

Mısır Kendilenmiş Hatlarında Verim ve Verim Öğelerinin Değerlendirilmesi

I. Heterosis ve Uyum Yeteneklerinin Line X Tester Analizi

Şevket Metin KARA

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Ordu Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Ordu - TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 01.06.2000

Özet : Mısırdaki altı ana hat (line) ve üç baba test edici (tester) ile bunların 18 F₁ melez verim ve verim bileşenlerine ilişkin, genel ve özel uyum yeteneklerini incelemek ve melez popülasyonlardaki heterosisi saptamak amacıyla, line x tester analizi uyarınca incelenmiştir. Varyans analizi sonuçları, incelenen bütün özellikler yönünden F₁ melezleri ve ebeveyn hatları arasındaki varyasyonun önemli olduğunu ortaya koymuştur. Çalışmada ele alınan bütün özelliklerde ortalama heterosis önemli ve tepeli püsküllü çıkarma süresi hariç pozitif yönde olup, melezlerin birim alan tane verimi ebeveynler ortalamasından %79,8 oranında daha fazla olmuştur. Ebeveynlerin genel uyum yetenekleri etkilerine göre, YUZ P709 ve FR 64A hatları birim alan tane verimi ve öteki verim bileşenleri yönünden en uygun ebeveyn olarak belirlenmiştir. Uyum yetenekleri analizi, genel uyum yeteneği etkilerinin incelenen bütün özelliklerde; özel uyum yeteneği etkilerinin ise koçan çapı, koçan yüksekliği ve birim alan tane veriminde önemli olduğunu göstermiştir. Koçan yüksekliği ve birim alan tane veriminde özel uyum yeteneği varyansının, genel uyum yeteneği varyansından yüksek olması, bu özelliklerde eklemeli olmayan gen etkilerinin, karakterlerin kalıtımında daha önemli rol oynadığını ortaya koymuştur.

Anahtar Sözcükler: Mısır, *Zea mays* L., line x tester analizi, uyum yeteneği, melez gücü

Evaluation of Yield and Yield Components in Inbred Maize Lines

I. Heterosis and Line x Tester Analysis of Combining Ability

Abstract : In maize, three male testers and six female lines together with their 18 F₁ hybrids were evaluated to study the general and specific combining ability estimates and heterosis following line x tester approach. Analysis of variance indicated the existence of significant variation among F₁ and parents for all characteristics. Average heterosis was significant for all characteristics studied and was positive, except for days to tasseling, with the average yield of hybrids being 79.8% above that of the parents. In view of the general combining ability effects of the parents, the parental lines YUZ P709 and FR 64A were identified as being the best overall parent combiners in the experiment for grain yield and yield components. Combining ability analysis showed that general combining ability (GCA) effects were significant for all attributes and specific combining ability (SCA) effects were significant for ear diameter, ear height and grain yield per unit area. With respect to ear height and grain yield per unit area, SCA effects were more pronounced when compared to GCA effects, indicating the predominance of non-additive gene action in the inheritance of these traits.

Key Words: Maize, *Zea mays* L., line x tester analysis, combining ability, heterosis

Giriş

Mısır, Türkiye toplam tahıl üretiminde buğday ve arpadan sonra 3. sırada yer alan, üretimi ve tüketimi son yıllarda gittikçe artan önemli bir kültür bitkisidir. Mısır üretimindeki artış üzerine daha çok güney bölgelerimizde, özellikle sulanan alanlarda, ikinci ürün tarımının ve hibrit çeşitlerin kullanımının yaygınlaşması etkili olmuştur. Buna karşılık, geleneksel mısır üretim kuşağı olarak bilinen Karadeniz Bölgesi'nde mısır üretimi artış gösterememektedir (Torun ve Köycü, 1999). Bölgenin

ekolojik koşullarına uygun ve verim gücü yüksek hibrit ya da kompozit çeşitlerin geliştirilmesi ve ümitvar kaynak popülasyonların oluşturulması mısır ıslah çalışmalarında önemli önceliklerdir. Bu amaca yönelik olarak; her şeyden önce, verim üzerine etkili olan faktörlerle, bunların etki derecelerinin ve birbirleri arasındaki ilişkilerin bilinmesi, karakterlerin kalıtımında genetik varyans parametrelerinin ve uyum yetenekleri etkilerinin hesaplanması ve ıslah programlarının bu bulgulara göre planlanması ve yönlendirilmesi gerekmektedir (Dudley ve Moll, 1969; Hallauer ve Miranda, 1988).

Belirli sayıda homozigot hat arasında yapılan melezlemelerle oluşturulan popülasyonlarda, genetik varyans komponentlerinin hesaplanması ve uyum yetenekleri etkilerinin belirlenmesi amacıyla çeşitli metotlar geliştirilmiştir (Hayman, 1954; Griffing, 1956; Kempthorne, 1957). Kempthorne (1957) tarafından önerilen ve yoklama melezinin (top cross) değişik bir şekli olan line x tester analizi hem kendine hem de yabancı döllen bitkilerde yaygın olarak kullanılan yaklaşımlardan birisidir (Singh ve Chaudhary, 1977; Patel et al., 1984; Yıldırım ve Çakır, 1986). Bu analiz metodunun, özellikle mısır ve ayçiçeği gibi yabancı dölenen bitkilerde ve erkek kısırılığın yararlandığı durumlarda, daha uygun bir metot olduğu ileri sürülmektedir (Fayed, 1981; Patel et al., 1984; Chaudhary ve Anand, 1984; Yıldırım ve Çakır, 1986).

Mısır bitkisinde, verim ve verim komponentleri yönünden uyum yetenekleri ve gen etkilerinin incelendiği çalışmalarda, verim ve verimle ilişkili kantitatif karakterlerin pek çoğunda eklemeli ve dominant genlerin birlikte etkili olduğu (Spaner et al., 1992; Sedhom, 1994; Pal ve Prodhan, 1994; Turgut et al., 1995; Spaner et al., 1996), buna karşılık özellikle verim yönünden, dominant gen etkilerinin daha önemli olduğu (Pal ve Prodhan, 1994; Turgut et al., 1995; Mathur ve Bhatnagar, 1995; Sfakinakis et al., 1996; Konak et al., 1999) belirtilmektedir. Mısırdaki, coğrafi ve genetik farklılığı fazla olan hatlar arasındaki melezlerde, özellikle verim yönünden, önemli düzeylerde heterotik etkiler belirlenmiştir (Altınbaş, 1991; Altınbaş, 1995; Konak et al., 1999).

Bu çalışma, ülkesel mısır ıslahı araştırmalarında kullanılan kendilenmiş bazı mısır hatlarının line x tester yöntemine göre melezlenmesiyle oluşturulan popülasyonlardaki genetik yapıyı incelemek, genel ve özel uyum yetenekleri etkilerini ve F_1 melez gücünü belirlemek ve bu sayede ıslah çalışmalarının planlanması ve yönlendirilmesine yardımcı olmak amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırmada, Ülkesel Mısır Araştırma Projesi mısır ıslahı araştırmalarında kullanılan ve proje merkezinden (Samsun) temin edilen 9 adet kendilenmiş mısır hattı materyal olarak kullanılmıştır. Mısır hatları, Karadeniz Teknik Üniversitesi Ordu Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nde 1997 yılında line x tester yöntemine uygun

olarak melezlenmişlerdir. Bu yöntemine göre; FR 64A (1), FR 20 (2), W 540 (3), YUZ P709 (4), FR 634 (5) ve SD 34 (6) hatları line; FR 632 (7), FR B73 (8) ve FR M017 (9) hatları ise tester olarak kullanılmışlardır. Melezlemeler sonucu elde edilen $18 F_1$ melez ve 9 ebeveyn hat, 1998 yılında tesadüf blokları deneme deseninde 3 tekrarlamalı olarak denemeye alınmıştır.

Deneme yerinin toprağı tınlı, hafif alkali, tuzsuz, organik maddesi orta düzeyde, fosfor ve potasyumca zengin yapıdadır. Deneme materyali $18 F_1$ melez ve 9 ebeveyn hat; sıra arası 70 cm, sıra üzeri 25 cm olan 4 m uzunluğundaki 2 sıralı parsellere 20 Mayıs 1998 tarihinde ekilmiştir. Parsellere yarısı ekimden önce, diğer yarısı da mısır bitkileri 40-50 cm olduğunda 2. çapadan önce olmak üzere, 16 kg/da azot ve ekimden önce 8 kg/da fosfor (P_2O_5) verilmiştir. Mısır bitkileri ekimden sonra çıkış için ve azotun ikinci yarısı verildikten sonra iki kez sulanmış ve 10 Ekim 1998 tarihinde elle hasat edilmişlerdir.

Çalışmada tepe püskülü çıkarma süresi, bitki boyu, yaprak sayısı, gövde çapı, koçan yüksekliği, koçan uzunluğu, koçan çapı, koçanda sıra sayısı, sırada tane sayısı, koçanda tane sayısı, 100 tane ağırlığı ve birim alan tane verimi gibi özellikler incelenmiştir. Elde edilen verilere önce, deneme desenine göre varyans analizi uygulanmış, genotipler arasındaki farklılığın önemli olduğu özelliklerde line x tester analizi Kempthorne (1957) ve Singh ve Chaudhary (1977)'e göre yapılmıştır. Çalışmada, heterosis değerleri F_1 değerinin ebeveynler ortalamasından % sapması olarak; heterobeltiosis değerleri ise, F_1 değerinin, üstün ebeveyn değerinden % sapması olarak hesaplanmıştır (Fehr, 1987).

Bulgular ve Tartışma

Araştırmada üzerinde çalışılan özelliklere ilişkin varyans analizi ve line x tester analizi sonuçları birleştirilmiş olarak Tablo 1'de verilmiştir. Varyans analizine göre, $18 F_1$ melez ve 9 ebeveyn hattın oluşan popülasyonda bütün özellikler yönünden incelemeye değer genetik farklılıkların olduğu görülmektedir. Ayrıca, ele alınan bütün özelliklerde ebeveynler ve F_1 melezlerinin kendi aralarındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli olduğu Tablo 1'den izlenebilmektedir. Diğer taraftan, ebeveynler ile F_1 melezleri arasındaki farklılığın önemli çıkması, materyal popülasyonda incelenen bütün özellikler yönünden heterotik etkilerin önemli olduğunu

Tablo 1. Varyans analizi ve line x tester analizi sonuçları (kareler ortalamaları).

Varyasyon kaynağı	S. D.	Tepe püskülü	Bitki boyu	Gövde çapı	Yaprak sayısı	Koçan yüksekliği
Tekerrürler	2	0,8	884,4	0,7	2,6	391,1
Genotipler	26	11,6**	3202,9**	5,8**	4,1**	872,7**
Ebeveynler (E)	8	16,5**	2283,8**	3,9**	2,9**	1105,6**
Melezler (M)	17	4,4**	617,8**	3,8**	2,5**	220,3**
E vs M	1	94,9**	54492,3**	56,7**	40,1**	10100,9**
Hat (H)	5	10,3**	918,7**	8,8**	4,4*	182,3
Test Ediciler (T)	2	6,4*	1752,2**	0,1	3,8*	476,6**
H x T	10	1,0	240,5	1,9	1,7	187,9**
Hata	52	1,3	149,9	1,5	0,9	65,5
σ^2 GUY		0,79	86,45	0,55	0,29	15,80
σ^2 ÖUY		-0,08	30,20	0,14	0,22	40,83
σ^2 GUY/ σ^2 ÖUY		10,13	2,85	3,96	1,32	0,39

Tablo 1 'in devamı

Koçan uzunluğu	Koçan çapı	Koçanda sıra sayısı	Sırada tane sayısı	Koçanda tane sayısı	100 tane ağırlığı	Birim alan tane verimi
2,0	3,7	0,1	8,9	1178,4	5,6	32,4
20,5**	57,7**	8,0**	174,2**	46692,5**	45,1**	6662,5**
17,1**	61,1**	8,0**	187,4**	30278,4**	56,2**	4552,2**
6,9**	16,8**	6,0**	44,1**	14631,5**	15,7**	1709,1**
279,6**	726,4**	42,5**	2282,0**	723043,2**	457,4**	107753,7**
16,7**	27,5**	12,6**	99,7**	33119,8**	28,8**	3061,0**
2,4	34,1**	12,6**	25,6	11711,2**	29,0**	639,1
2,8	8,0*	1,4	20,0	5971,4	6,5	1247,1*
2,0	2,9	0,7	12,1	3099,0	4,9	613,2
1,17	2,44	1,14	7,16	2519,30	2,27	194,68
0,26	1,69	0,23	2,62	957,44	0,51	211,30
4,46	1,44	4,96	2,73	2,63	4,45	0,92

göstermektedir. Bitki boyu, koçan yüksekliği, sırada ve koçanda tane sayısı ve birim alan tane verimi yönünden, popülasyondaki varyasyonun çok büyük bir kısmının ebeveynler ile melezler arasındaki farklılıktan (E vs M) kaynaklanmış olması, bu özelliklerde heterotik etkilerin, diğer özelliklere göre, daha belirgin olduğu izlenimi vermektedir.

Line x tester analizine göre melezler arasındaki varyasyonun incelenmesinden, melezlemelerde ana olarak yer alan hatların (line) etkilerinin koçan yüksekliği dışındaki bütün özellikler yönünden; melezlemelerde baba olarak yer alan test edicilerin (tester) etkilerinin ise gövde çapı, koçan uzunluğu, sırada tane sayısı ve birim alan tane verimi dışındaki diğer bütün özellikler yönünden önemli olduğu görülmüştür. Buna göre; incelenen bütün

özelliklerde genel uyum yeteneği (GUY) etkilerinin önemli olduğu anlaşılmaktadır. Line x tester interaksyonunun koçan yüksekliği, koçan çapı ve birim alan tane veriminde önemli bulunması, bu özellikler yönünden özel uyum yeteneği (ÖUY) etkilerinin de önemli olduğunu belirtmektedir. Mısır bitkisinde, uyum yeteneklerinin incelendiği kimi çalışmalarda, bu çalışmada elde edilen sonuçlara benzer şekilde, verim ve verimle ilişkili pek çok özellikte GUY ve ÖUY etkilerinin her ikisinin de önemli olduğu ortaya konulmuş ve karakterlerin kalıtımının eklemeli ve eklemeli olmayan genlerce belirlendiği sonucuna varılmıştır (Spaner et al., 1992; Vasal et al., 1993a; Vasal et al., 1993b; Pal ve Prodhon, 1994; Sedhom, 1994; Turgut et al., 1995; Spaner et al., 1996).

GUY ve ÖUY varyanslarının oransal karşılaştırılması ($\sigma^2_{GUY} / \sigma^2_{ÖUY}$), karakterlerin kalıtımında varyans unsurlarının önemlerinin belirlenmesi bakımından önemlidir (Sokol ve Baker, 1997). Genel ve özel uyum yetenekleri varyanslarının karşılaştırılması, koçan yüksekliği ve birim alan tane verimi dışındaki bütün özelliklerde, GUY varyansının ÖUY varyansından daha büyük olduğunu göstermiştir. Buna göre; koçan yüksekliği ve birim alan tane verimi dışındaki bütün özelliklerde, eklemeli varyans komponenti katkı payının daha fazla olduğu yargısına varılabilir. Diğer taraftan, Tablo 1'den genel uyum yeteneği varyansının özel uyum yeteneği varyansına oranının koçan yüksekliği ve birim alan tane veriminde 1'den küçük olması, bu özelliklerde dominant gen etkilerinin daha önemli olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, özellikle birim alan tane veriminde, genetik varyansdaki esas belirleyici ögenin ÖUY etkisi olduğunu ve birim alan tane veriminin çokluk eklemeli olmayan genlerce yönetildiğini gösteren daha önceki çalışmaların sonuçlarına büyük bir uyum göstermektedir (Hebert ve Gallais, 1986; El-Hosary et al., 1994; Altınbaş et al., 1994; Pal ve Prodhan, 1994; Mathur ve Bhatnagar, 1995; Sfakinakis et al., 1996; Konak et al., 1999). Benzer şekilde koçan yüksekliğine ilişkin olarak bu çalışmada elde edilen bulgular, bu özellikte dominant gen etkilerinin önemine işaret eden araştırma bulgularını destekler niteliktedir (Hebert ve Gallais, 1986; Altınbaş 1995; Konak et al., 1999).

GUY varyansının, ÖUY varyansından tepe püskülü çıkarma süresinde 10 kat; bitki boyu, gövde çapı, koçan uzunluğu, koçanda sıra sayısı, sırada ve koçanda tane sayısı ve 100 tane ağırlığında ise 3-5 kat daha büyük olması, bu özelliklerde eklemeli genetik varyansın önemini işaret etmektedir. Tepe ve koçan püskülü çıkarma süresi ve yaprak sayısı gibi heterotik etkilerin genelde düşük olduğu özelliklerin kalıtımı çokluk eklemeli gen etkilerince belirlenmektedir (Hebert ve Gallais, 1986; Altınbaş et al., 1994; Mathur ve Bhatnagar, 1995). Bu çalışmada elde edilen bulgulardan farklı olarak, kimi araştırmacılar bitki boyu, koçan çapı, koçan uzunluğu, koçanda sıra ve tane sayısı gibi özelliklerin kalıtımında genellikle ÖUY etkisinin ve eklemeli olmayan varyansın daha önemli rol oynadığını ileri sürmüşlerdir (Hebert ve Gallais, 1986; El-Hosary et al., 1994; Turgut et al., 1995; Mathur ve Bhatnagar, 1995). Buna karşılık Konak et al. (1999)'a göre, bitki boyu ve koçanda sıra sayısının belirlenmesinde eklemeli gen etkileri, eklemeli olmayan gen etkilerinden daha fazla öneme sahiptir.

İncelenen özellikler yönünden ebeveynlere ilişkin genel uyum yeteneği etkileri Tablo 2'de verilmiştir. Genetik varyasyonun daha büyük olduğu bitki boyu, koçanda tane sayısı ve birim alan tane verimi gibi özelliklerde (Tablo 1), ebeveynlerin GUY etkileri arasındaki farklılık daha belirgindir. Buna karşılık, genetik varyasyonun küçük olduğu diğer özelliklerde, ebeveynlerin GUY değerleri arasındaki farklılıklar daha küçüktür. Tablo 2'den, tepe püskülü çıkarma süresi yönünden SD 34; bitki boyu ve sırada tane sayısı yönünden W 540; gövde çapı, yaprak sayısı, koçan yüksekliği, koçan uzunluğu ve birim alan tane verimi yönünden YUZ P 709; 100 tane ağırlığı yönünden FR 634; koçan çapı, koçanda sıra sayısı ve koçanda tane sayısı yönünden FR 64A hatlarının en yüksek genel uyum yeteneği etkisine sahip oldukları görülmektedir.

Bitki boyu yönünden GUY etkisi negatif olan hatların koçan yüksekliğinde de negatif olması, bitki boyu kısa olan hatlarda, koçan bağlama yüksekliğinin kısaldığını göstermektedir. Bitki boyu ile koçan uzunluğu, koçan çapı ile koçanda sıra sayısı, sırada ve koçanda tane sayısı ile birim alan tane verimi arasında da benzer ilişkilerin varlığı Tablo 2'den görülmektedir. Buna karşılık, koçanda tane sayısı yönünden olumlu yönde GUY etkisine sahip hatların 100 tane ağırlığı yönünden GUY etkilerinin genellikle negatif olması, bu iki özellik arasında olumsuz ilişkinin varlığını ortaya koymuştur. Bu bulgular, mısırdaki bitki boyu ile koçan yüksekliği ve koçan uzunluğu; koçan çapı ile koçanda sıra sayısı; koçanda tane sayısı ile 100 tane ağırlığı ve birim alan tane verimi arasında varlığı çok iyi bir şekilde ortaya konulmuş bulunan ilişkilerle uyum halindedir.

Ebeveynlere ilişkin Tablo 2'deki GUY etkilerine göre, birim alan tane verimi yönünden iyi durumda olan hatlar, genellikle tane sayısı açısından da iyi durumdadırlar. Ebeveynler arasında YUZ P 709 (4) hattı, incelenen bütün özellikler yönünden arzu edilen yönde GUY etkisi göstermesi ile en uygun ebeveyn olarak dikkati çekmektedir. Bu hattın GUY etkisi özellikle birim alan tane verimi ve koçanda tane sayısı için çok yüksek olup, bu ebeveynin üstün verim potansiyelini döllerine aktarması beklenebilir. Ayrıca, FR 64A (2) hattı birim alan tane verimi ve koçanda tane sayısı yönünden pozitif yönde ve yüksek genel uyum yeteneği etkisi göstermiştir. Bu hatların, birim alan tane verimini artırıcı etkilerinden dolayı, yüksek verimli hibritlerin elde edilmesinde ümitvar ebeveynler oldukları anlaşılmaktadır. Diğer taraftan, SD

Tablo 2. Ebeveynlerin incelenen özelliklere ilişkin genel uyum yeteneği etkileri.

Ebeveyn	Tepe püskülü	Bitki boyu	Gövde çapı	Yaprak sayısı	Koçan yüksekliği	Koçan uzunluğu
Hatlar						
FR 64A	0,04	-10,67	0,08	0,08	-4,52	-0,87
FR 20	1,37	-4,53	-0,88	-0,83	0,24	-0,26
W 540	0,48	11,98	0,12	0,03	4,11	1,36
YUZ P709	-0,30	10,93	1,71	0,72	6,53	1,90
FR 634	0,26	-10,31	0,05	0,70	-1,52	-0,47
SD 34	-1,85	2,60	-1,09	-0,70	-4,65	-1,66
Test Ediciler						
FR 632	-0,69	-11,39	0,06	0,48	-5,22	0,01
FR B73	0,32	5,44	0,04	-0,03	5,07	-0,37
FR MO17	0,37	5,94	-0,10	-0,45	0,14	0,37

Tablo 2'nin devamı

Koçan çapı	Koçanda sıra sayısı	Sırada tane sayısı	Koçanda tane sayısı	100 tane ağırlığı	Birim alan tane verimi
2,47	1,85	-0,02	62,78	-1,18	16,63
-1,79	-1,54	0,41	-45,49	0,39	-11,43
-0,82	-0,14	3,95	47,47	-0,97	-3,85
0,88	0,41	2,78	54,58	1,20	27,08
1,10	0,36	-5,36	-64,00	2,71	-5,78
-1,82	-0,95	-1,79	-55,33	-2,17	-22,62
-1,37	0,34	0,93	23,94	-0,84	4,98
1,38	0,61	-1,34	2,90	-0,63	1,63
-0,01	-0,95	0,40	-26,83	1,46	-6,60

34 hattının tepe püskülü çıkarma süresi ve bitki boyu dışındaki özelliklerde olumsuz GUY etkisine sahip olduğu Tablo 2'den izlenebilmektedir. Erkencilik yönünden tepe püskülü çıkarma süresinin kısa olması gerektiği için, bu özellik yönünden negatif GUY etkisine sahip ebeveynler tercih edilmelidir.

F₁ melezlerinin özel uyum yeteneği etkileri Tablo 3'de verilmiştir. Tablo 3'den, tepe püskülü çıkarma süresi yönünden 1x9, 4x8 ve 6x7; bitki boyu için 2x7, 6x9 ve 5x8; yaprak sayısı, koçan yüksekliği, koçan çapı ve koçan uzunluğu yönünden 2x7, 5x9 ve 3x8; gövde çapı yönünden 3x8, 6x9 ve 2x7; sırada tane sayısı yönünden 2x8, 5x9 ve 1x9; 100 tane ağırlığı yönünden 5x8, 6x9 ve 5x9; koçanda sıra sayısı yönünden 6x9, 1x8 ve 2x7; koçanda tane sayısı için 5x9, 2x8 ve 2x7 ve birim alan tane verimi yönünden 5x9, 3x7 ve 2x8 melezlerinin en yüksek özel uyum yeteneği etkilerine sahip oldukları görülmektedir. Tablo 3'den, 2x7 ve 2x8 melez kombinasyonlarının incelenen bütün özelliklerde olumlu

yönde; 2x9 hibridinin bütün özellikler için, 3x9, 5x7, 5x8 ve 6x8 melezlerinin ise çoğu özellikler yönünden olumsuz yönde ÖUY etkisine sahip oldukları görülmektedir. Birim alan tane verimi yönünden olumlu yönde ÖUY etkisi gösteren melezler genellikle koçanda tane sayısı yönünden de olumlu ÖUY etkisi göstermişlerdir. Birim alan tane verimi ve tane sayısı yönünden ÖUY etkisi en iyi durumda olan melezler 5x9, 3x7, 2x8, 2x7 ve 1x9 kombinasyonlarıdır.

Tablo 3'deki ÖUY etkilerinin incelenmesinden, bazı melezlerin ebeveynlerin GUY etkilerine göre beklenen değerlerinden daha farklı performans gösterdikleri anlaşılmaktadır. Birim alan tane verimi ve koçanda tane sayısı için, en yüksek ÖUY etkisi gösteren beş melezde (5x9, 3x7, 2x8, 1x9 ve 2x7), ebeveynlerden bir veya her ikisinin de GUY etkisinin küçük veya olumsuz yönde olması; yüksek GUY etkisine sahip hatların, her zaman yüksek ÖUY etkisi gösteren hibritler vermediğini ya da düşük GUY etkisi olan hatların, yüksek ÖUY etkisine sahip

Tablo 3. Melezlerin incelenen özelliklere ilişkin özel uyum yeteneği etkileri.

Melez	Tepe püskülü	Bitki boyu	Gövde çapı	Yaprak sayısı	Koçan yüksekliği	Koçan uzunluğu	Koçan çapı	Koçanda sıra sayısı	Sırada tane sayısı	Koçanda tane sayısı	100 tane ağırlığı	Birim alan tane verimi
1x7	0,24	-2,92	-0,62	0,32	2,53	0,46	-0,76	-0,52	-1,68	-40,18	0,31	-9,71
1x8	0,57	-1,76	0,00	-0,30	0,36	-1,20	0,99	0,68	-0,63	9,99	0,35	-2,76
1x9	-0,81	4,68	0,62	-0,02	-2,89	0,74	-0,23	-0,16	2,31	30,19	-0,66	12,47
2x7	-0,43	13,21	0,72	0,97	8,71	0,85	1,91	0,61	1,15	35,02	0,68	11,72
2x8	0,24	1,51	0,24	0,14	3,74	0,05	0,71	0,31	3,04	48,66	0,02	14,83
2x9	0,19	-14,72	-0,96	-1,11	-12,45	-0,90	-2,62	-0,92	-4,19	-83,68	-0,70	-26,55
3x7	-0,20	-8,83	-0,81	-0,43	-4,76	-0,76	-1,04	-0,14	2,04	26,46	0,56	22,94
3x8	0,14	2,93	0,89	0,61	8,09	1,40	1,52	0,41	-2,35	-16,90	-0,51	0,02
3x9	0,06	5,90	-0,08	-0,18	-3,23	-0,64	-0,48	-0,27	0,31	-9,56	-0,05	-22,96
4x7	0,24	5,95	0,70	0,28	-0,11	0,54	-0,03	-0,14	-0,75	-12,58	0,40	-4,83
4x8	-0,76	-3,49	0,05	-0,48	-5,34	0,07	-0,19	0,19	-0,35	2,26	0,38	2,79
4x9	0,52	-2,46	-0,75	0,20	5,45	-0,61	0,22	-0,05	1,10	10,32	-0,78	2,04
5x7	0,68	-6,48	0,36	-1,04	-8,00	-0,83	-0,56	0,16	-1,75	-21,27	-2,84	-23,10
5x8	-0,31	7,40	-0,77	0,28	0,44	-0,23	-0,97	-0,76	-0,88	-36,36	1,80	-8,52
5x9	-0,37	-0,92	0,41	0,76	7,56	1,06	1,53	0,60	2,63	57,63	1,04	31,62
6x7	-0,54	-0,92	-0,34	-0,10	1,65	-0,27	0,47	0,02	0,90	12,53	0,94	2,87
6x8	0,13	-6,62	-0,41	-0,25	-7,29	-0,08	-2,04	-0,78	1,15	-7,63	-2,01	-6,29
6x9	0,41	7,54	0,75	0,35	5,64	0,35	1,57	0,76	-2,05	-4,90	1,07	3,42

hibritler verdiğini göstermektedir. Benzer şekilde, en yüksek GUY etkisine sahip 1 ve 4 numaralı hatlar ile 7 ve 8 numaralı test ediciler arasındaki melezlerde ÖUY etkileri negatif yönde veya olumlu, fakat düşük değerdedir.

Genellikle eklemeli etkiye sahip genlerce belirlenen GUY, bir ebeveynin diğerleriyle olan melezlerinin ortalama değeri, ya da bu melezlerdeki üstünlüğü olarak bilinmektedir. Eklemeli olmayan gen etkilerince belirlenen ÖUY ise, bir melezin değerinin diğer melezlerden olan farklılığı, ya da üstünlüğüdür. ÖUY varyansının önemli olmadığı durumlarda, teorik olarak, en yüksek performans gösteren melezin, yüksek GUY etkisine sahip iki ebeveynin melezlenmesinden elde edilebileceği beklenebilir. GUY etkisi yüksek iki ebeveyn arasında negatif veya popülasyondaki diğer melezler arasında pozitif interaksyonlardan dolayı, GUY etkisi yüksek iki ebeveynin mutlaka yüksek ÖUY vermediğini belirten benzer bulgular kimi araştırmacılar tarafından da elde edilmiştir (Gilbert, 1958; Hebert ve Gallais, 1986; Soomro et al., 1989). On iki kendilenmiş mısır hattının diallel melezlerinde uyum yetenekleri etkilerini inceleyen Hebert ve Gallais (1986), ebeveynlerin GUY değerleri ile her bir ebeveynin yer aldığı melezlerin ÖUY kareler toplamı (ÖUY toplamı sifıra eşittir) arasındaki ilişkilerin

genellikle olumsuz olduğunu ortaya koymuşlardır. Buna göre, düşük GUY etkisine sahip iki ebeveyn hat arasındaki melez yüksek ÖUY etkisi vereceği için, melez popülasyonlarının performanslarının belirlenmesinde tek başına GUY etkilerinin yeterli olamayacağı, ÖUY değerlerinin de dikkate alınması gerektiği ileri sürülmüştür.

Oluşturulan melezlerde incelenen özellikler yönünden saptanan heterosis ve heterobeltiosis değerleri Tablo 4 ve Tablo 5'de verilmiştir. Buna göre; tepe püskülü çıkarma süresi özelliğinde heterosis ve heterobeltiosis negatif, diğer özelliklerde ise pozitif yönde olmuştur. Oluşturulan melez popülasyonlarda, ortalama heterosis en düşük -%4,4 ile tepe püskülü çıkarma süresinde, en yüksek %79,8 ile birim alan tane veriminde; heterobeltiosis ise yine aynı özelliklerde -%3,8 ile %46,6 arasında değişmiştir.

Bitki boyu, koçan yüksekliği, koçan uzunluğu, sırada ve koçanda tane sayısı ve birim alan tane veriminde ortalama heterosis ve heterobeltiosis, diğer özelliklere göre daha yüksektir. Tablo 1'deki varyans analizi sonuçları da, bu özelliklerde ebeveynler ile melezler arasındaki farklılığın en fazla olduğunu, dolayısıyla da heterotik etkilerin önemini ortaya koymuştur. Tepe

Tablo 4. İncelenen özelliklerde melezlerde saptanan heterosis değerleri.

Melez	Tepe püskülü	Bitki boyu	Gövde çapı	Yaprak sayısı	Koçan yüksekliği	Koçan uzunluğu	Koçan çapı	Koçanda sıra sayısı	Sırada tane sayısı	Koçanda tane sayısı	100 tane ağırlığı	Birim alan tane verimi
1x7	-5,4	40,9	10,3	23,1	37,0	29,9	16,4	9,9	82,3	100,8	20,6	147,8
1x8	-2,0	25,9	10,9	4,3	8,5	3,1	17,6	23,4	25,2	56,4	12,5	68,5
1x9	-4,9	31,3	11,7	3,1	3,3	15,8	13,4	10,3	31,7	49,2	14,0	61,3
2x7	-4,9	32,7	16,5	26,2	47,9	22,5	15,8	13,8	68,7	98,3	11,3	119,6
2x8	-1,0	14,2	10,1	4,4	14,3	3,9	10,3	17,3	24,3	42,7	2,6	50,16
2x9	-2,0	7,0	-2,2	-11,3	-4,7	-0,8	0,9	-2,3	-1,4	-5,9	5,0	-2,0
3x7	-5,7	39,4	2,4	14,2	57,2	43,1	9,2	7,4	123,4	138,9	12,3	168,9
3x8	-2,3	31,6	10,7	11,1	37,9	38,9	12,7	16,8	33,9	54,2	1,9	53,3
3x9	-3,2	34,7	0,9	0,4	23,3	25,6	6,6	3,6	38,6	43,0	8,0	13,9
4x7	-6,4	48,4	31,4	35,1	52,0	53,4	15,9	11,8	104,3	129,7	26,5	194,3
4x8	-4,9	27,4	23,6	13,2	15,6	31,1	12,8	19,8	37,9	63,6	17,9	94,57
4x9	-3,9	29,4	13,9	16,0	26,7	26,7	12,3	10,3	38,2	52,2	18,7	70,1
5x7	-4,4	32,8	15,3	18,1	38,1	32,4	11,7	6,6	63,5	74,8	14,3	93,0
5x8	-3,0	27,0	4,9	8,0	19,7	18,8	8,4	4,7	8,8	16,1	22,3	41,0
5x9	-3,9	23,7	8,7	17,9	27,1	27,5	12,3	7,3	18,9	30,3	24,3	57,5
6x7	-9,4	39,5	9,3	16,7	55,3	29,6	20,9	7,9	59,1	75,7	33,5	137,8
6x8	-5,5	21,9	5,9	1,9	10,3	13,3	11,3	7,0	11,2	19,0	11,7	38,8
6x9	-5,9	31,2	9,7	3,9	24,8	16,7	18,7	11,7	-1,6	8,4	29,1	28,6
Ort.	-4,4	29,9	10,8	11,5	27,5	24,0	12,6	10,4	42,6	58,2	15,9	79,8

Tablo 5. İncelenen özelliklerde melezlerde saptanan heterobeltiosis değerleri.

Melez	Tepe püskülü	Bitki boyu	Gövde çapı	Yaprak sayısı	Koçan yüksekliği	Koçan uzunluğu	Koçan çapı	Koçanda sıra sayısı	Sırada tane sayısı	Koçanda tane sayısı	100 tane ağırlığı	Birim alan tane verimi
1x7	-4,9	32,6	9,0	22,7	23,0	28,0	15,8	8,7	81,5	99,2	15,3	141,3
1x8	-1,0	2,0	7,8	-2,8	-8,9	-5,8	8,7	18,7	-3,1	24,7	0,6	24,6
1x9	-4,9	7,0	5,0	-3,7	-10,9	2,7	6,2	2,3	-2,2	16,8	0,4	15,0
2x7	-4,9	20,3	11,6	20,1	29,2	9,4	11,9	-4,7	46,1	90,2	2,1	108,4
2x8	0,5	6,5	3,1	-6,8	-1,3	2,8	-0,7	0,5	8,9	9,6	0,7	17,3
2x9	-1,5	0,5	-10,7	-20,7	-15,6	-2,9	-7,9	-13,4	-17,9	-28,9	4,9	-26,5
3x7	-5,4	35,0	-2,6	13,5	56,9	39,3	7,2	0,0	121,9	121,3	8,0	158,0
3x8	-1,0	15,2	7,7	4,5	6,2	22,3	3,0	11,6	3,5	15,5	-1,2	12,3
3x9	-2,9	18,7	0,9	-5,4	-2,9	7,4	-1,3	2,9	2,7	5,5	2,9	-19,6
4x7	-6,4	43,7	29,2	28,5	38,5	52,6	13,7	3,7	101,1	109,5	24,3	162,5
4x8	-3,5	11,5	18,7	1,1	-4,1	17,6	2,9	14,1	5,9	21,2	8,2	35,8
4x9	-3,5	14,1	6,4	3,6	7,8	10,5	3,8	9,1	1,8	11,1	7,2	15,0
5x7	-3,9	30,4	15,1	15,6	34,5	25,5	10,4	5,6	53,1	62,5	10,9	89,7
5x8	-2,0	6,6	2,5	7,4	-6,0	2,1	1,8	6,7	-19,3	-12,7	17,5	5,0
5x9	-3,9	4,4	3,5	8,2	2,2	6,7	7,1	1,4	-15,2	-3,6	17,4	13,0
6x7	-8,9	36,1	2,9	11,0	53,0	20,9	8,4	-4,7	38,7	73,2	13,9	104,7
6x8	-4,5	6,0	-2,5	-9,1	-15,9	-3,9	-6,5	-3,2	-3,0	-4,7	-9,9	-5,2
6x9	-5,9	14,9	-1,5	-7,1	-2,7	-3,6	0,9	4,8	-18,4	-14,7	2,6	-14,9
Ort.	-3,8	17,0	5,9	4,5	10,2	12,9	4,7	3,6	21,5	33,1	7,0	46,6

püskülü çıkarma süresi, bitki boyu, koçan çapı ve 100 tane ağırlığında bütün hibritler; sırada tane sayısında 2x9 ve 6x9 melezleri hariç, diğer özelliklerde ise 2x9 melezi hariç bütün kombinasyonlar ebeveyn ortalamasını geçmiştir.

Çalışmada ortalama heterosis ve heterobeltiosis değerlerinin en yüksek olduğu özellik birim alan tane verimidir ve 14 melezin verimi, üstün ebeveynin veriminden daha fazla olmuştur (Tablo 4 ve 5). Hibritlerde, % -2,0 ile %194,3 arasında değişen melez azmanlığı saptanmış olup, en yüksek heterosis değerleri 4x7, 3x7, 1x7, 6x7 ve 2x7 melezlerinde gerçekleşmiştir. Bu hibritler ebeveynlerine göre %119,6 ile %194,3 arasında değişen heterosis göstermişlerdir. Aynı hibritlerin üstün ebeveynlere göre sağladığı verim azmanlığı (heterobeltiosis) %104,7 ile %162,4 arasında değişmiştir. Bu hibritler sırada ve koçanda tane sayısı yönünden de en iyi durumdadırlar. Tablo 4 ve 5'deki birim alan tane verimine ilişkin heterosis ve heterobeltiosis değerlerinden, YUZ P709 (4) hattı ile FR 632 (7) testerinin yer aldığı hibritlerde, melez gücünün diğer kombinasyonlara göre çok yüksek olduğu izlenebilmektedir.

Mısırda tepe ve koçan püskülü çıkarma süresi ve yaprak sayısı gibi özelliklerde heterotik etkiler genellikle düşük ve önemsiz düzeylerde olmasına karşın; koçan çapı, koçan uzunluğu, koçan yüksekliği, koçanda tane sayısı ve birim alan tane veriminde yüksek ve önemli heterotik etkiler belirlenmiştir (Hebert ve Gallais, 1986; Altınbaş, 1991; Altınbaş, 1995; Konak et al., 1999). Coğrafi ve genetik farklılığı fazla olan hatlar arasındaki melezlerde, özellikle verim yönünden, daha yüksek seviyelerde heterosis değerleri elde edilmektedir. Altınbaş (1995), birim alan tane veriminde %72 ile %140,7 arasında değişen heterosis değerleri elde etmiştir. Buna karşılık, coğrafi ve genetik farklılığı daha fazla olan hatlar üzerinde çalışan Konak et al. (1999), tane verimi için %5,07 ile %235,20 arasında değişen heterosis değerleri

hesaplamışlardır. Bu çalışmada incelenen 24 melez kombinasyondan 20'si üstün ebeveyninden daha fazla verim gücüne sahiptir ve 6 hibritte üstün ebeveynine göre %150'nin üzerinde heterosis gözlenmiştir.

Sırada tane sayısı, koçanda tane sayısı ve birim alan tane veriminde ortalama heterosisin sırasıyla %42,6, %58,2 ve %79,8; ortalama heterobeltiosis ise sırasıyla %21,5, %33,1 ve %46,6 gibi yüksek değerler alması, çalışmada oluşturulan hibrit popülasyonlarının bu özellikler yönünden üstün heterotik güce sahip olduklarını ve melezlerdeki üstün verim gücü üzerine en etkili özelliğin tane sayısı olduğunu ortaya koymaktadır. Birim alan tane verimi için en iyi durumda olan ebeveyn hatlar ve melezler genellikle, tane sayısı yönünden de iyi durumdadır.

Hibritlerin ÖUY etkisi ve melez gücü değerleri birlikte dikkate alınırsa, düşük veya negatif yönde ÖUY etkisine sahip bazı melezlerin, yüksek verim gücü gösterdiği, ya da bunun tersi, Tablo 3, 4 ve 5'deki verilerden izlenebilmektedir. Bir hibridin verim gücünün her zaman ÖUY etkisi ile ilişkili olmadığı, yüksek ÖUY değeri veren hibritlerin bazı özellikler için, düşük performans verebileceği şeklindeki benzer bulgular kimi araştırmacılar tarafından da elde edilmiştir (Gilbert, 1958; Khan et al., 1980; Shahani ve Chang, 1985; Hebert ve Gallais, 1986; Soomro et al., 1989). Yüksek ÖUY, genellikle dominans ve epistasisi ile anaçlar arasındaki interaksiyonların bir sonucu olmakla birlikte, iki ebeveynin belirli bir özellik için farklı genler taşıması durumunda da, üstün performanslı hibridler elde edilebilmektedir.

Bu sonuçlara göre, birim alan tane verimi yönünden üstün verim potansiyeline sahip popülasyonların geliştirilmesinde, eklemeli ve eklemeli olmayan gen etkilerinin birlikte dikkate alınarak, ıslah çalışmalarının yönlendirilmesi tercih edilmelidir. Ayrıca YUZ P709 ve FR 64A gibi hatların birim alan tane verimi ve koçanda tane sayısı özellikleri bakımından yüksek verimli hibritlerin elde edilmesinde ümitvar ebeveynler oldukları söylenebilir.

Kaynaklar

Altınbaş, M. 1991. A study on genetic components of heterosis in hybrid maize. *Anadolu* 1 (2): 15-35.

Altınbaş, M. 1995. Heterosis and combining ability in maize for grain yield and some plant characters. *Anadolu* 5 (2): 35-51.

Altınbaş, M., İ. Turgut, ve S. Yüce. 1994. Dokuz kendilenmiş mısır hattının diallel melezlerinde bazı tarımsal özelliklerin kalımları: I. Erkencilik ögeleri, bitki boyu ve koçan yüksekliği. *Anadolu* 4 (1): 42-60.

Chaudhary, S. K. and I. J. Anand. 1984. Heterosis and inbreeding depression in sunflower. *Crop Improvement* 11(1): 15-19.

Dudley, J. W. and R. H. Moll. 1969. Interpretation and use of estimates of heritability and genetic variances in plant breeding. *Crop Sci.* 9: 257-261.

El-Hosary, A. A., M. K. Mohamed, S. A. Sedhom and G. K. A. Abo-El Hassan. 1994. Performance and combining ability in diallel crosses of maize. *Annals of Agricultural Science* 32 (1): 203-215.

- Fayed, M. F. S. 1981. Evaluation of newly developed cytoplasmic male sterile lines for their combining ability in sorghum. *Agr. Res. Review* 53: 5-26.
- Fehr, W. R. 1987. Principles of Cultivar Development. Theory and Technique. McGraw Hill Inc., New York.
- Gilbert, N. E. G. 1958. Diallel cross in plant breeding. *Heredity* 12: 477-492.
- Griffing, B. 1956. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. *Heredity* 10: 31-50.
- Hallauer, A. R. and J. B. Miranda. 1988. Quantitative Genetics In Maize Breeding. Iowa State Univ. Press, Ames.
- Hayman, B. I. 1954. The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics* 39: 789-809.
- Hebert, Y. and A. Gallais. 1986. Heterosis and genetic variation for quantitative characters in a 12 x 12 diallel mating design in maize. In: Proceedings of the Sixth Meeting of the Eucarpia Section Biometrics in Plant Breeding, Birmingham, pp. 140-152.
- Kempthorne, O. 1957. An Introduction to Genetic Statistics. John Wiley and Sons, New York.
- Khan, I. A., M. A. Khan and M. Ahmad. 1980. Study of gene action and combining ability in various characters of cotton. *The Pak. Cottons* 24: 217-224.
- Konak, C., A. Ünay, E. Serter and H. Başal. 1999. Estimation of combining ability effects, heterosis and heterobeltiosis by line x tester method in maize. *Turkish Journal of Field Crops* 4: 1-9.
- Mathur, R. K. and S. K. Bhatnagar. 1995. Partial diallel cross analysis for grain yield and its component characters in maize. *Annals of Agricultural Research* 16 (3): 324-329.
- Pal, A. K. and H. S. Prodhan. 1994. Combining ability analysis of grain yield and oil content along with some other attributes in maize. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding* 54 (4): 376-380.
- Patel, J. D., B. R. Christie and L. W. Kannenberg. 1984. Line x tester crosses: a new approach of analysis. *Can. J. Genet. Cytol.* 26: 523-527.
- Sedhom, S. A. 1994. Genetic study on some top crosses in maize under two environments. *Annals of Agricultural Science* 32 (1): 131-141.
- Sfakinakis, J., N. Fotiadis, G. Evgenidis and V. Katranis. 1996. Genetic analysis of maize variety diallel crosses and related populations. *Maydica* 42 (2): 113-117.
- Shahani, N. M. and M. A. Chang. 1985. Combining ability analysis for yield and yield components in *Gossypium hirsutum* crosses. *The Pak. Cottons* 29: 47-62.
- Singh, R. B. and B. D. Chaudhary. 1977. Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis. Kalyani Publishers, New Delhi.
- Sokol, M. J. and R. J. Baker. 1997. Evaluation of the assumption required for the genetic interpretation of diallel experiments in self-pollinating crops. *Can. J. Plant Sci.* 57: 1185-1191.
- Soomro, B. A., A. H. Baloch and A. R. Soomro. 1989. Combining ability estimates of some tester lines used onto cytoplasmic male sterile cotton. *Pak. J. Bot.* 21(1): 3-12.
- Spaner, D., D. E. Mather and R. I. Hamilton. 1992. Genetic and agronomic evaluation of short-season protein quality maize. *Can. J. Plant Sci.* 72 (4): 1171-1181.
- Spaner, D., R. A. Brathwaite and D. E. Mather. 1996. Diallel study of open-pollinated maize varieties in Trinidad. *Euphytica* 90 (1): 65-72.
- Torun, M. ve C. Köycü. 1999. Mısır bitkisinde tane verimi ile bazı verim unsurları arasındaki ilişkilerin saptanması. *Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi* 23 (5): 1021-1028.
- Turgut, İ., S. Yüce ve M. Altınbaş. 1995. Dokuz kendilenmiş mısır hattının diallel melezlerinde bazı tarımsal özelliklerin kalımları. II: Dane verimi ve verim öğeleri. *Anadolu* 5 (1): 74-92.
- Vasal, S. K., G. Srinivasan, S. Pandey, C. F. Gonzales, J. Crossa and D. L. Beck. 1993. Heterosis and combining ability of CIMMYT's quality protein maize germplasm: I. Lowland tropical. *Crop Science* 33 (1): 46-51.
- Vasal, S. K., G. Srinivasan, C. F. Gonzales, D. L. Beck and J. Crossa. 1993. Heterosis and combining ability of CIMMYT's quality protein maize germplasm: II. Subtropical. *Crop Sci.* 33 (1): 51-57.
- Yıldırım, M. B. ve Ş. Çakır. 1986. Line x Tester analizi. *Ege Üniversitesi Bilgisayar Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi* 9 (1): 11-19.