effects and multiplicative interactions (AMMI) analysis of grain yield in barley genotypes across environments. *Tarım Bilimleri Dergisi* 20: 337-344
- Kılıç, H., T. Akar., E. Kendal and I. Sayım, 2010. Evaluation of grain yield and quality of barley varieties under rainfed conditions. *African Journal of Biotechnology* 9(46): 7825-7830.
- Kılınç, M., Y. Kırtok ve T. Yağbasanlar, 1992. Çukurova koşullarına uygun arpa çeşitlerinin geliştirilmesi üzerine araştırmalar. II. Arpa-Malt Semineri, s. 205-218. 25-27, Mayıs 1992, Konya.
- Kızılgeçici, F., M. Yıldırım., C. Akıncı and Ö. Albayrak, 2016. Bazı Arpa Genotiplerinin Diyarbakır ve Mardin Koşullarında Verim ve Kalite Parametrelerinin İncelenmesi. *Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Dergisi*, 6(3): 161-169
- Koç, N., C. Barutcular and I. Genc, 2003. Photosynthesis and Productivity of Old and Modern Durum Wheat in a Mediterranean Environment. *Crop Science* 43: 2089-2098
- Lan, J. 1998. Comparison of evaluating methods for agronomic drought resistance in crops. *Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica* 7: 85-87.
- Mohammadi, M., R. Karimizadeh and M. Abdipour, 2011. Evaluation of drought tolerance in bread wheat genotypes under dryland and supplemental irrigation conditions. *Australian Journal of Crop Sciences*, 5(4): 487-493.
- Mohammadi, M., R. Karimizadeh., T. Hossinpour., H.A. Falahi., H. Khanzadeh., N. Sabaghnia N., P. Mohammadi., M. Armion and M.H. Hosni, 2012. Genotype × environment interaction and stability analysis of seed yield of durum wheat genotypes in dryland conditions. *Notulae Sci. Biologicae* 4: 57-64.
- Nouri, A., A. Etminan., J.A. Teixeira da Silva and R. Mohammadi, 2011. Assessment of yield, yield-related traits and drought tolerance of durum wheat genotypes (*Triticum turgidum* var. durum Desf.). *Aust J Crop Sci*, 5 (1): 8-16.
- Öztürk, İ., R. Avcı Remzi., A. Tülek., T. Kahraman., B. Tuna B., M. Zafer and K. Akan, 2016. Agronomik Özelliklerinin Araştırılması. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25 (1): 26-34
- Rad, M.R., M. Naroui-Abdul., M.Y. Rafii., H. Jaafar., M.R. Naghavis and F. Ahmadi, 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. *Aust. J. Crop Science* 7: 956-996.
- Ramirez, P. and J.D. Kelly, 1998. Traits related to drought resistance in common bean. *Euphytica* 99: 127-136
- Rosielle, A.A and J. Hamblin, 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non- stress environment. *Crop Science* 21: 943-946.
- Sadiç, Ş., 1998. Bazı arpa çeşitlerinin Isparta şartlarında uyum yeteneklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi. 1998, Sparta. 50 s., I
- Sarı, N ve A. İmamoğlu, 2009. Menemen Ekolojik Koşullarına Uygun İleri Arpa Hat ve Çeşitlerinin Belirlenmesi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi* 19 (1): 22-31
- Sayar, M.S., and Y. Han, 2015. Determination of seed yield and yield components of grasspea (*Lathyrus sativus* L.) lines and evaluations using GGE Biplot analysis method. *Tarım Bilimleri Dergisi- J. Agric. Sci.*, 21(1): 78-92.
- TÜİK, 2015. Statistical databases. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zl>
- Yan, W and L.A. Hunt, 2001. Interpretation of genotype × environment interaction for winter wheat yield in Ontario. *Crop Science* 41: 19-25.
- Yan, W and M.S. Kang, 2003. GGE-biplot analysis: a graphical tool for breeders, geneticists, and agronomists. CRC Press: Boca Raton, FL, 271 pg.
- Zencirci, N and A. Karagöz, 2005. Effect of developmental stages length on yield and some quality traits of Turkish durum wheat (*T. turgidum* L. conv. durum (Desf.) M. K.) landraces. *Genetic Resources and Crop Evolution* 52 (6): 765-774