

Mısırdaki normal ve kuraklık stresi koşullarında tane verimi ile ilişkili seleksiyon kriterlerinin belirlenmesi

Şekip ERDAL^{1*}

¹Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya

Alınış Tarihi: 21 Ocak 2016 Kabul Tarihi: 15 Nisan 2016

Öz

Bu çalışmanın amacı, mısır (*Zea mays* L.) bitkisinde normal ve kuraklık stresi koşullarında korelasyon ve Path analizi yöntemleriyle tane verimi ile diğer özellikler arasındaki ilişkileri tespit etmek ve bu sayede kuraklığa tolerans ıslahı çalışmaları için uygun seleksiyon kriterlerini belirlemektir. Araştırmada, 38 adet mısır hibriti, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak normal ve kuraklık stresi koşullarında 2013 ve 2014 yıllarında Antalya'da test edilmiştir. Çalışmada agromorfolojik ve fizyolojik olmak üzere 17 adet karakter incelenmiştir. Korelasyon analizi sonuçlarına göre, normal koşullarda tane verimi ile koçanda tane sayısı (0.59) ve erkek-dişi çiçek arasındaki gün farkı (EDF) (-0.71) en fazla pozitif ve negatif ilişkili karakterler olmuştur. Kuraklık stresi şartlarında ise bitki başına koçan sayısı ve EDF sırasıyla tane verimi ile en yüksek pozitif (0.74) ve negatif (-0.65) ilişkili değişkenler olmuştur. Path analizi sonuçlarına göre normal koşullarda erkek çiçeklenme gün sayısı, dişi çiçeklenme gün sayısı, bin tane ağırlığı ve bitki başına koçan sayısı özelliklerine yönelik yapılacak seleksiyonlarda yüksek verimli çeşitlerin elde edilme olasılığının artacağı düşünülmüştür. Diğer taraftan kuraklık stresi koşullarında çiçeklenme ile ilgili parametrelerin en yüksek düzeyde tane verimi üzerine doğrudan etkisi saptanmış, özellikle EDF özelliğinin kuraklığa tolerans ıslahı çalışmalarında birincil seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Su stresi, Tolerans, Korelasyon, Path analizi

Determination of selection criteria associated with grain yield under normal and drought stress conditions in maize

Abstract

The objective of this study was to determine relationships between grain yield and other characteristics using correlation and path analysis methods under normal and drought stress conditions in maize (*Zea mays* L.) and thus identify the

* Sorumlu yazar (Corresponding author):sekip.erdal@gthb.gov.tr

appropriate selection criteria for drought tolerance breeding studies. In the study, 38 maize hybrids were tested in a randomized complete block design with three replications in normal and drought stress conditions in Antalya in 2013 and 2014. A total of 17 morphological and physiological traits including yield and yield components, were investigated. According to the correlation coefficient analysis, number of kernel per ear (0.59) and anthesis-silking interval (ASI) (-0.71) in normal conditions and number of ears per plant (EPP) (0.74) and ASI (-0.65) in drought stress conditions had the highest positive and negative associations with grain yield, respectively. Path analysis showed that selection for the number of days to tasseling, number of days to silking, thousand kernel weight and number of ears per plant can increase the possibility for obtaining high-yielding varieties under normal conditions. On the other hand, it was found that the parameters related to flowering had the highest direct impact on the yield in drought stress conditions. Especially, it was concluded that ASI trait can be used as the primary selection criteria for drought tolerance breeding.

Keywords: Water stress, Tolerance, Correlation, Path analysis

1. Giriş

Ülkemizin 2015 yılı mısır üretim istatistiklerine göre, 680 494 ha alanda tanelik mısır (*Zea mays* L.) üretimi yapılmış ve bu alandan yaklaşık olarak 6 400 000 ton ürün elde edilmiştir (Anonim, 2016). 2014 yılında ise 5 950 000 ton mısır üretimi yapılmış ve bu üretimin yurt içi talebi karşılama derecesinin %86.1 olduğu açıklanmıştır (Anonim, 2015). Dolayısıyla ülkemiz mısır talebinin büyük bir kısmının iç üretimden karşılandığı açıktır.

Küresel ısınma senaryoları gelecekte tarım üretiminin ciddi sorunlarla karşılaşacağını öngörmektedir. İklim değişikliği ile sıcaklık ve yağış rejimlerinin değişmesinden kaynaklanan ve afet boyutlarına ulaşan çok değişik sonuçların yaşanacağı öngörülmektedir. Seller, taşkınlar, kuraklık ve sonuçta çölleşme, fırtınalar, biyolojik kökenli afet niteliğindeki salgınlar, bu sorunlardan bazıları olup, bunlar daha geniş alanlara yayılacak ve çok daha sık görülecektir (Anonim, 2001). Türkiye coğrafi konumu nedeniyle bu durumdan en çok etkilenen ülkeler arasındadır (Türkeş, 1998). Sürdürülebilir tarım için gerekli suyun karşılanmasında ciddi sorunların olacağı bildirilmektedir (Öztürk, 2002). Kişi başına düşen kullanılabilir su potansiyeli 3 690 m³ olan ülkemiz, dünya ortalaması olan 7 600 m³'ün oldukça altında olmasından dolayı su fakiri olmamakla birlikte su kısıtı bulunan ülkeler arasında gösterilmektedir (Atalık, 2009).

Kuraklık stresi, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de mısır üretiminin verimli ve kaliteli bir şekilde yapılmasının önündeki en tehlikeli abiyotik streslerin başında gelmektedir. Su kaynaklarımızın nispeten az olması ve küresel ısınma nedeniyle kuraklık stresi ile mücadele önemli bir konudur. Mısırdaki kuraklıkla mücadelede en etkili yöntemlerden bir tanesi de kuraklığı ya da su stresini tolere edebilecek çeşitlerin ıslah edilmesidir. Kuraklığa tolerans ıslahı çalışmalarında temel hedef, kuraklık stresi koşullarında verim kaybının daha az olduğu diğer bir ifadeyle tane verimi yüksek çeşitlerin geliştirilmesidir. Ancak tane verimi, kuraklık stresi şartlarında birçok faktörün etkisi altında olduğundan tane verimi ile ilişkili seleksiyon kriterlerinin mutlaka belirlenmesi gerekmektedir. Tane verimi ile morfolojik, fizyolojik ve tarımsal özellikler arasındaki ilişkilerin belirlenmesi için en fazla kullanılan yöntemler arasında korelasyon ve Path analizi metodları bulunmaktadır.

Özellikler veya değişkenler arasındaki doğrusal ilişkinin ölçüsü korelasyon katsayısıdır (Orhan ve Kaşıkçı, 2002). İki değişken arasında hesaplanan korelasyon katsayısı yüksek ise bu iki değişkenin birbiri ile ilişkili olduğu söylenebilir (Düzgüneş vd., 1987). Ancak, iki değişken arasında hesaplanan korelasyon katsayısı başka bir değişken ya da değişkenler tarafından etkileniyorsa, yani iki değişken arasındaki sebep-sonuç ilişkisi üçüncü bir değişkenin etkisine bağlı ise korelasyon katsayısı bu ilişkiyi açıklamada yeterli olmayabilir (Orhan ve Kaşıkçı, 2002). Dolayısıyla karakterler arasındaki ilişkilerin açıklanmasında korelasyon katsayısının yanında, özelliklerin doğrudan ve diğer özelliklerden kaynaklanan dolaylı etkilerin bilinmesi için Wright (1921, 1934) tarafından önerilen Path analizi kullanılabilir. Bu çalışmanın amacı mısır bitkisinde normal ve kuraklık stresi koşullarında tane verimi ile diğer özellikler arasındaki ilişkileri belirlemek, Path analizi ile özelliklerin doğrudan ve dolaylı etkilerini ortaya koymak ve bu sayede kuraklığa tolerans ıslahı çalışmaları için seleksiyon kriterlerini belirlemektir.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırmada 9 adet kendilenmiş mısır hattından yarım diallel eşleştirme desenine göre elde edilen 36 adet tek melez ile 2 adet kontrol çeşidi (P31A34 ve DKC6589) olmak üzere toplam 38 adet genotip bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Çalışma, Antalya ekolojik koşullarında 2013 ve 2014 yıllarında yürütülmüştür.

Genotipler, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak hem su stresi koşullarında ve hem de normal koşullarda olmak üzere iki ayrı deneme şeklinde denenmiştir. Araştırmada su stresi olmayan (normal) deneme koşulları oluşturmak için tüm parsellerde aynı şekilde sulamalar yapılmıştır. Buna göre; sulama uygulamalarına, tohumların ekimini takiben topraktaki kullanılabilir nemin % 40'ı tüketildiğinde tüm parsellere ilk su verilmiştir. Birer hafta arayla alınan gravimetrik örneklemelemlerle her sulama uygulanmasında 0-90 cm toprak derinliğindeki mevcut nem, tarla kapasitesine yükseltilmiştir. Su stresi denemeleri Banziger vd. (2000)'e göre yapılmıştır. Mısır bitkisinin kuraklığa (su stresi) en hassas olduğu dönem çiçeklenme dönemi hemen öncesi, çiçeklenme dönemi ve dane doldurma dönemidir. Kuraklığa tolerans ıslahı çalışmalarında bu dönemler stres koşulu aşamaları olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle araştırmada çiçeklenme döneminden yaklaşık olarak 2-3 hafta önceden (V10-12 dönemi) başlamak suretiyle su stresi parsellerine su verilmemiştir. Her iki yetiştirme ortamında da tüm deneme parsellerine dekara 18-20 kg saf azotun bir kısmı ekimle birlikte, kalan kısmı ise bitkiler 30-40 cm boylanınca, ortalama 8 kg fosforun tamamı ekimle birlikte verilmiştir. Ekim, önceden tarla hazırlığı yapılmış sırtlara her ocağa 2 adet tohum bırakılarak yapılmıştır. Parseller; sıra arası 0.70 m, sıra üzeri 0.20 m olacak şekilde 5m uzunluğunda ve 2'şer sıra halinde oluşturulmuştur. Çıkışın ardından bitkiler 0.20 m sıra üzeri mesafesine teklemiştir.

Araştırmada ele alınan tüm özellikler CIMMYT Kuraklığa Tolerant Mısır Islahı Protokolü (Banziger vd., 2000) ve Mısır Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatına (Anonim, 2010) göre ölçülmüştür (Çizelge 1). Tane verimi ile diğer incelenen özellikler arasında korelasyon katsayısı değerlerini elde etmek için 2 yıllık normal ve su stresi deneme verileri ayrı ayrı analize tabi tutulmuştur. Path analizi Dewey ve Lu (1959) tarafından önerilen metoda göre yapılmıştır. Araştırmada korelasyon ve Path analizi TARİST istatistik paket programı kullanılarak elde edilmiştir (Açıkgöz vd., 1993). Analizde tane verimi bağımlı değişken diğer parametreler ise bağımsız değişken olarak değerlendirilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Araştırmada normal ve su stresi koşullarında tane verimi ile bazı özellikler arasında elde edilen korelasyon katsayıları Çizelge 2'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Araştırmada incelenen özellikler

Kısaltma	Özellik	Özellik tanımı
EÇ	% 50 erkek çiçeklenme gün sayısı	Ekim tarihinden tepe püsküllerinin salkıminın 1/3 kısmında anter dökme tarihine kadar geçen süre
DÇ	% 50 dişi çiçeklenme gün sayısı	Ekim tarihinden koçan püsküllerinin görüldüğü tarihe kadar geçen süre
EDF	Erkek ve dişi çiçeklenme aralığı (gün)	Erkek çiçeklenme gün sayısının dişi çiçeklenme gün sayısından çıkartılması
BB	Bitki boyu (cm)	Döllenme sonrası toprak seviyesinden tepe püskülünün en uçtaki noktasına kadar olan mesafe
İKY	İlk koçan yüksekliği (cm)	Toprak seviyesinden bitki üzerindeki en üst koçanın bağlı olduğu boğuma kadar olan dikey mesafenin olarak ölçümü
BTA	Bin tane ağırlığı (g)	Parsel tane ürününden 4x100 adet tane sayılıp, ortalaması 10 ile çarpılarak elde edilen değer
BBKS	Bitki başına koçan sayısı	Hasat sırasında her parselden elde edilen toplam koçan sayısının parselde bulunan toplam bitki sayısına oranı
KTS	Koçanda tane sayısı (adet)	Her parselden rastgele seçilen 5 adet koçan tanelendikten sonra toplam tane sayısının koçan sayısına oranı
YK1	Yaprakta kuruma (ölüm) I. dönem (%)	Koçan püskülü çıkışından 20 gün sonra skala değerleri :1=% 10, 2=%20, 3=%30, 4=%40, 5=%50, 6=%60, 7=%70, 8=%80,9=%90, 10=%100 ölü yaprak alanı (%)
YK2	Yaprakta kuruma (ölüm) II. dönem (%)	Koçan püskülü çıkışından 30 gün sonra skala değerleri :1=% 10, 2=%20, 3=%30, 4=%40, 5=%50, 6=%60, 7=%70, 8=%80, 9=%90, 10=%100 ölü yaprak alanı (%)
TPB	Tepe püskülü büyüklüğü	Büyük (1), orta (2), küçük (3)
YKV	Yaprakta kıvrılması (1-5)	Açık yaprak (1), hafif kıvrılma (2), yapraklar V harfi şeklinde (3), yapraklar tamamen kapanmak üzere (4), yapraklar soğan şeklinde kıvrılmış (5)
TBTA1	Toplam bitki topraküstü aksamı I. dönem	Ekimden 1 ay sonra çok iyi (1), iyi (2), orta (3), zayıf (4), çok zayıf (5)
TBTA2	Toplam bitki topraküstü aksamı II. dönem	Tepe püskülü döneminde çok iyi (1), iyi (2), orta (3), zayıf (4), çok zayıf (5)
Sİ	Stoma iletkenliği (umolH ₂ O m ⁻² s ⁻¹)	Taşınabilir bir porometre ile çiçeklenme döneminde ölçülmüştür
YKİ	Yaprak klorofil içeriği (SPAD)	Taşınabilir klorofilmetre ile ölçülmüştür
TV	Tane verimi	Parsel verimi (PV) dekara çevirilerek tane verimi (kg da ⁻¹) elde edilmiştir

Çizelge 2. Normal ve su stresi koşullarında tane verimi ile bazı özellikler arasındaki korelasyon katsayıları

Özellikler	Normal koşullar	Kuraklık stresi
EÇ (gün)	-0.296**	0.106
DÇ (gün)	-0.459**	-0.204**
EDF (gün)	-0.712**	-0.647**
BB (cm)	-0.419**	0.015
İKY (cm)	-0.332**	0.261**
BTA (g)	0.440**	0.704**
BBKS (adet)	0.373**	0.735**
KTS (adet)	0.593**	0.595**
TPB (1-3)	0.090	0.106
YKV (1-5)	-0.001	-0.067
TBTA1 (1-5)	-0.080	0.196**
TBTA2 (1-5)	0.068	-0.204**
YK1 (1-10)	0.024	0.086
YK2 (1-10)	0.034	-0.141*
Sİ (umolH ₂ O m ⁻² s ⁻¹)	0.321**	0.127*
YKİ (SPAD)	0.380**	0.222**

* ve **, sırasıyla % 5, % 1 düzeyinde önemli

Buna göre normal koşullardaki denemede koçanda tane sayısı (0.593), bin tane ağırlığı (0.440), yaprak klorofil içeriği (0.380), bitki başına koçan sayısı (0.373) ve stoma iletkenliği (0.321) tane verimi ile pozitif ilişkili bulunmuştur. Mısırdaki normal koşullarda yapılan çalışmalarda, koçanda tane sayısının yüksek verimli çeşitler elde edilmesi için önemli seleksiyon kriterlerinin başında geldiği bildirilmiştir (Şekeroğlu vd., 2000; Alvi vd., 2003; Nemati vd., 2009; Wannows vd., 2010; İdikut ve Kara, 2013; Munawar vd., 2013). Tane verimi ile bin tane ağırlığı arasında pozitif korelasyon olduğuna dair çalışmalar rapor edilmiştir (Sreckov, 2010; Nataraj vd., 2014). Bu araştırmada yaprak klorofil içeriği tane verimi ile pozitif ve önemli düzeyde ilişkili bulunan önemli bir diğer parametre olarak tespit edilmiştir. Bu durum, yüksek verimli çeşitlerin aynı zamanda yüksek düzeyde fotosentez kapasitesine sahip olduğunu göstermektedir. Sandeep vd. (2011), yaptıkları çalışmada YKİ'nin tane verimi ile pozitif bir ilişkiye sahip olduğunu bildirmiştir. Bitki başına koçan sayısı tane verimi ile pozitif ilişkili önemli bir parametre olup, diğer araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Hallauer ve Miranda, 1988; Martin vd., 2006). Martin vd. (2006), normal şartlarda yetiştirilen ve birden çok koçana sahip mısır hibritlerinin tek koçana sahip hibritlere göre daha verimli olduğunu ortaya koymuştur. Stoma iletkenliği yaprakların stomalarından birim zamanda giren karbondioksit veya dışarı çıkan su buharı miktarının bir ölçüsüdür (Anonim, 2013). Araştırmada Sİ ile

TV arasında elde edilen önemli ve pozitif ilişki yüksek verimli çeşitlerin asimilasyon etkinliğinin fazla olduğunu göstermektedir. Araştırmada tane verimi ile EDF (-0.712), DÇ(-0.459), BB (-0.419), İKY (-0.332) ve EÇ (-0.296) arasında önemli ve negatif ilişki tespit edilmiştir. Sandeep vd. (2011), mısırdaki normal koşullarda EDF ile TV arasında negatif korelasyon olduğunu bildirmiştir. Mısır bitkisinde erkek ve dişi çiçekler aynı bitkide fakat farklı yerlerde (tek evcikli) olduğundan tane oluşumu için her iki organın aynı zamanda döllenme olgunluğuna gelmesi çok önemlidir (Banziger vd., 2000). Bu nedenle düşük EDF değerlerine sahip hibritler aynı zamanda döllenme olgunluğuna geldikleri için genotiplerde EÇ ve DÇ arasındaki senkronizasyon dengeli olmakta ve bu durum yüksek tane tutumunu sağlamaktadır. Bu öngörü ile düşük EDF değerlerine sahip hibrit mısır çeşitlerine yönelik yapılacak seleksiyonların mısırdaki tane verimini artırma olasılığı yüksektir. Araştırmada negatif ve önemli erkek ve dişi çiçeklenme değerleri (-0.296 ve -0.459) normal koşullarda erkenden çiçeklenen hibritlerin daha yüksek tane verimine sahip olduğunu göstermektedir. Genel olarak erkenci çeşitlerin geçici çeşitlere göre nispeten daha düşük verimli olduğu bilinmekle birlikte, günümüz yüksek verimli çeşitlerde bu anlayış değişmektedir. Ayrıca çalışmada değerlendirilen materyal ağırlıklı olarak tropikal kökenli olduğu için geçici ve düşük verimli olmuştur. Sandeep vd. (2011), bu çalışmaya benzer şekilde erken çiçeklenen hibritlerin tane verimi için önemini vurgulamıştır. Aynı şekilde bitki boyu bu araştırmada tane verimi ile negatif ve önemli bir korelasyon katsayısı değeri vermiştir. Bu durumun daha çok değerlendirilen hibritlerin genetik yapısından kaynaklandığı düşünülmüştür.

Kuraklık stresi denemesinde tane verimi ile diğer parametreler arasında elde edilen korelasyon katsayısı değerleri Çizelge 2'de sunulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre kuraklık denemesinde tane verimi ile BBKS (0.735), BTA (0.704), KTS (0.595), İKY (0.261) YKİ (0.222), TBTA1 (0.196) ve Sİ (0.127) arasında pozitif ve önemli ($p < 0.01$) oranda ilişki bulunmuştur. Diğer taraftan EDF (-0.647), DÇ (-0.204), TBTA2 (-0.204) ve YK2 (-0.141) ile tane verimi arasında negatif ve önemli düzeyde korelasyonlar saptanmıştır. Kuraklık stresi koşullarında yapılan çalışmalarda tane verimi ile en yüksek ilişkili karakterler olarak EDF ve BBKS tespit edilmiştir. Bolanos ve Edmeades (1996), 3509 adet mısır hat adayları ile normal ve su stresi koşullarında yaptıkları bir çalışmada, bitki başına koçan sayısı (BBKS), koçanda tane sayısı (KTS), tane ağırlığı, erkek-dişi çiçeklenme gün farkı (EDF), tepe püskülü yan dal sayısı, yaprak açısı, yaprakta kapanma, yaprakta kuruma özelliklerini değerlendirmişlerdir. Analizler, kuraklık altında tane verimi ile sözkonusu özellikler arasında lineer fenotipik korelasyonların

($P < 0.01$) olduğunu ortaya koymuş ve özellik verilmiş sırasına göre 0.77, 0.90, 0.46, -0.53, -0.16, 0.06, -0.18, -0.11 korelasyon katsayıları elde edilmiştir. Çalışmada kuraklık stresi şiddeti arttıkça EDF ve BBKS özelliklerinin kalıtım derecelerinin daha stabil olduğu vurgulanmıştır. EDF ve BBKS özelliklerine atfedilen yüksek kalıtım derecesi başka araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Betran vd., 2003; Messmer vd., 2009; Lu vd., 2011). Araştırmamız sonucunda elde edilene verilere göre kuraklık stresi şartlarında mısırdaki BBKS, BTA, KTS ve EDF özellikleri ile yapılacak seleksiyonlar ile kuraklık stresine toleranslı çeşitlerin geliştirilmesinin mümkün olabileceği söylenebilir. Araştırmada bağımlı değişken olan tane verimi üzerine, incelenen diğer özelliklerin dolaylı ve doğrudan etkilerine ilişkin Path analizi sonuçları Çizelge 3-4'te sunulmuştur. Path analizine göre, normal koşullarda EÇ (-0.72), DÇ (0.56), EDF (-0.52) BTA (0.31), KTS (0.29) ve BBKS (0.22) tane verimi üzerine en yüksek düzeyde doğrudan etkiye sahip değişkenler olmuştur (Çizelge 3). Yapılan çalışmalar KTS ve BTA'nın mısırdaki tane verimi üzerine doğrudan etkili iki önemli parametre olduğunu ve bu özelliklere yönelik yapılacak seleksiyonların yüksek tane verimi için başarı sağlayacağını önermektedir (Alvi vd., 2003; Nastasic vd., 2010; Nataraj vd., 2014). Değişkenlerin Path katsayısı içindeki yüzdelerine bakıldığında ise en yüksek doğrudan etkiler sırasıyla BBKS (%40.2), BTA (%37.1) ve EÇ (%36.8) özellikleri olmuştur. EÇ, DÇ, BTA ve BBKS değişkenlerinin doğrudan etkileri, dolaylı etkilerin her birinden daha yüksek olmuştur. Kuraklık stresi şartlarında değişkenlerin doğrudan ve dolaylı etkileri incelendiğinde, çiçeklenme ile ilgili parametrelerin diğer değişkenlere göre çok daha etkili olduğu anlaşılmaktadır. Kuraklık stresi şartlarında sırasıyla DÇ (11.20), EÇ (-8.18) ve EDF (-5.13) tane verimi üzerine doğrudan en yüksek düzeyde etkili özellikler olmuştur. Aynı şekilde bu üç parametrenin doğrudan etkileri dolaylı etkilerinden daha yüksek olmuştur. Abas vd. (2009), yaptıkları çalışmada kuraklık stresi şartlarında tane verimi üzerine en yüksek doğrudan etkilerin bu çalışmada olduğu gibi çiçeklenme ile ilgili parametrelerden geldiğini bildirmiş ve düşük EDF'ye yönelik yapılacak seleksiyonların kuraklığa tolerans ıslahında önemli olacağını vurgulamışlardır. Tane verimi ile yüksek düzeyde negatif korelasyona sahip olması, path analizine göre yüksek düzeyde doğrudan etkisi nedeniyle EDF kuraklık stresi çalışmalarında seleksiyonda yüksek tane verimi için değerlendirilebilecek en temel özellik olmuştur. Çiçeklenme ile ilgili özelliklerin dışında BTA, KTS ve BBKS olumlu düzeyde doğrudan etkiye sahip olmakla birlikte bu parametreler daha çok çiçeklenme özellikleri ile birlikte yüksek düzeyde dolaylı etkilere sahip ikincil özellikler olmuştur.

Çizelge 3. Araştırmada incelenen özelliklerin normal koşullarda tane verimi üzerine doğrudan (diyagonal koyu) ve dolaylı (yatay açık) etkileri

Özellikler	1	2	3	4	5	6	7	8
EÇ (1)	-0.72	0.54	-0.25	0.06	0.06	0.06	0.03	-0.12
DÇ (2)	-0.69	0.56	-0.36	0.03	0.07	0.04	0.008	-0.17
EDF (3)	-0.35	0.39	-0.52	-0.07	0.07	-0.05	-0.04	-0.16
BB (4)	0.21	-0.08	-0.17	-0.21	0.08	-0.14	-0.04	-0.04
İKY (5)	-0.28	0.25	-0.23	-0.1	0.16	-0.06	0.01	-0.06
BTA (6)	-0.16	0.07	0.08	0.09	-0.03	0.31	0.03	-0.00
BBKS (7)	-0.08	0.02	0.09	0.04	0.001	0.04	0.22	0.04
KTS (8)	0.29	-0.27	0.28	0.03	-0.03	-0.004	0.03	0.29
TPB (9)	0.20	-0.14	0.05	-0.002	-0.04	0.02	-0.004	0.04
YKV (10)	-0.09	0.06	-0.02	0.03	0.007	-0.006	0.007	-0.03
TBTA1 (11)	-0.29	0.22	-0.12	0.06	-0.006	0.08	-0.005	-0.04
TBTA2 (12)	0.20	-0.15	0.08	0.009	-0.04	-0.05	-0.0001	0.04
YK1 (13)	0.08	-0.08	0.09	0.02	0.0001	-0.008	-0.007	0.02
YK2 (14)	0.40	-0.30	0.15	-0.05	0.01	-0.09	0.004	0.07
Sİ (15)	0.06	-0.08	0.12	0.02	-0.0003	0.04	0.07	0.06
YKİ (16)	0.22	-0.19	0.17	0.02	-0.03	0.04	0.02	0.07
Özellikler	9	10	11	12	13	14	15	16
EÇ (1)	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.004	0.08	-0.00	-0.02
DÇ (2)	0.0005	0.004	-0.0003	-0.006	0.005	0.08	-0.0008	-0.03
EDF (3)	0.0002	0.001	-0.0002	-0.004	0.007	0.04	-0.001	-0.02
BB (4)	0.0000	-0.004	0.0002	-0.001	0.003	-0.03	-0.0007	-0.007
İKY (5)	0.0005	0.002	0.0000	-0.006	0.0000	0.01	0.0000	-0.02
BTA (6)	-0.0001	-0.0005	-0.0002	-0.003	0.0009	0.04	0.0007	0.01
BBKS (7)	0.0000	0.001	0.0000	0.0000	0.001	-0.003	0.002	0.007
KTS (8)	-0.0002	-0.003	0.0001	0.003	-0.002	-0.04	0.01	0.02
TPB (9)	-0.002	-0.002	-0.0001	0.001	-0.003	-0.03	-0.0002	0.009
YKV (10)	0.0001	0.03	0.0000	-0.0002	-0.004	0.01	-0.0001	-0.003
TBTA1 (11)	-0.0004	0.0009	-0.00	0.005	0.001	0.03	-0.0009	-0.006
TBTA2 (12)	-0.0001	-0.0003	-0.0002	0.03	-0.03	-0.04	-0.0003	0.005
YK1 (13)	-0.0002	0.004	0.0000	0.002	-0.04	-0.06	-0.0005	0.008
YK2 (14)	-0.0004	-0.002	0.000	0.007	-0.02	-0.14	-0.0003	0.007
Sİ (15)	0.0001	-0.0005	0.0001	-0.001	0.003	0.008	0.006	0.02
YKİ (16)	-0.0003	-0.001	0.0001	0.002	-0.004	-0.02	0.0009	0.07

EÇ: % 50 erkek çiçeklenme gün sayısı, DÇ: % 50 dişi çiçeklenme gün sayısı, EDF: Erkek ve dişi çiçeklenme aralığı (gün), BB: Bitki boyu (cm), İKY: İlk koçan yüksekliği (cm), BTA: Bin tane ağırlığı (g), BBKS: Bitki başına koçan sayısı, KTS: Koçanda tane sayısı (adet), TPB: Tepe püskülü büyüklüğü, YKV: Yaprakta kıvrılması (1-5), TBTA1: Toplam bitki topraküstü aksamı I. Dönem, TBTA2: Toplam bitki topraküstü aksamı II. Dönem, YK1: Yaprakta kuruma (ölüm) I. Dönem (%), YK2: Yaprakta kuruma (ölüm) II. Dönem (%), Sİ: Stoma iletkenliği ($\mu\text{molH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$), YKİ: Yaprak klorofil içeriği (SPAD).

Çizelge 4. Araştırmada incelenen özelliklerin kuraklık stresi koşullarda tane verimi üzerine doğrudan (diyagonal koyu) ve dolaylı (yatay açık) etkileri

Özellikler	1	2	3	4	5	6	7	8
EÇ (1)	-8.18	10.29	-2.16	0.001	-0.005	0.16	0.03	-0.15
DÇ (2)	-7.52	11.20	-3.82	0.003	-0.004	0.07	-0.02	-0.22
EDF (3)	-3.45	8.34	-5.13	0.005	-0.0005	-0.11	-0.09	-0.25
BB (4)	-0.17	0.57	-0.42	0.06	-0.004	0.03	-0.01	-0.04
İKY (5)	-4.52	4.84	-0.31	0.03	-0.008	0.14	0.05	-0.03
BTA (6)	-3.34	1.99	1.48	0.005	-0.003	0.38	0.08	0.06
BBKS (7)	-1.51	-1.31	2.97	-0.004	-0.003	0.21	0.15	0.16
KTS (8)	3.83	-7.56	3.90	-0.007	0.006	0.07	0.07	0.33
TPB (9)	-0.99	0.90	0.10	-0.001	0.0006	0.06	0.007	-0.04
YKV (10)	-0.06	0.47	-0.43	0.002	-0.0007	-0.04	-0.009	0.005
TBTA1 (11)	-1.61	1.42	0.22	-0.004	-0.002	0.06	0.04	0.01
TBTA2 (12)	3.68	-4.05	0.37	-0.002	0.002	-0.12	-0.04	0.05
YK1 (13)	4.69	-6.78	2.17	0.007	0.0002	-0.04	0.02	0.15
YK2 (14)	6.59	-8.43	1.9	0.001	0.003	-0.14	-0.02	0.12
Sİ (15)	-1.26	0.9	0.29	-0.0004	0.0001	0.03	0.02	-0.01
YKİ (16)	-1.85	1.55	0.32	0.005	-0.002	0.12	0.03	0.0002
Özellikler	9	10	11	12	13	14	15	16
EÇ (1)	0.006	0.0001	0.01	0.03	0.009	0.09	0.003	-0.003
DÇ (2)	0.004	0.0007	0.008	0.02	0.01	0.09	0.002	-0.002
EDF (3)	-0.0009	0.001	-0.003	0.005	0.007	0.04	-0.001	0.0008
BB (4)	-0.0008	0.0006	-0.004	0.002	-0.002	-0.003	-0.0002	-0.001
İKY (5)	-0.003	0.002	0.01	0.02	0.0004	0.04	-0.0003	-0.002
BTA (6)	0.007	-0.002	0.009	0.02	0.002	0.05	0.002	-0.004
BBKS (7)	0.002	-0.001	0.01	0.02	-0.001	0.02	0.002	-0.003
KTS (8)	-0.006	0.0003	0.003	-0.01	-0.008	-0.04	-0.0007	0.0000
TPB (9)	0.05	0.0005	0.01	-0.002	0.001	0.007	0.005	-0.0007
YKV (10)	0.001	0.02	0.006	-0.02	-0.002	-0.006	-0.0009	0.0004
TBTA1 (11)	0.008	0.002	0.06	-0.01	-0.0006	0.02	-0.002	-0.002
TBTA2 (12)	0.002	0.005	0.01	-0.06	-0.006	-0.05	-0.004	0.029
YK1 (13)	-0.003	0.002	0.002	-0.02	-0.02	-0.09	-0.006	0.002
YK2 (14)	-0.003	0.0009	-0.009	-0.02	-0.01	-0.12	-0.004	0.003
Sİ (15)	0.01	-0.0007	-0.005	0.01	0.004	0.03	0.02	-0.002
YKİ (16)	0.003	-0.0006	0.008	0.02	0.002	0.03	0.003	-0.01

EÇ: % 50 erkek çiçeklenme gün sayısı, DÇ: % 50 dişi çiçeklenme gün sayısı, EDF: Erkek ve dişi çiçeklenme aralığı (gün), BB: Bitki boyu (cm), İKY: İlk koçan yüksekliği (cm), BTA: Bin tane ağırlığı (g), BBKS: Bitki başına koçan sayısı, KTS: Koçanda tane sayısı (adet), TPB: Tepe püskülü büyüklüğü, YKV: Yaprakta kıvrılması (1-5), TBTA1: Toplam bitki topraküstü aksamı I. Dönem, TBTA2: Toplam bitki topraküstü aksamı II. Dönem, YK1: Yaprakta kuruma (ölüm) I. Dönem (%), YK2: Yaprakta kuruma (ölüm) II. Dönem (%), Sİ: Stoma iletkenliği ($\mu\text{molH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$), YKİ: Yaprak klorofil içeriği (SPAD).

4. Sonuç

Araştırma sonucuna göre tropikal, yarı tropikal ve ılıman iklim mısır hibritlerinde yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre normal koşullarda KTS (0.593) en yüksek pozitif ve önemli düzeyde, EDF (-0.712) ise en yüksek ve negatif düzeyde tane verimi ile ilişkili bulunmuştur. Kuraklık stresi şartlarında ise BBKS (0.735) ve EDF (-0.647) tane verimi ile ilişkili en yüksek pozitif ve negatif değişkenler olmuştur. Path analizi sonuçlarına göre normal koşullarda erkek çiçeklenme gün sayısı, dişi çiçeklenme gün sayısı, bin tane ağırlığı ve bitki başına koçan sayısı özelliklerine yönelik yapılacak seleksiyonlarda yüksek verimli çeşitlerin elde edilme olasılığının artacağı öngörülmüştür. Diğer taraftan kuraklık stresi koşullarında çiçeklenme ile ilgili parametrelerin en yüksek düzeyde tane verimi üzerine doğrudan etkisi saptanmış özellikle EDF özelliğinin kuraklığa tolerans ıslahı çalışmalarında birincil seleksiyon kriteri olarak kullanılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

- Abas, J., Paknejad, F., Jami Allahmadi, M., Nasri, M., & İlkae M.N. (2009). Investigation on path analysis of grain yield in maize hybrid under normal and drought stress conditions. *Journal of Crop Production Research*, 1(1):1-13.
- Açıkgöz, N., Akbaş, M.K.E., Maghaddom, A., & Özcan, K. (1993). Tarist, PC'ler için istatistik kantitatif genetik paketi. *Uluslararası Bilgisayar Uygulamaları Sempozyumu*, 19 Ekim 1993, Konya, s:133-147.
- Alvi, M.B., Rafique, M., Tariq, M.S., Hussain, A., Mahmood, T., Sarwar, M. (2003). Character association and Path coefficient analysis of grain yield and yield component in maize. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 6(2):136-138.
- Anonim (2016). Türkiye mısır ekiliş-üretim-verim ve TMO alımları (1938-2015). <http://www.tmo.gov.tr/Main.aspx?ID=40>. Erişim tarihi: 10 Ekim 2015.
- Anonim (2001). Inter governmental panel on climate change. <http://www.ipcc.ch>. Erişim tarihi: 12.09.2013.
- Anonim (2010). Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatı: Mısır. Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü Yayınları, 35 s., Ankara.
- Anonim (2013). Leaf prorometer theory. Leaf porometer user manuel. Decagon Devices, Inc. p:58.
- Anonim (2015). Bitkisel ürün denge tablolar: tahıllar ve diğer bitkisel ürünler.<http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=18773>. Erişim tarihi: 01 Aralık 2015.
- Atalık, A. (2009). Küresel ısınma, su kaynakları ve tarım üzerine etkileri. http://www.sektorler.web.tr/cevre_su/genel/kuresel_ysinma_su_kaynaklari_ve_tarim_uzerine_etkileri.html. Erişim tarihi: 02 Ağustos 2013.

- Banziger, M., Edmeades, G.O., Beck, D., & Bellon, M. (2000). Breeding for Drought and Nitrogen Stress Tolerance in Maize: From Theory to Practice. 39 p., D.F: CIMMYT, Mexico.
- Betran, F.J., Beck, D., Bannziger, M., & Edmeades, G.O. (2003). Secondary traits in parental inbreds and hybrids under stress and non-stress environments in tropical maize. *Field Crop Research*, 83(1):51-65.
- Bolanos, J., & Edmeades, G.O. (1996). The importance of the anthesis silking interval in breeding for drought tolerance in tropical maize. *Field Crops Research*, 48(1):65-80.
- Dewey, D.R., & Lu, K.H. (1959). A correlation and path analysis of components of crested wheat grass seed production. *Agronomy Journal*, 51(9):515-518.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., & Gürbüz, F. (1987). Araştırma ve Deneme Metodları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No:1021, Ankara.
- Hallauer, A.R., & Miranda, J.B. (1988). Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State Univ. Press. Ames, IA.
- İdikut, L., & Kara, S.N. (2013). Tane ürünü için yetiştirilen ikinci ürün mısır çeşitlerinin bazı verim öğeleri ile tane nişasta oranlarının belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 16(1):8-15.
- Lu, Y., Hao, Z., Xie, C., Crossa, J., Araus, J.L., Gao, S., Vivek, B.S., & Xu, Y. (2011). Large-scale screening for maize drought resistance using multiple selection criteria evaluated under water-stressed and well-watered environments. *Field Crop Research*, 124(1):37-45.
- Martin, I., McCarthy, T., Owens, L., & Keating, V. (2006). Selecting for high grain yield maize genotypes under full irrigation in the tropics. *6th Triennial Conference*, 21-23 February 2006, Australia, p:1-4.
- Messmer, R., Fracheboud, Y., Banziger, M., Vargas, M., Stamp, P., & Ribaut, J.M. (2009). Drought stress and tropical maize: QTL-by-environment interactions and stability of QTL across environments for yield components and secondary traits. *Theoretical Applied Genetic*, 119(5):913-930.
- Munawar, M., Shahbaz, M., Hammad, G., & Yasir, M. (2013). Correlation and path analysis of grain yield components in exotic maize (*Zea mays* L.) hybrids. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*, 12(1):22-27.
- Nastasic, A., Jockovic, D., Ivanovic, M., Stojakovic, M., Bocanski, J., Dalovic, I., & Sreckov, Z. (2010). Genetic relationship between yield and yield components of maize. *Genetika*, 42(3):529-534.
- Nataraj, V., Shahi, J.P., & Agarwal, V. (2014). Correlation and path analysis in certain inbred genotypes of maize (*Zea mays* L.) at Varanasi. *International Journal of Innovative Research & Development*, 3(1):14-17.
- Nemati, A., Sedghi, M., Sharifi, R.S., & Seiedi, M.N. (2009). Investigation of correlation between traits and path analysis of corn (*Zea mays* L.) grain yield at the climate of ardabil region (Northwest Iran). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 37(1):194-198.

- Orhan, H., & Kaşıkçı, D. (2002). Path, korelasyon ve kısmi regresyon katsayılarının karşılaştırılması olarak incelenmesi. *Hayvansal Üretim*, 43(2):68-78.
- Öztürk, K. (2002). Küresel iklim değişikliği ve Türkiye'ye olası etkileri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(1):47-65.
- Sandeep, T.K., Reddy, D.M., Reddy K.H., Sudhakar, P., & Acharya, N.G. (2011). Targeting of traits through assessment of interrelationship and Path analysis between yield and yield components for grain yield improvement in single cross hybrids of maize (*Zea mays* L.). *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*, 2(3):123-129.
- Sreckov, Z., Bocanski, J., Nastasic, A., Dalovic, I., & Vukosavljev, M. (2010). Correlation and path coefficient analysis of morphological traits of maize (*Zea mays* L.). *Research Journal of Agricultural Science*, 42(2):292-296.
- Şekeroğlu, N., Dede, Ö., Deveci, M., & Kara, Ş.M. (2000). Melez mısır popülasyonlarında verim ve verim unsurları arasındaki ilişkilerin Path analizi ile belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(1):79-82.
- Türkes, M. (1998). Influence of geopotential heights, cyclone frequency and southern oscillation on rainfall variations in Turkey. *International Journal of Climatology*, 18(6):649-680.
- Wannows, A.A., Azzam, H.K., & Al-Ahmad, S.A. (2010). Genetic variances, heritability, correlation and path coefficient analysis in yellow maize crosses (*Zea mays* L.). *Agriculture and Biology Journal of America*, 1(4):630-637.
- Wright, S. (1921). Correlation and causation. *Journal of Agricultural Research*, 20(7):557-585.
- Wright, S. (1934). The method of path coefficients. *Annals of Mathematical Statistics*, 5(3):161-215.