

Kendilenmiş mısır hatlarının diallel melez döllerinde genel ve özel uyum yetenekleri ile heterosisin belirlenmesi

The determination of general, specific combining ability and heterosis in maize inbred lines and their diallel crosses

Arzu KÖSE¹, İlhan TURGUT²

¹Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Eskişehir

²Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Bursa

Sorumlu yazar (Corresponding author): A. Köse, e-posta (e-mail): arzukose.tr@mail.com

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi 22 Temmuz 2010
Düzeltilme tarihi 27 Aralık 2010
Kabul tarihi 31 Aralık 2010

Anahtar Kelimeler:

Zea mays
Diallel melez
Uyum yeteneği
Heterosis

ÖZ

Bu araştırma, 10 mısır saf hattı ve bunların yarım diallel melezlerinden oluşan populasyonun genetik yapısını araştırmak, ataların genel uyum yetenekleri ile kombinasyonların özel uyum yeteneği etkilerini belirlemek ve melez gücü değerlerini bulmak amacı ile yürütülmüştür. Araştırmanın melezleme ve F₁'lerin test edilme aşaması Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme alanlarında 2001 ve 2002 yıllarında yürütülmüştür. Çalışma amaçlarını gerçekleştirmede, verilerin analizi Griffing tipi diallel analiz yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ayrıca kombinasyonlara ait heterosis değerleri hesaplanmıştır. Griffing tipi diallel analiz sonuçlarına göre incelenen tüm özelliklerde genel ve özel uyum yeteneği etkileri önemli bulunmuştur. Çalışmada tane verimi dışındaki tüm karakterlerin kalıtımında eklemeli genlerin hakim olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca çiçeklenme gün sayısı ve koçan yüksekliğinde VA-22, 1000 tane ağırlığı ve tane veriminde AS-D, protein oranında A-632 Ht, bitki boyunda ve koçanda tane sayısında N-193 hatları genel uyum yeteneği etkileri bakımından ilk sırada yer alan hatlar olmuşlardır. Analiz sonucuna göre en yüksek özel uyum yeteneği etkisi tane veriminde, VA-22 x ND-405 kombinasyonunda belirlenmiştir. Bu kombinasyonun koçanda tane sayısı, 1000 tane ağırlığı bakımından da yüksek ve önemli etki değeri gösterdiği bulunmuştur. Melez kombinasyonlara ait düşük heterosis oranı % -25,6 değeri ile protein oranında bulunmuştur. VA-22 x ND-405 tane veriminde % 170,4 heterosis ile en yüksek değer alan melez olarak belirlenmiştir.

ARTICLE INFO

Received 22 July 2010
Received in revised form 27 Decem. 2010
Accepted 31 December 2010

Keywords:

Zea mays
Diallel cross
Combining ability
Heterosis

ABSTRACT

This research was conducted to investigate the genetic structure, general and specific combining ability and hybrid vigor of a population of 10 maize lines and their half diallel crosses. Crossing state and testing of F₁ plants were released by Anadolu Agricultural Research Institute in 2001 and 2002. Data was analyzed by Griffing Diallel Analysis Method. Heterosis values for hybrid combinations were also calculated. According to the results of Griffing Method, general and specific combining ability were found to be significant in all the traits studied. It was concluded that additive genes were effective in inheritance of all traits except seed yield. Besides, VA-22 was the line outstanding for general combining ability for days to tasselling and ear height, AS-D for 1000 seeds weight and seed yield, A-632 Ht for protein percentage, N. 193 for plant height and number of ear seed. The highest specific combining ability for yield was found in the VA-22 X ND-405 combination. This combination also yielded high and significant values in the number of ear seed and 1000 seeds weight. The lowest heterosis rate of hybrid combinations was found to be in the protein rate (-25.6%). The VA-22 x ND-405 combination produced the highest heterosis value (170.4%) in seed yield.

1. Giriş

Dünya'da gerek insan gerekse hayvan beslenmesinde ihtiyaç duyulan enerji ve proteinin önemli bir kısmı mısırdan karşılanmaktadır. Dünya nüfusunun hızla artması nedeniyle hayvansal ürünler aracılığıyla karşılanan protein gereksinimi

gittikçe artan oranlarda tahıllardan karşılanmak zorunda kalacaktır (Yağbasanlar 1990). Yüksek verim potansiyeli nedeni ile beslenme sorununa çözüm getirebilecek bitki ise mısırdır.

Verimi artırmada temel unsur çeşittir. Üzerinde genetik

araştırmaların ve ıslah çalışmalarının yoğun bir şekilde yapıldığı bitki olan mısırın ıslah programlarında üstün özelliklere sahip çeşitlerin geliştirilmesi en başta gelen amaçlardandır (Stangland ve ark. 1983; Turgut 2001a). Melez mısırdaki görülen verim artışı 'heterosis' denilen genotipik durumun bir sonucudur. Heterosis, iki anaç arasındaki melezlemeden elde edilen dölün, verim ve kalite karakterleri bakımından anaçlardan biri ya da her ikisinden üstün bulunma olayıdır (Kün 1997). ıslah çalışmalarında verim ve verim üzerine etkili olan faktörler ile bunların etki derecelerinin ve birbiriyle ilişkilerinin bilinmesi karakterlerin kalıtımında uyum yeteneklerinin ve genetik parametrelerin hesaplanması büyük önem taşımaktadır (Hallauer ve Miranda 1987). Bitki ıslahında diallel analiz metodu melez döl populasyonlarının genetik yapılarını araştırmak, uygun ataları seçmek ve ebeveynlerin genel ve özel kombinasyon yeteneklerini saptamak amacı ile kullanılmaktadır (Demir ve ark. 1979).

Genel kombinasyon yeteneği bir ebeveynin diğeriyle olan melezlerinin ortalama değeri veya bu melezlerdeki üstünlüğü, özel kombinasyon yeteneği ise bir melezin değerinin diğer melezlerden olan farkıdır şeklinde tanımlanmaktadır (Matzinger ve ark. 1959; Sprague 1977). Genel ve özel kombinasyon uyuşmasının kantitatif genetik ve bitki ıslahı alanlarında önemli olduğunu ve genel kombinasyon yeteneğinin eklemeli etkiyi, özel kombinasyon yeteneğinin ise dominant etkiyi ifade ettiği bildirilmektedir (Falconer 1989).

Bu araştırmanın amaçları; 10 mısır saf hattı ve bunların yarım diallel melezlerinden oluşan populasyonun genetik yapısını araştırmak, ataların genel uyum yetenekleri ile kombinasyonların özel uyum yeteneği etkilerini belirlemek ve melez gücü değerlerini bulmaktır. Çalışmada ayrıca incelenen verim ve kaliteye yönelik özellikler bakımından ileride yapılacak ıslah çalışmaları için uygun ata ve melez kombinasyonlarını belirlemek amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmada Sakarya Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden sağlanan 10 adet (1. A-251, 2. A-681, 3. A-632 Ht, 4. A-639, 5. AS-D, 6. ADK-447, 7. ALKD-187, 8. N.193, 9. VA-22, 10. ND.405) mısır (*Zea mays indentata* Sturt.) saf hattı kullanılmıştır.

Araştırmanın tarla çalışmaları 2001-2002 yıllarında Eskişehir Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme tarlalarında yürütülmüştür. Deneme alanı toprağı, killi bünyeye sahip olup tuzluluk açısından düşük sınıfa girmektedir. Toprak pH'sı hafif alkali özellikte ve kireç (CaCO_3) içeriğı açısından zengin sınıfa girmektedir. Toprağın fosfor ve potasyum kapsamının yüksek düzeyde olduğu, organik madde kapsamının ise iyi sınıfa girdiğı belirlenmiştir (Anonim 2002a).

Denemelerin yapıldığı Eskişehir ili karasal iklim özelliğindedir. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise soğuk geçmektedir. 2002 yılında, mısırın yetişme döneminde (Haziran – Eylül) aylık toplam yağış miktarı sırasıyla 14,8, 4,8, 11,9 ve 45,1 mm; aylık ortalama sıcaklık ise 18,7, 22,9, 20,7 ve 16,7 °C olmuştur (Anonim 2002b).

2.2. Yöntem

10 ata kendilenmiş hat ile 2001 yılında 10 x 10 yarım diallel (resiproksuz) melezleme yapılmıştır. Bu melezlemelerden 45

adet deneysel F_1 hibridi (tek melez) elde edilmiştir. Elde edilen 45 kombinasyona ait melez tohumlar, ikinci yılda 11.05.2002 tarihinde 10 ata ile birlikte 10,5 m²'lik parsellere 0,70 m sıra arası, 0,25 m sıra üzeri mesafesi ve 5 m uzunluğundaki parsellere dikdörtgen latis deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak ekilmiştir (Yurtsever 1982), Denemede mısır bitkisi için Eskişehir koşullarında önerilen tüm agronomik uygulamalar yerine getirilmiştir (Sefa 1977), Ekimden önce parsellere saf olarak 10 kg azot (N), 10 kg fosfor (P_2O_5) ve 10 kg potasyum (K_2O) olacak şekilde 15-15-15 gübresi uygulanmıştır. İkinci çapada (bitkiler 30-40 cm boylandığında) 8 kg saf azot (% 46 üre) verilmiştir, Denemede 4 defa sulama yapılmıştır, Denemenin hasadı 8-11/10/2002 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir,

Gelişme süresi boyunca, hasat öncesi ve sonrası dönemlerde her tekrarlama 15 F_1 bitkisinde çiçeklenme gün sayısı bitki boyu, koçanda tane sayısı, 1000 tane ağırlığı, tane verimi ve protein oranı bakımından ölçüm ve analizler yapılmıştır,

10 ata 45 melezden oluşan 55 genotipin verim öğelerine ilişkin parsel ortalama değerleri kullanılarak varyans analizi yapılmıştır (Turan 1995).

Diallel melezlerdeki genel ve özel uyuşma yetenekleri analizleri, p sayıdaki anaç ve bunların p (p-1)/2 sayıdaki melezlerini içeren Yöntem II, Model 1'e göre yapılmıştır (Griffing 1956). Genel ve özel uyum yeteneklerinin tahmini Aksel ve ark. (1982)'nin belirttiğı yönteme göre yapılmıştır. Bu etkilere ait önemliklerin belirlenmesinde ise t testi kullanılmıştır (Yurtsever 1984). Heterosis değerleri ise, Heterosis (%) = $(F_1 - \text{Atalar Ortalaması}) / \text{Atalar Ortalaması} \times 100$ formülüne göre hesaplanmıştır. F testlerinde 0.05 ve 0.01 önemlilik seviyeleri, farklı grupların belirlenmesinde A.Ö.F. (0.05) testi kullanılmıştır.

3. Bulgular

Araştırmada incelenen özellikler bakımından varyans analizlerine ait sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde gözlenen tüm özellikler için genotipler arasında % 1 olasılık düzeyinde istatistiki farkın olduğu görülmektedir. Bu durum çalışmada ele alınan karakterler bakımından genetik analizlerin yapılabileceğı izlenimini vermiştir. Aynı çizelgeden tüm özelliklerin genel ve özel uyum yeteneği etkilerinin % 1 olasılık düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1).

3.1. Çiçeklenme gün sayısı

Genel olarak negatif yönde G.U.Y. (genel uyum yeteneği) etkisinin hakim olduğu bu öge bakımından 3 nolu (A-632 Ht) ata haricindeki tüm atalarda etkiler istatistiki olarak önemli değerlendirilmiştir. Çiçeklenme gün sayısı bakımından pozitif yönde önemli G.U.Y. etkisine sahip olan atalar sırasıyla 9, 6 ve 7 nolu (VA.22, ADK-447 ve ALKD-187) hatlardır. Etkileri negatif yönde önemli değere sahip atalar ise sırası ile 10, 1, 4, 5, 8, 2 şeklinde olup, ortalama değerler bakımından da aynı sıralamayı takip etmişlerdir (Çizelge 2).

Ö.U.Y. (özel uyum yeteneği) etkileri bakımından yapılan değerlendirmede 14 kombinasyon istatistiki bakımdan önemlilik göstermiştir. Atalara ait G.U.Y. etkilerinde olduğu gibi Ö.U.Y. etkileri de genel olarak melez populasyonda negatif yani özelliğı azaltıcı etkiye sahiptir. Çiçeklenme gün sayısı bakımından en yüksek genel uyum yeteneği etkisine sahip (6 ve 9) atalara ait melez özel uyum yeteneği etkisi bakımından ilk sırada yer almıştır. Bu etki bakımından 6x9 kombinasyonunu

Çizelge 1. 10X10 yarım diallel melez mısır populasyonu ve ataların yer aldığı denemede gözlenen özelliklere ait varyans analizi sonuçları (K.O.).

Varyasyon Kaynağı	S. D.	Çiçeklenme Gün Sayısı	Bitki Boyu	Koçanda Tane Sayısı	1000 Tane Ağırlığı	Tane Verimi	Protein Oranı
Bloklar	2	6,6	991,3	831,3	1285,6	2562,4	1,8
Genotipler	54	50,1**	1378,2**	36304,3**	4596,2**	181329,9**	2,8**
Genel Uyum Yeteneği (G.U.Y.)	9	232,5**	1613,6**	62610,1**	13497,0**	95503,7**	8,6**
Özel Uyum Yeteneği (Ö.U.Y.)	45	13,6**	1331,1**	31043,1**	2816,1**	198495,1**	1,7**
Hata	108	2,0	138,0	645,5	275,0	3087,3	0,5
S ² (G.U.Y.)	-	17,09	1,21	2,02	4,79	0,48	5,2
S ² (Ö.U.Y.)	-						

İstatistiki olarak; *: % 5 ve **: % 1 anlamlılık düzeyinde önemlidir.

1x5 ve 1x3 melezleri takip etmiştir (Çizelge 3).

Çiçeklenme gün sayısı bakımından genel uyum yeteneği varyansı, özel uyum yeteneği varyansından yüksek bulunmuştur (Çizelge 1).

3.2. Bitki boyu

Diallel melezlemeye giren atalara ait bitki boyu özelliği bakımından ortalama değerler ve G.U.Y. etkileri Çizelge 2'de görülmektedir. 3, 5, 7 nolu atalar dışındaki tüm atalar bu etki bakımından istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bitki boyunu artırıcı yönde yüksek ve önemli G.U.Y. etkisine sahip olan atalar sırası ile 8, 2, 9, 6 nolu (N,193 A-681, VA.22, ADK-447) atalardır. Ortalama değerler incelendiğinde bu atalardan sadece 9 nolu hattın tüm atalara ait ortalama değerinin altında bitki boyuna sahip olduğu belirlenmiştir. Düşük G.U.Y. etkisine sahip olan hatlar ise sırasıyla 10, 4, 1, 5 ve 3 nolu (ND.405, A-639, A-251, AS-D, A-632 Ht) atalardır .

45 melez kombinasyonu içeren populasyona ait ortalama değerler ve Ö.U.Y. etkileri Çizelge 3.'de verilmiştir. Bitki boyu bakımından 10 kombinasyonun istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Populasyonda diğer melezlere göre pozitif yönde ve yüksek Ö.U.Y. etkisine sahip kombinasyonlar 1 x 3, 6 x 9, 5 x 7, 2 x 9 ve 4 x 9'dur. Bu etki bakımından ilk sırada yer alan 1 x 3 kombinasyonunun atalarının negatif genel uyum yeteneği etkisine sahip olduğu görülmektedir. 2 x 5, 4 x 5 ve 1 x 8 melezleri istatistiki olarak önemli olmamakla beraber bitki boyu karakteri bakımından diğer melezlere göre düşük Ö.U.Y. etkisi gösteren kombinasyonlardır.

Çizelge 1. incelendiğinde bitki boyu bakımından genel uyum yeteneği varyansının özel uyum yeteneği varyansından yüksek olduğu görülmektedir.

3.3. Koçanda tane sayısı

Çizelge 2'nin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi bu verim ögesi bakımından 1, 3, 6 nolu ataların dışındaki hatların G.U.Y. etkileri istatistiki olarak önemlidir. Bununla birlikte pozitif yönde yüksek etki değerine sahip olan atalar 8, 7, 2, 9'dur (N.193, ALKD-187, A-681, VA.22). Çalışmada ele alınan karakterlerde genellikle negatif etki değerine sahip 10 nolu hat bu özellik bakımından da yine negatif olarak en düşük etkiye sahip olmuştur. Bu atayı sırasıyla 4, 5, 6 ve 1 nolu hatlar takip etmiştir.

Melez populasyonda Ö.U.Y. etkisi bakımından 29 melez istatistiki olarak önemlidir. En yüksek ve istatistiki bakımdan önemli etkiye sahip değerlerin belirlendiği bu karakterde 9 x 10 ve 1 x 3 kombinasyonları diğer melezlere göre daha yüksek etkiye sahip olmuşlardır (Çizelge 3).

Bu özellik bakımından genel uyum yeteneği varyansının özel uyum yeteneği varyansından yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 1).

3.4. 1000 Tane ağırlığı

1000 tane ağırlığı bakımından 4 nolu ata dışındaki hatların G.U.Y. etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Öte yandan bu etki bakımından 5, 6, 10, ve 2 nolu (AS-D, ADK-447, ND.405, A-681) ataların da pozitif yönde önemli olduğu saptanmıştır. Bu hatlar atalara ait ortalama değerlerin üzerinde 1000 tane ağırlığına sahip olmuştur. Çalışmada, 1, 3, 7, 8 ve 9 nolu ataların 1000 tane ağırlığını azaltıcı yönde G.U.Y etkisine sahip olduğu ve ortalamanın altında 1000 tane ağırlığı değerleri verdikleri belirlenmiştir (Çizelge 2). Melez kombinasyonlara ait Ö.U.Y. etkileri incelendiğinde 23 melezin istatistiki olarak önemli olduğu görülmektedir. Pozitif yönde ve yüksek Ö.U.Y. etkisine sahip kombinasyonlar 6 x 10, 3 x 9, 9 x 10, 4 x 5, 4 x 7, 6 x 7 olarak belirlenmiştir. Ayrıca, 2 x 6 ve 5 x 9 kombinasyonlarının negatif ve istatistiki olarak önemli olduğu bulunmuştur.

Çizelge 1 incelendiğinde bin tane ağırlığı bakımından genel uyum yeteneği varyansının özel uyum yeteneği varyansından yüksek olduğu bulunmuştur.

3.5. Tane verimi

Bu verim ögesi bakımından atalara ait genel uyum yeteneği etkileri incelendiğinde 5 ve 6 nolu ataların pozitif, 1, 4, 7 ve 10 nolu ataların ise negatif önemli uyum yeteneği etkisine sahip olduğu bulunmuştur. Verimi artırıcı yönde etkiye sahip 5 ve 6 nolu atalar 1000 tane ağırlığı bakımından da pozitif G.U.Y göstermişlerdir. Negatif etkiye sahip atalardan 4 ve 10 nolu atalar koçanda tane sayısı özelliğinde, 7 nolu ata 1000 tane ağırlığı, 1 nolu ata ise her iki karakterde negatif etkiye sahip olmuşlardır (Çizelge 2).

Çizelge 3'ün incelenmesinden de anlaşılacağı gibi pozitif ve istatistiki bakımdan en fazla Ö.U.Y etkisinin belirlendiği karakter olan tane verimi bakımından, diğer kombinasyonlara göre en yüksek etki değerine sahip melezlerin 9 x 10, 1 x 6, 1 x 2, 6 x 8, 4 x 9 olduğu belirlenmiştir. Bu kombinasyonlar ortalama değer ve standart çeşide göre yüksek değere sahip olmuşlardır. 9 x 10 kombinasyonu hem 1000 tane ağırlığı hem de koçanda tane sayısı bakımından özelliği artırıcı yönde pozitif ve yüksek özel uyum yeteneği etkisine sahiptir. Benzer durum 1 x 6 kombinasyonunda da görülmektedir. 1 x 2 ise koçanda tane sayısı, 6 x 8 kombinasyonu ise 1000 tane ağırlığı bakımından yüksek özel uyum yeteneği etkisine sahip melezlerdir. 9 x 10 kombinasyonu koçanda tane sayısı özelliğinde olduğu gibi tane veriminde de en yüksek Ö.U.Y. etkisine sahip melez olmuştur.

Çizelge 2. At dışı mısır hatlarında çiçeklenme gün sayısı, bitki boyu, koçanda tane sayısı, 1000 tane ağırlığı, tane verimi ve protein oranına ilişkin ortalama değerler ile genel uyum yeteneği (gi) etkileri.

Atalar	Çiçeklenme Gün Sayısı (gün)		Bitki Boyu (cm)		Koçanda Tane Sayısı (adet)		1000 Tane Ağırlığı (g)		Tane Verimi (kg da ⁻¹)		Protein Oranı (%)	
	\bar{X}	gi	\bar{X}	gi	\bar{X}	gi	\bar{X}	gi	\bar{X}	gi	\bar{X}	gi
(1) A-251	66,0 p ^(z)	-1,9** ^(y)	184,0 rs	-3,9*	327,2 z	-2,9	247,8 z-/	-11,1**	408,2 Λ	-44,4**	11,5 b-g	0,3**
(2) A-681	72,0 e-h	-0,6*	217,2 l-o	7,8**	498,7 w	24,0**	348,3 d-i	6,6*	670,3 z	15,5	10,8 d-m	-0,3**
(3) A-632 Ht	71,7 f-i	-0,2	188,2 o-r	-2,5	417,0 y	-0,2	262,9 yz	-8,1**	643,8 z[2,5	12,0 b	0,6**
(4) A-639	67,7 n-p	-1,8**	196,8 q-r	-4,5*	463,2 w-x	-37,3**	261,1 y-[0,8	579,4 [\	-60,2**	10,9 d-l	0,2*
(5) AS-D	67,0 o-p	-1,7**	194,0 q-r	-3,5	411,6 y	-34,1**	368,4 b-e	36,5**	913,1 y	99,7**	10,8 d-n	-0,2*
(6) ADK-447	84,7 a	4,0**	201,8 o-r	4,6*	461,8 q-x	-4,2	301,6 q-x	18,4**	626,7 z[\	60,5**	9,5 p-s	-0,4**
(7) ALKD-187	76,0 b	0,8**	198,1 pr	-1,3	560,9 u-v	40,9**	236,1 [-/	-17,9**	555,4 [\	-29,5**	9,8 k-p	-0,4**
(8) N,193	71,7 f-i	-0,7**	205,9 n-q	8,0**	602,9 p-t	74,1**	209,1]	-30,9**	618,5 z[\	11,4	10,0 i-p	-0,8**
(9) VA,22	86,0 a	4,8**	187,3 q-r	7,4**	430,1 xy	11,7**	229,5]	-6,6*	552,6 \]	3,0	13,2 a	0,5**
(10) ND,405	66,0 j-o	-2,8**	167,4 s	-12,1**	430,1 z	-72,0**	285,5 u-y	12,3**	465,5]Λ	-58,4**	13,6 a	0,5**
Ortalama	72,8	-	194,1	-	460,4	-	275,1	-	603,4	-	11,2	-
SH (gi)	-	0,2	-	1,9	-	4,0	-	2,6	-	8,8	-	0,1

^z: Her sütunda farklı harfler % 5 önem düzeyinde A.Ö.F. testine göre farklı olan değerleri göstermektedir ve karşılaştırmalar Çizelge 3' de sunulan melez ortalamalarını da içerecek şekilde yapılmıştır.

^y: İstatistiki olarak; *: % 5 ve **: % 1 olasılık düzeyinde önemlidir.

Çizelge 3. At dışı mısır kombinasyonlarında çiçeklenme gün sayısı, bitki boyu, koçanda tane sayısı, 1000 tane ağırlığı, tane verimi ve protein oranına ilişkin ortalama değerler ile özel uyum yeteneği (sij) etkileri.

Melezler	Çiçeklenme Gün Sayısı (gün)		Bitki Boyu (cm)		Koçanda Tane Sayısı (adet)		1000 Tane Ağırlığı (g)		Tane Verimi (kg/da)		Protein Oranı (%)	
	\bar{X}	sij	\bar{X}	sij	\bar{X}	sij	\bar{X}	sij	\bar{X}	sij	\bar{X}	sij
1X2	68,3 l-o ^(z)	-0,3	246,5 b-g	10,8	721,5 d-g	81,1**	318,5 j-r	16,7	1272,2 c-h	235,1**	10,9 c-k	0,35
1X3	71,0 f-j	2,0*(y)	251,7 a-e	26,3**	731,0 c-f	114,8**	318,6 j-r	25,5**	1145,0 i-s	121,0**	11,4 b-g	-0,08
1X4	68,3 l-o	0,9	228,8 g-m	5,4	637,2 m-p	58,1**	316,4 m-t	14,4	1062,0 r-w	100,5**	10,5 g-p	-0,57
1X5	69,7 i-n	2,2**	230,3 f-m	6,0	591,9 q-u	9,8	342,3 e-m	4,5	1160,0 k-q	38,0	10,5 g-p	-0,14
1X6	71,7 f-i	-1,5*	240,7 c-j	8,2	690,8 f-j	78,9**	352,2 c-h	32,6**	1367,0 ab	285,0**	10,7 e-n	0,29
1X7	71,0 f-j	1,0	235,3 e-m	8,8	692,7 f-j	35,4*	316,8 l-t	33,5**	983,0 w-y	-9,4	10,2 h-p	-0,28
1X8	67,0 o-p	-1,5	231,0 f-m	-4,9	753,7 b-d	63,2**	277,7 x-y	7,3	1100,0 p-u	66,8*	10,2 h-p	0,07
1X9	74,3 b-d	0,3	244,2 b-h	8,9	662,5 j-n	34,6*	323,6 i-q	29,0**	1191,0 g-o	166,6**	11,8 b-d	0,44
1X10	66,0 e-h	-0,5	226,2 h-m	10,4	641,8 l-p	97,3**	311,3 o-u	-2,2	1101,0 p-u	138,0**	10,8 d-m	-0,60
2X3	70,7 g-k	0,3	241,0 c-j	3,9	694,3 f-j	51,2**	307,2 p-v	-3,6	1231,0 e-l	146,3**	11,1 b-i	0,26
2X4	70,0 h-m	1,2	240,8 c-j	5,7	581,0 s-v	-25,1	339,2 f-n	19,4*	984,2 w-y	-37,0	9,8 l-p	-0,63
2X5	68,7 k-o	-0,2	224,2 i-n	-11,9	593,9 q-u	-15,2	370,8 b-d	15,3	1206,0 e-o	24,4	10,1 h-p	0,14
2X6	73,0 c-f	-1,6*	245,7 b-g	1,5	661,3 j-n	22,2	314,8 n-t	-2,5**	1162,0 j-q	20,1	9,5 o-r	-0,25
2X7	70,3 g-l	-1,0	243,2 b-h	5,0	768,0 b-c	83,8**	295,0 r-x	-6,0	1243,0 e-k	190,3**	9,8 k-p	0,02
2X8	69,0 j-o	-0,9	259,3 a-c	11,7	787,2 ab	69,9**	291,4 t-x	3,3	1292,0 a-e	199,7**	8,4 s	-1,04**
2X9	74,0 b-e	-1,4	266,1 a	19,2**	741,8 c-e	86,7**	315,3 n-t	2,9	1042,0 t-w	-43,2	10,3 h-p	-0,48
2X10	67,7 n-p	-0,2	229,7 g-m	2,3	554,5 u-v	-16,9	342,7 e-l	11,5	1145,0 i-s	121,2**	10,5 g-p	-0,25
3X4	70,0 h-m	0,8	233,7 e-m	8,9	584,3 r-v	2,5	317,8 k-s	12,8	1003,0 v-z	-5,6	11,7 b-e	0,37
3X5	68,7 k-o	-0,6	229,2 g-m	3,4	627,1 n-q	42,0**	361,6 c-f	20,8*	1335,0 a-d	166,3**	10,6 e-o	-0,31
3X6	72,3 d-g	-2,7**	236,5 e-k	2,6	647,3 k-o	32,5*	326,5 h-q	3,9	1195,0 g-o	65,8*	10,6 e-o	-0,09
3X7	73,0 c-f	1,2	230,2 g-m	2,2	735,9 c-e	76,0**	282,3 v-y	-4,1	1149,0 i-r	109,4**	10,1 h-p	-0,57
3X8	71,7 f-i	1,4	251,7 a-e	14,4*	703,8 e-i	10,8	302,9 q-x	29,3**	1135,0 m-s	54,6	10,5 f-p	0,15
3X9	72,0 e-h	-3,8**	244,2 b-h	7,5	689,4 g-j	58,6**	343,9 e-k	46,2**	1249,0 d-j	177,4**	11,1 b-h	-0,61
3X10	68,0 m-p	-0,2	225,2 h-m	8,0	562,6 t-v	15,6	334,5 g-o	18,0*	1032,0 u-x	22,2	12,0 bc	0,30
4X5	68,0 m-p	0,3	216,3 m-p	-7,5	607,4 o-s	59,5**	389,5 ab	39,8**	1203,0 f-o	96,9**	10,9 d-k	0,4
4X6	71,0 f-j	-2,4**	233,3 e-m	1,4	607,2 o-s	29,5*	344,3 e-j	12,7	1193,0 g-o	126,7**	9,9 j-p	-0,4
4X7	70,3 g-l	0,2	233,7 e-m	7,7	622,6 n-r	-0,3	332,3 g-p	37,0**	1124,0 o-t	147,1**	11,0 b-i	0,7*
4X8	68,3 l-o	-0,4	242,5 c-j	7,2	670,1 i-m	13,9	292,0 s-x	9,7	1121,0 o-u	103,7**	10,4 g-p	0,4
4X9	73,0 c-f	-1,2	251,7 a-e	17,0**	638,1 m-p	44,3**	333,8 g-o	27,2**	1215,0 e-n	205,5**	11,6 b-f	0,4
4X10	67,3 o-p	0,7	221,3 k-n	6,2	490,8 w	-19,3	340,9 f-n	15,4	945,9 xy	-1,7	10,8 d-n	-0,5
5X6	74,0 b-e	0,5	243,2 b-j	10,3	627,4 n-q	46,4**	375,5 a-c	8,3	1292,1 a-f	65,3*	10,5 f-p	0,6
5X7	70,7 g-k	0,4	247,0 b-g	20,0**	679,8 h-l	53,6**	352,5 c-h	21,5**	1263,0 d-i	126,0**	9,6 o-r	-0,3
5X8	69,0 j-o	0,3	250,8 a-e	14,5*	672,7 h-m	13,4	332,9 g-p	14,9	1281,0 b-g	103,1**	8,6 rs	-1,0**
5X9	72,3 d-g	-2,0*	249,2 a-f	13,6*	628,3 n-q	31,5*	323,4 i-o	-19,0*	1203,0 f-q	33,9	11,1 b-h	0,3
5X10	67,3 o-p	0,6	228,2 g-m	12,0	550,9 v	37,9**	371,5 b-d	10,3	1161,0 j-q	53,6	9,9 j-p	-1,0**
6X7	73,0 c-f	-2,9**	243,0 b-i	7,9	643,2 l-p	-12,7	349,5 c-i	36,7**	1189,0 h-p	92,0**	9,7 n-r	-0,1
6X8	72,3 d-g	-2,1**	255,7 a-d	11,2	710,2 e-i	21,2	320,1 j-r	20,3*	1359,0 a-c	221,0**	10,9 c-j	1,5**
6X9	84,0 a	4,0**	267,0 a	23,3**	686,4 g-k	59,6**	353,5 c-g	29,4**	1221,0 e-m	91,4**	9,6 o-r	-1,1**
6X10	70,0 h-m	-2,4**	236,2 e-l	11,9	563,9 t-v	21,0	398,9 a	55,9**	1225,0 e-l	156,7**	10,5 g-p	-0,2
7X8	69,7 i-n	-1,5*	240,8 c-j	2,4	811,0 a	76,7**	279,4 w-y	15,9	1173,0 i-q	125,1**	8,6 q-s	-0,7
7X9	72,0 e-h	-4,7**	240,5 c-j	2,7	591,1 q-v	-80,9**	319,0 j-r	31,1**	1056,0 -w	16,7	10,8 d-n	0,1
7X10	68,7 k-o	0,8	223,5 j-n	5,2	637,4 m-p	49,2**	304,2 q-w	-2,5	1088,0 q-v	108,5**	11,4 b-g	0,8*
8X9	74,7 b-c	-0,6	261,8 ab	14,7*	741,3 c-e	36,3**	305,1 q-w	30,2**	1127,0 n-t	46,3	9,9 j-p	-0,4
8X10	69,0 j-o	1,3	240,3 c-k	12,7*	645,9 k-o	24,7	327,8 g-q	34,1**	1043,0 t-w	23,7	9,4 p-s	-0,9*
9X10	72,3 d-g	-0,9	238,3 d-k	11,4	713,3 d-h	154,4**	362,9 c-f	44,9**	1377,0 a	365,8**	10,0 i-p	-1,7*
ORTALAMA	70,7	-	240,0	-	657,7	-	329,6	-	1169,8	-	10,4	-
SH (sij)	-	0,8	-	6,3	-	13,5	-	8,8	-	29,5	-	0,4

^z: Her sütunda farklı harfler % 5 önem düzeyinde A.Ö.F. testine göre farklı olan değerleri göstermektedir ve karşılaştırmalar Çizelge 2' de sunulan ata ortalamalarını da içerecek şekilde yapılmıştır.

^y: İstatistik olarak; *: % 5 ve **: % 1 olasılık düzeyinde önemlidir.

Çizelge 4. Mısır kombinasyonlarında incelenen özelliklere ilişkin heterosis değerleri ve ortalamalar.

Kombinasyonlar	Çiçeklenme Gün Sayısı	Bitki Boyu	Koçanda Tane Sayısı	1000 Tane Ağırlığı	Tane Verimi	Protein Oranı
1x2	-0,97	22,9*	74,7**	6,87	135,9**	-2,3**
1x3	3,15**	35,2**	96,5**	24,78	117,7**	-3,1**
1x4	2,24*	20,2*	61,2**	24,36	115,1**	-6,0**
1x5	4,76**	21,7*	60,3**	11,09	75,5**	-5,5**
1x6	-4,87**	24,5*	75,1**	28,20*	164,3**	2,3**
1x7	0	23,2*	56,0**	30,94*	104,0**	-4,5**
1x8	-2,66*	18,5	62,1**	21,54	114,3**	-4,9**
1x9	-2,19	31,5**	74,9**	35,61**	148,0**	-3,7**
1x10	0	28,7**	106,9**	16,76	152,0**	-13,8**
2x3	-1,62	18,9	51,6**	0,51	87,3**	-3,1**
2x4	0,24	16,3	20,8	11,31	57,5**	-9,9**
2x5	-1,20	8,9	30,5	3,47	52,3**	-6,1**
2x6	-6,81**	17,3	37,7	-3,13	79,2**	-5,9**
2x7	-4,95**	17,1	44,9*	0,96	102,7**	-4,9**
2x8	-3,94**	22,6*	42,9*	4,54	100,6**	-18,9**
2x9	-6,33**	31,6**	59,7**	9,14	70,3**	-14,3**
2x10	-1,93	19,4*	40,0	8,14	101,5**	-14,1**
3x4	0,48	21,4*	32,8	21,30	63,9**	2,3**
3x5	-0,96	19,7*	51,4*	14,55	71,5**	-6,9**
3x6	-7,46**	21,3*	47,3*	15,68	88,1**	-1,1*
3x7	-1,13	19,2*	50,5*	13,12	91,6**	-7,2**
3x8	0	27,7**	38,0	28,34*	79,8**	-4,1**
3x9	-8,67**	30,1**	62,8**	39,66**	108,8**	-12,1**
3x10	-1,21	26,6**	58,4**	21,98	86,1**	-6,6**
4x5	0,99	10,6	38,9	23,73	61,2**	0,5
4x6	-6,78**	17,1	31,3	22,35	97,9**	-2,4**
4x7	-2,09	18,3	21,6	33,64*	98,0**	6,8**
4x8	-1,91	20,4*	25,7	24,18	87,2**	0,1
4x9	-4,99**	31,0**	42,9*	36,06**	114,6**	-3,0**
4x10	0,75	21,5*	29,7	24,72	81,0**	-12,0**
5x6	-2,42*	22,7*	43,7*	12,08	67,8**	4,1**
5x7	-1,17	25,8**	39,8	16,61	71,9**	-6,7**
5x8	-0,48	25,3**	32,6	15,29	67,2**	-17,0**
5x9	-5,45**	30,5**	49,3*	8,16	64,1**	-7,1**
5x10	1,25	26,1**	56,3**	13,62	68,4**	-18,9**
6x7	-9,13**	21,5*	25,8	29,98*	101,2**	0,4
6x8	-7,46**	25,4**	33,4	25,34	118,3**	12,3**
6x9	-1,56	37,2**	53,9*	33,12*	107,1**	-15,0**
6x10	-7,08**	27,9**	49,3*	35,88**	124,3**	-8,9**
7x8	-5,64**	19,2*	39,4	25,51	99,9**	-12,5**
7x9	-11,11**	24,8*	19,3	37,02**	90,7**	-6,3**
7x10	-3,29**	22,3*	49,2*	16,64	113,1**	-2,5**
8x9	-5,29**	33,2**	43,5*	39,11**	92,5**	-14,2**
8x10	0,24	28,7**	44,1*	32,57**	92,4**	-19,9**
9x10	-4,82**	34,4**	97,2**	40,95**	170,4**	-25,6**
Ortalama (%)	-2,7	23,8	49,0	20,8	96,8	6,7

İstatistik olarak; *: % 5 ve **: % 1 olasılık düzeyinde önemlidir.

Tane verimi özelliği bakımından özel uyum yeteneği varyansının genel uyum yeteneği varyansından yüksek olduğu bulunmuştur (Çizelge 1).

3.6. Protein oranı

Bu özelliğe ait genel uyum yeteneği etkileri incelendiğinde 1, 3, 4, 9 ve 10 nolu ataların G.U.Y. etkilerinin pozitif ve istatistik olarak önemli olduğu görülmekte olup, 4 nolu hat hariç atalara ait ortalama protein oranının üzerinde değer almışlardır. Diğer taraftan 2, 6, 7 ve 8 nolu atalar bu özellik bakımından düşük değer almış olup, G.U.Y. etkileri negatif yönde önemlidir (Çizelge 2).

Protein oranı bakımından Ö.U.Y. etkileri incelendiğinde sadece 16 kombinasyonun istatistik olarak öneme sahip olduğu görülmektedir. Bu özellik bakımından kombinasyonlarda Ö.U.Y. etki değerleri genel olarak negatif değer almışlardır (Çizelge 3). En düşük Ö.U.Y etkisine sahip melezlerden 9 x 10

melezi, tane verimi bakımından en yüksek Ö.U.Y etkisine sahip kombinasyondur. 6 x 8 melezi protein oranı bakımından en yüksek Ö.U.Y etkisine sahip melezlerden biri olup, tane verimi bakımından da önemli etkiye sahip melezdir.

Bu özellik bakımından genel uyum yeteneği varyansının özel uyum yeteneği varyansından yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 1).

3.7. Heterosis ile ilgili bulgular

Yürütülen çalışmada, atalara ve melez kombinasyonlara ait ortalama çiçeklenme gün sayısı değeri sırası ile 72,8 ve 70,7 gün, bitki boyu 194,1 cm ve 240 cm, koçanda tane sayısı 460,4 adet ve 657,7 adet, 1000 tane ağırlığı 275,1 g ve 329,6 g, tane verimi 603,4 kg/da ve 1169,8 kg/da, protein oranı % 11,2 ve %10,4 olarak bulunmuştur (Çizelge 2, Çizelge 3).

Araştırmada incelenen özellikler için heterosis oranları Çizelge 4'de verilmiştir. Heterosis oranları çiçeklenme gün

sayısında % -11,11 ile % 4,76, bitki boyunda % 8,9 ile % 37,2, koçanda tane sayısında % 19,3 ile % 106,9, 1000 tane ağırlığında % -3,13 ile % 40,95, tane veriminde % 52,3 ile % 170,4 ve protein oranında ise % -25,6 ile % 12,3 arasında değişim göstermiştir. Bu özelliklerin ortalama heterosis değerleri sırasıyla % -2,7, % 23,8, % 49, % 20,8, % 96,8 ve % -6,7'dir.

4. Tartışma ve Sonuç

Melez mısır ıslah çalışmalarında genel uyum yeteneği etkilerinin eklemeli, özel uyum yeteneği etkilerinin ise dominant gen etkilerine dayanmaktadır (Falconer 1989; Nevado ve Cross 1990). Buna göre çalışmada tane verimi dışındaki tüm karakterlerde eklemeli gen etkisinin hakim olduğu söylenebilir.

Araştırmada incelenen çiçeklenme gün sayısı ve bitki boyu karakterleri bakımından elde edilen bulgular Vasal ve ark. (1993), Altınbaş (1995), Kara (2001) ve Dede ve ark. (2001)'in yürüttükleri araştırmalar sonuçları ile uyum içerisinde olup, bitki boyu bakımından (Nevado ve Cross 1990; Konak ve ark. 1999), çiçeklenme gün sayısı bakımından ise özel uyum yeteneği etkisini genel uyum yeteneği etkisinden büyük bulan Burham Larrish ve Brewbaker (1999) ile Turgut (2001b, 2003)'ün çalışmaları ile zıtlık halindedir.

Araştırmamızda koçanda tane sayısı ve 1000 tane ağırlığı bakımından genel uyum yeteneği varyansının, özel uyum yeteneği varyansından yüksek olması Ünay ve ark. (1999), Turgut (2001b), Dede ve ark. (2001) ve Kara (2001)'nin yürüttükleri araştırma sonuçları ile paraleldir. Bununla birlikte, Vidal Martinez ve ark. (2001)'nin mısır kuşağı ve egzotik melezler ile oluşturdukları iki farklı popülasyonda koçanda tane sayısı bakımından hem eklemeli hem de dominant etkinin hakim olduğunu, ancak mısır kuşağı melezlerinin yer aldığı popülasyonda dominant gen etkilerinin büyüklüğünün daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Tane verimi bakımından genel uyum yeteneği varyansının, özel uyum yeteneği varyansından düşük olması bu özellik bakımından popülasyonda dominant gen etkisinin hakim olduğunu göstermektedir (Çizelge 1). Bulgularımız, Nevado ve Cross (1990), Konak ve ark. (1999), Ünay ve ark. (1999), Sürmeli (2000), Dede ve ark. (2001), Kara (2001) ve Turgut (2003)'ün l'den küçük olarak belirledikleri GUY/ÖUY oranına ait sonuçlar ile uyumludur. Tane verimi için eklemeli gen etkilerinin önemli olduğunu belirleyen Zambezi ve ark. (1986), Vasal ve ark. (1992, 1993), Fan ve ark. (2001)'in çalışma sonuçları ile zıtlık göstermektedir. Eyherabide ve Hallauer (1991), 2 sentetik mısır popülasyonundan birinde tane verimi üzerine eklemeli, diğer popülasyonda ise dominant genlerin hakim olduğunu bulmuştur. 45 kombinasyon ile 3 farklı ekolojide çalışmalarını yürüten Kim ve Ajala (1996) bu özellik bakımından tüm lokasyonlarda genel uyum yeteneği etkilerini önemli bulurken, özel uyum yeteneği etkisi sadece 1 lokasyonda önemli bulunmuştur. Bu araştırma sonuçları, elde ettiğimiz bulgular ile kısmen paralellik içerisinde olup bir karakteri idare eden genlerin hakimiyeti üzerinde çalışan genetik materyal farklılığı ve genotiplerin yetiştiği çevre koşullarına verdiği reaksiyona göre değiştiğini ortaya koymaktadır.

Pixley ve Bjarnason (1993), protein oranı bakımından üstün 3 popülasyon ile yürüttükleri çalışmada G.U.Y etkilerini önemli bulmuşlardır.

Araştırmada heterosis ile ilgili sonuçlar değerlendirildiğinde incelenen özelliklerde çiçeklenme gün sayısı ve protein oranı

bakımından genel olarak negatif melez gücü değerinin hakim olduğu görülmüştür. Ülger ve Becker (1999) yürüttükleri çalışmada her iki karakter içinde benzer etkileri belirlemiştir. Çalışmada bu iki özellik dışındaki karakterlerde genel olarak pozitif heterosis değeri hakim olmuştur. Tane verimi bakımından en yüksek heterosis değerinin saptandığı çalışmada, 9 x 10 melezine ait heterosis değeri % 170,4 olarak belirlenmiştir. Bu kombinasyonu oluşturan ataların verimleri 10 ata içerisinde verim bakımından düşük değer alan atalar olup bu sonuç Lamkey ve Hallauer (1986)'nın yürüttüğü çalışma sonuçları ile zıtlık halindedir. Moll ve ark. (1962) heterosisin ortaya çıkış nedenlerini araştırdıkları çalışmalarında melez kombinasyonu oluşturan atalar arasında genetik farklılık arttıkça heterosis değerinin arttığını ortaya koymuşlardır. Araştırmada, toplam 45 kombinasyonun tamamı heterosis değeri bakımından pozitif ve % 1 düzeyinde önemli melez gücü göstermişlerdir. Bu özellik bakımından heterosis dağılımı % 52,3 ile % 170,4, ortalama heterosis ise % 96,8 olarak belirlenmiştir. En yüksek heterosis değerini üzerinde çalıştığı karakterler içerisinde tane veriminde bulan Konak ve ark. (1999) % 235,2, Smith ve ark. (2000) % 89,5, Turgut (2003) ise % 120,1 olarak belirlemişlerdir. Dede ve ark. (2001)'nin yürüttükleri çalışmada heterosis ve heterobeltiosis oranları % 175,3 ve % 153,9 olarak bulunmuştur. Benzer çalışmalarda en yüksek heterosis oranı Ünay ve ark. (1999) tarafından % 294,5, Kara (2001) tarafından ise % 194,3 olarak bulunmuştur.

Araştırma sonucuna göre, en yüksek özel uyum yeteneği etkisi tane veriminde, VA-22 x ND-405 kombinasyonunda belirlenmiştir. Bu kombinasyonun koçanda tane sayısı, 1000 tane ağırlığı bakımından da yüksek ve önemli etki değeri gösterdiği bulunmuştur. Melez kombinasyonlara ait düşük heterosis oranı % -25,6 değeri ile protein oranında bulunmuştur. VA-22 x ND-405 tane veriminde % 170,4 heterosis ile en yüksek değer alan melez olarak belirlenmiştir.

Kaynaklar

- Aksel R, Kırçalıoğlu A, Korkut Z (1982) Kantitatif genetiğe giriş ve diallel analizler. Ege Bölgesi Ziraat Enstitüsü Yayınları, Yayın No: 20, İzmir.
- Altınbaş M (1995) Melez mısırdan dane veriminin ve kimi bitki özellikleri bakımından heterosis ve kombinasyon yeteneği. Anadolu 5: 35-51.
- Anonim (2002a) Eskişehir İli İklim Verileri. Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. (Yayınlanmamış Kayıtlar), Eskişehir.
- Anonim (2002b) Toprak Analizleri Sonuçları. Köy Hizmetleri Eskişehir Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Laboratuvarı (Yayınlanmamış Kayıtlar), Eskişehir.
- Burham Larish, LL, Brewbaker JL (1999) Diallel analysis of temperate and tropical popcorns. Maydica 44: 279-284.
- Dede Ö, Kara Ş M, Dede Ş (2001) Bir diallel melez mısır popülasyonunda verim ve verim unsurlarına ilişkin heterosis ve uyum yetenekleri analizi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi 7: 41-46.
- Demir İ, Aydem N, Korkut KZ (1979) Kombinasyon ıslahında ebeveyn seçimi. Bitki Islahı Simpozyumu, İzmir, s. 20-30.
- Eyherabide GH, Hallauer AR (1991) Reciprocal full-sib recurrent selection maize II contributions of additive dominance and genetic drift effect. Crop Science 31: 1442-1447.
- Fan XM, Tan J, Huang BH (2001) Analyses of combining ability and heterotic groups of yellow grain quality protein maize inbreds. Hereditas 23: 547-552.

- Falconer DS (1989) Introduction Quantitative Genetics. Third Edition Longman, London.
- Griffing B (1956) Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. Australian Journal of Biological Science 9: 463-493.
- Hallauer AR, Miranda JB (1987) Quantitative Genetics in Maize Breeding. Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Kara MŞ (2001) Mısır kendilenmiş hatlarında verim ve verim öğelerinin değerlendirilmesi. I. heterosis ve uyum yeteneklerinin line x tester analizi. Turkish Journal of Agriculture Forestry 25: 383-391.
- Kim S K, Ajala S O (1996) Combining ability of tropical maize germplasm in West Africa. II. Tropical temperate x tropical origins. Maydica 41: 135-141.
- Konak C, Ünay A, Serter E, Başal H (1999) Estimation of combining ability effects heterosis and heterobeltiosis by line tester method in maize. The Turkish Journal of Field Crops 15: 1-9.
- Kün E (1997) Tahıllar II. Sıcak İklim Tahılları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1452, Ankara.
- Lamkey KR, Hallauer AR (1986) Performance of high x high, high x low and low x low crosses of lines from the bss maize synthetic. Crop Science 26:1114-1118.
- Matzinger DF, Sprague G F, Cockerham CC (1959) Diallel crosses of maize in experiments repeated over locations and years. Agronomy Journal 51: 346:349.
- Moll R , Salhuana KS, Robinson HF (1962) A heterosis and genetic diversity in variety crosses of maize. Crop Science 2: 197-198.
- Nevado ME, Cross HZ (1990) Diallel analysis of relative growth in maize synthetics. Crop Science 30: 549-552.
- Pixley KV, Bjamason MS (1993) Combining ability for yield and protein quality among modified-endosperm opaque-2 tropical maize inbreds. Crop Science 33: 1229-1234.
- Sefa S (1977) Sulanır koşullarda Eskişehir yöresinde yetiştirilen mısırın ticari gübre istediğinin tespiti konusunda bir araştırma. Eskişehir Bölge Toprak Su Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Yayın No: 156, Eskişehir.
- Smith OS, Sullivan H, Hobart B, Wall SJ (2000) Evaluation of a divergent set of ssr markers to predict F₁ grain yield performance and yield heterosis in maize. Maydica 45: 235-241.
- Sprague GF (1977) Corn and Corn Improvement. Madison, Wisconsin.
- Stangland GR, Russell WA, Smith OS (1983) Evaluation of performance and combining ability of selected lines derived from improved maize populations. Crop Science 23: 647-651.
- Sürmeli A (2000) Karadeniz bölgesinde ana ürün melez mısır yapımına uygun, kendilenmiş hatların bazı bitkisel özelliklerine ait kombinasyon yeteneklerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Turan ZM (1995) Araştırma Deneme Metodları. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Basımevi, Yayın No: 62, Bursa.
- Turgut İ (2001 a) Tahıllar II. Sıcak İklim Tahılları. Uludağ Üniversitesi Basımevi, Yayın No: 87, Bursa.
- Turgut İ (2001 b) Atdışi mısırdaki (*Zea mays indentata* Sturt.) üstün melez kombinasyonların belirlenmesi üzerine çalışmalar. Anadolu 11: 23-35.
- Turgut İ (2003) Mısırdaki (*Zea mays indentata* Sturt.) line x tester analiz yöntemiyle uyum yeteneği etkilerinin ve heterosisin belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 17: 33-46.
- Ülger A C, Becker H C (1989) Influence of year and nitrogen treatment on the degree of heterosis in maize. Maydica 34: 163-170.
- Ünay A, Konak C, Serter E, Basal H, Zeybek A (1999) Mısırdaki bazı özelliklerin çoklu dizi analizi ile belirlenmesi. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi Cilt 1, Adana, s. 444-449.
- Vasal SK, Srinivasan G, Crossa J, Beck DL (1992) Heterosis and combining ability of Cimmyt's subtropic and temperate early-maturity maize germplasm. Crop Science 32:884-890.
- Vasal SK, Srinivasan G, Pandey S, Gonzalez F, Crossa J, Beck D (1993) Heterosis and combining ability of Cimmyt's quality protein maize germplasm. Crop Science 33: 46-51.
- Vidal-Martinez VA, Clegg MD, Johnson BE (2001) Genetic studies on maize pollen and grain and yield and their yield components. Maydica 46: 35-40.
- Yağbasanlar T (1990) Melez buğdayın önemi ve verim potansiyeli. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No: 8, Adana.
- Yurtsever N (1982) Tarla Deneme Tekniği. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Yayın No: 91, Ankara.
- Yurtsever N (1984) Deneysel İstatistik Metodları. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Genel Müdürlüğü Yayınları. Yayın No: 121, Ankara.
- Zambezi BT, Horner ES, Martin FG (1986) Inbred lines as testers for general combining ability in maize. Crop Science 26: 908-910.