

Bir Diallel Melez Mısır Populasyonunda Verim ve Verim Unsurlarına İlişkin Heterosis ve Uyum Yetenekleri Analizi

Özbay DEDE¹

Ş. Metin KARA¹

Şahin DERE¹

Geliş Tarihi: 25.09.2000

Özet: Yedi ebeveyn hat ile bunların 21 F₁ melezini içeren bir diallel mısır populasyonunda verim ve verim komponentleri için, genel ve özel uyum yetenekleri ve melez populasyonlardaki heterosis incelenmiştir. Çalışmada ele alınan bütün özelliklerde ortalama heterosis önemli ve tepe püskülü çıkış süresi hariç pozitif yönde olup, melezlerin verimi ebeveynler ortalamasından %88,56 oranında daha fazla olmuştur. Koçanda tane sayısı ve sırada tane sayısında da yüksek heterosis gözlenmiştir. Ebeveynlerin genel uyum yetenekleri etkilerine göre, YUZ P709 ve FR 64A hatları tane verimi ve verim komponentleri yönünden en uygun ebeveynler olarak belirlenmiştir. Uyum yetenekleri analizi, genel uyum yeteneği varyansının tane verimi dışındaki bütün özelliklerde; özel uyum yeteneği varyansının ise koçanda sıra sayısı hariç bütün özelliklerde önemli olduğunu göstermiştir. Koçanda sıra sayısının kalıtımında eklemeli gen etkileri, tane veriminin kalıtımında eklemeli olmayan gen etkileri daha önemli rol oynamaktadır. İncelenen diğer özelliklerde ise hem eklemeli ve hem de eklemeli olmayan gen etkileri önemli bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Mısır, *Zea mays* L., melez gücü, diallel analizi, gen etkileri, uyum yetenekleri

Heterosis and Combining Ability Analysis for Grain Yield and Yield Components in a Diallel Maize Population

Abstract: The data for yield and yield components in a population consisting of seven inbred lines of maize along with their 21 F₁ hybrids were analyzed in order to study the general and specific combining ability and heterosis. Average heterosis was significant for all characters studied and positive, except days to tasseling, with the average yield of hybrids was 88.56 % above that of the parents. Heterosis was also high for ear kernel number and row kernel number. The parental lines YUZ P709 and FR 64A were identified as being the best combiners in the experiment for grain yield and yield components. Combining ability analysis showed that GCA effects were significant for all attributes, except grain yield, and SCA effects were significant for all traits evaluated, except ear row number. With respect to inheritance of grain yield, non-additive gene action was more pronounced as compared to additive gene action, whereas additive gene action was predominant for ear row number. Both additive and non-additive gene effects were significant in the inheritance of the other traits.

Key Words: Maize, *Zea mays* L., heterosis, diallel analysis, gene effects, combining ability

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 ıslahı çalışmalarında farklı ekolojik şartlara uygun ve verim gücü yüksek hibrit yada belirli bölgeler için kompozit çeşitlerin geliştirilmesi ve ümitvar kaynak populasyonların oluşturulması önemli önceliklerdir. Bir melez populasyonda, özellikle ürünün değerini artırıcı kantitatif karakterler için, genetik varyans unsurları ile karakterlerin kalıtımına ilişkin güvenilir bilgilerin elde edilmesi ve amaca en uygun ebeveyn ve melezlerin en kısa süre içinde belirlenmesi ile ıslah çalışmalarının başarısı artacak ayrıca zaman ve kaynaklar daha ekonomik olarak kullanılacaktır (Hallauer ve Miranda 1988).

Belirli sayıda homozigot hat arasında yapılan melezlemelerle oluşturulan populasyonlarda, genetik varyans komponentlerinin hesaplanması ve uyum yetenekleri etkilerinin belirlenmesi amacıyla çeşitli metotlar geliştirilmiştir. Griffing (1956) tarafından önerilen diallel analiz metodu kendine ve yabancı döllenmiş bitkilerde en çok kullanılan yaklaşımlardan birisidir. Diallel melez analizi ile, modern bitki ıslahında çok yaygın olarak kullanılan

genel ve özel uyum yetenekleri etkilerine göre uygun ebeveyn ve ümitvar melez populasyonlar belirlenebilmekte, populasyonun genetik yapısı ve karakterlerin kalıtımına ilişkin güvenilir bilgiler elde edilebilmektedir. Yabancı dölenen bitkilerde, sentetik varyete ve hibrit ıslahında, kendilenmiş hatların potansiyellerinin belirlenmesinde diallel analizi çok kullanışlı bir metottur (Hayvard 1979).

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 (Sedhom 1994, Pal ve Prodhan 1994, Turgut ve ark. 1995, Spaner ve ark. 1996, Ünay ve ark. 1999), buna karşılık özellikle verim yönünden, dominant gen etkilerinin daha önemli olduğu (Turgut ve ark. 1995, Mathur ve Bhatnagar 1995, Sfikinakis ve ark. 1996, Konak ve ark. 1999, Ünay ve ark. 1999) belirtilmektedir.

Mısırdaki, coğrafik ve çokluk genetik farklılaşma gösteren hatlar arasındaki melezlerde, özellikle verim yönünden, önemli düzeylerde heterotik etkiler

¹ Karadeniz Teknik Üniv. Ordu Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Bölümü – Ordu

belirlenmiştir (Altınbaş 1991, Altınbaş 1995, Konak ve ark. 1999, Ünay ve ark. 1999).

Bu çalışma, Ülkesel mısır ıslahı araştırmalarında kullanılan bazı mısır hatlarının yarım diallel melezlerinden oluşan populasyonlarda genetik yapıyı incelemek, genel ve özel uyum yetenekleri etkilerini, F_1 melez gücünü ve üstün verimli genotiplerin geliştirilebilmesi için uygun ebeveyn ve ümitvar melez kombinasyonları belirlemek ve bu sayede ıslah çalışmalarının planlanması ve yönlendirilmesine yardımcı olmak amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada, Ülkesel Mısır Araştırma Projesi mısır ıslahı araştırmalarında kullanılan ve proje merkezinden temin edilen 7 adet kendilenmiş mısır hattı (FR 64A, FR 20, YUZ P709, FR 634, FR 632, FR B73 ve FR MO17) materyal olarak kullanılmıştır. Mısır hatları, Karadeniz Teknik Üniversitesi Ordu Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nde, 1997 yılında, Griffing (1956) tarafından geliştirilen yarım diallel yöntemi uyarınca, resiproksuz olarak melezlenmişlerdir. Melezlemeler sonucu elde edilen 21 F_1 melezi ve 7 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 21 F_1 melezi ve 7 ebeveyn hat sıra arası 70 cm, sıra üzeri 25 cm olan 4 m uzunluğundaki 2 sıralı parsellere 20 Mayıs tarihinde ekilmiştir. Parsellere yansı ekimden önce, diğer yarısı da mısır bitkileri 30-40 cm olduğunda 2. çapadan önce olmak üzere, 16 kg/da azot ve ekimden önce 8 kg/da fosfor verilmiştir. Mısır bitkileri ekimden sonra çıkış için ve azotun ikinci yarısı verildikten sonra iki kez sulanmış ve 10 Ekim tarihinde elle hasat edilmişlerdir. Çalışmada tepe püskülü çıkış süresi, bitki boyu, koçan uzunluğu, koçan kalınlığı, koçanda sıra sayısı, sırada tane sayısı, koçanda tane sayısı, 100 tane ağırlığı ve tane verimi gibi özellikler incelenmiştir.

Elde edilen verilere önce, deneme desenine göre varyans analizi uygulanmış, genotipler arasındaki farklılığın önemli olduğu özelliklerde diallel melez analizi Griffing (1956) ve Sing ve Chaudhary (1977)'e göre yapılmıştır. Uyum yetenekleri varyansları ve etkileri Griffing'in Metot 4, Model 1 yaklaşımı uyarınca, sadece melezleri içeren popalsyon esas alınarak hesaplanmıştır. Çalışmada, heterosis değerleri F_1 değerinin ebeveynler ortalamasından % sapması olarak; heterobeltosis

değerleri ise, F_1 değerinin, üstün ebeveyn değerinden % sapması olarak hesaplanmıştır (Fehr 1987).

Bulgular ve Tartışma

Araştırmada üzerinde çalışılan özelliklere ilişkin varyans analizi ve diallel analizi sonuçları birleştirilmiş olarak Çizelge 1'de verilmiştir. Varyans analizine göre, 21 F_1 melezi ve 7 ebeveyn hattan oluşan populasyonda bütün özellikler yönünden incelemeye değer genetik farklılıkların olduğu görülmektedir. Ayrıca, ele alınan bütün özelliklerde ebeveynler ve F_1 melezlerinin kendi aralarındaki farklılıkların istatistikî olarak önemli olduğu Çizelge 1'den izlenebilmektedir. Diğer taraftan, ebeveynler ile F_1 melezleri arasındaki farklılığın (E vs M) önemli çıkması, materyal populasyonda incelenen bütün özellikler yönünden heterotik etkilerin önemli olduğunu göstermektedir. Bitki boyu, sırada tane sayısı, koçanda tane sayısı ve tane verimi yönünden, genotipler arasındaki 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.

Diallel melez analizine göre melezler arasındaki varyasyonun incelenmesinden, genel uyum yeteneği (GUY) varyansı tane verimi hariç bütün özelliklerde, özel uyum yeteneği (ÖUY) varyansı ise koçanda sıra sayısı dışındaki bütün özelliklerde önemli çıkmıştır. Bu bulgu, koçanda sıra sayısının kalıtımında eklemeli gen etkilerinin, tane veriminde eklemeli olmayan gen etkilerinin, diğer bütün özelliklerin kalıtımında ise hem eklemeli, hem de eklemeli olmayan gen etkilerinin önemli olduğunu belirtmektedir.

GUY ve ÖUY varyanslarının oransal karşılaştırılması (GUY / ÖUY), karakterlerin kalıtımında varyans unsurlarının önemlerinin belirlenmesi bakımından önemlidir (Sokol ve Baker 1977). Genel ve özel uyum yetenekleri varyanslarının karşılaştırılması, tane verimi dışındaki bütün özelliklerde, GUY varyansının ÖUY varyansından daha büyük olduğunu göstermiştir. Buna göre; tane verimi dışındaki bütün özelliklerin kalıtımında, eklemeli varyans komponentinin katkı payının daha fazla olduğu yargısına varılabilir. GUY varyansının, ÖUY varyansından koçanda sıra sayısında yaklaşık 20 kat, tepe püskülü çıkış süresi, koçan uzunluğu, koçan kalınlığı, sırada tane sayısı, koçanda tane sayısı ve 100 tane ağırlığında 3-5 kat daha büyük olması, bu özelliklerde eklemeli genetik varyansın önemini işaret etmektedir.

Çizelge 1. Varyans analizi ve diallel melez analizi sonucu elde edilen varyans komponentleri

Varyasyon kaynağı	S. D.	Tepe püskülü	Bitki boyu	Koçan uzunluğu	Koçan kalınlığı	Koçan sıra sayısı	Sıra tane sayısı	Koçan tane sayısı	100 tane ağırlığı	Tane verimi
Genotipler	27	8.16**	185.98**	14.14**	43.84**	10.18**	137.33**	380.61**	30.35**	1592.91**
Ebeveynler (E)	6	1.54**	276.46**	15.00**	37.17**	8.79**	219.43**	341.12**	28.75**	1508.26**
E vs M	1	100.33**	2615.28**	168.40**	596.78**	51.39**	1456.81**	5558.22**	201.25**	25805.19**
Melezler (M)	20	5.54**	6.48**	6.17**	18.20**	8.53**	46.73**	133.57**	22.28**	407.69**
GUY	6	3.87**	14.57**	4.07**	13.77**	8.44**	32.73**	85.96**	13.99**	75.51
ÖUY	14	0.98**	11.55**	1.19*	2.76**	0.44	8.22**	26.76**	4.61**	161.77**
Hata	40	0.21	2.16	0.49	0.78	0.23	2.99	10.81	1.25	55.35
GUY / ÖUY		3.95	1.26	3.42	4.98	19.18	3.98	3.21	3.03	0.47

*, **: Sırasıyla 0.05 ve 0.01 seviyelerinde önemli

Diğer taraftan, Çizelge 1'den genel uyum yeteneği varyansının özel uyum yeteneği varyansına oranının tane veriminde 1'den küçük olması, bu özellikte dominant gen etkilerinin daha önemli olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, literatürdeki pek çok araştırma sonuçlarını (Vasal ve ark. 1993, Altınbaş ve ark. 1994, Turgut ve ark. 1995, Mathur ve Bhatnagar 1995, Altınbaş 1995, Spaner ve ark. 1996, Ünay ve ark. 1999, Konak ve ark. 1999) destekler mahiyettedir.

İncelenen özellikler yönünden ebeveynlere ilişkin genel uyum yeteneği etkileri Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2'den, tepe püskülü çıkış süresinde FR 632, FR 64A ve FR 634; bitki boyunda YUZ P709, FR 632 ve FR B73; koçan uzunluğunda YUZ P709 ve FR 20; koçan kalınlığında FR B73, FR 64A ve FR 634; koçanda sıra sayısında FR 64A, FR 634 ve FR B73; sırada tane sayısında YUZ P709, FR MO17 ve FR B73; koçanda tane sayısında FR 64A, FR B73 ve YUZ P 709; 100 tane ağırlığında FR 634, FR 20 ve FR MO17 ve tane veriminde YUZ P709, FR 64A ve FR B73 hatlarının yüksek genel uyum yeteneği etkisine sahip oldukları görülmektedir.

Ebeveynlere ilişkin Çizelge 2'deki GUY etkilerine göre, tane verimi yönünden ilk üç sırayı alan hatlar (YUZ P709, FR 64A ve FR B73), koçanda sıra sayısı, sırada tane sayısı ve koçanda tane sayısı açısından da en yüksek GUY etkisi göstermişlerdir. Buna göre, bu hatlardaki üstün verim potansiyeli üzerine en önemli etkili koçanda tane sayısının gösterdiği yargısına varılabilir.

Buna karşılık, koçanda tane sayısı yönünden olumlu yönde GUY etkisine sahip hatların 100 tane ağırlığı için GUY etkilerinin çokluk negatif olması, ebeveyn hatlarda bu iki özellikten birisinde olacak değişimin, diğeri tarafından sınırlandırılmış ifade etmektedir.

Ebeveynler arasında YUZ P709, FR 64A ve FR B73 hatları, incelenen çoğu özellikler yönünden arzu edilen yönde GUY etkisi göstermelerinden dolayı, yüksek verimli hibritlerin elde edilmesinde en umutvar ebeveynler oldukları anlaşılmaktadır. Bu hatların GUY etkileri özellikle tane verimi ve koçanda tane sayısı için çok yüksek olup, bu ebeveynlerin üstün verim potansiyellerini döllerine aktarması beklenebilir.

F₁ melezlerinin özel uyum yeteneği etkileri Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelge 3'den, tepe püskülü çıkış süresi yönünden 4x7, 2x7 ve 1x5; bitki boyu için 3x7, 5x7 ve 1x5; koçan uzunluğu yönünden 3x7, 5x6 ve 1x2; koçan kalınlığı yönünden 1x5, 5x6 ve 3x7; koçanda sıra sayısında 2x3, 4x6 ve 1x5; sırada tane sayısında 5x6, 6x7 ve 3x4; 100 tane ağırlığı yönünden 3x6, 3x7 ve 5x7; koçanda tane sayısı için 3x7, 5x6 ve 2x3 ve tane verimi yönünden 3x7, 5x6 ve 1x5 melezlerinin en yüksek özel uyum yeteneği etkilerine sahip oldukları görülmektedir. Tane verimi yönünden olumlu yönde ÖUY etkisi gösteren melezler genellikle koçanda tane sayısı yönünden de olumlu ÖUY etkisi göstermiş olup, en iyi durumda olan kombinasyonlar 5x6, 3x7, 1x5, 5x7, 2x3 ve 1x4 melezleridir.

Çizelge 2. Ebeveynlerin incelenen özelliklere ilişkin genel uyum yeteneği etkileri

Ebeveyn	Tepe püskülü	Bitki boyu	Koçan uzunluğu	Koçan kalınlığı	Koçan sıra sayısı	Sırada tane sayısı	Koçanda tane sayısı	100 tane ağırlığı	Tane verimi
FR 632 (1)	-1.41	6.26	-0.41	-1.45	-0.11	-0.09	-3.41	0.10	0.40
FR B73 (2)	0.66	3.86	-0.39	1.85	0.47	1.60	39.19	-1.71	26.21
FR MO17 (3)	0.72	-5.18	-0.09	-1.69	-1.87	-0.62	-39.84	0.42	-63.23
FR 64A (4)	-0.94	-6.12	-0.85	1.65	1.81	1.25	51.93	-2.01	33.39
FR 20 (5)	0.86	-2.28	0.45	-1.83	-1.44	-0.87	-27.19	0.68	-32.80
YUZ P709 (6)	0.26	6.49	1.83	0.04	1.03	1.86	31.68	-0.48	45.74
FR 634 (7)	-0.14	-3.04	-0.53	1.42	0.11	-3.13	-52.36	2.99	-9.69

Çizelge 3. Melezlerin incelenen özelliklere ilişkin özel uyum yeteneği etkileri

Melez	Tepe püskülü	Bitki boyu	Koçan uzunluğu	Koçan kalınlığı	Koçanda sıra sayısı	Sırada tane sayısı	Koçanda tane sayısı	100 tane ağırlığı	Tane verimi
1x2	0.47	-13.12	1.28	-0.84	-0.34	1.59	9.16	1.26	51.84
1x3	-0.60	8.92	0.12	0.58	0.13	-0.62	-6.81	-0.64	-21.28
1x4	0.07	6.06	0.34	0.76	-0.08	2.35	39.01	0.50	95.67
1x5	-1.07	10.16	-0.03	1.95	0.77	1.82	48.80	0.84	109.36
1x6	-0.47	1.59	-0.64	-0.12	-0.11	-1.50	-26.27	0.47	-28.92
1x7	1.60	-13.62	-1.08	-2.33	-0.36	-3.64	-63.89	-2.44	-206.68
2x3	-0.33	5.85	-0.97	1.07	1.18	1.96	50.65	-1.40	41.54
2x4	0.66	7.40	0.68	0.23	-0.13	0.43	7.41	1.34	36.49
2x5	-0.13	0.90	-0.62	-0.89	0.06	-2.33	-34.07	-2.32	-128.12
2x6	0.47	0.46	-0.72	-1.06	-0.49	-0.99	-30.47	-0.42	-58.26
2x7	-1.13	0.32	0.36	1.49	-0.27	0.34	-2.69	1.54	56.50
3x4	-0.06	-12.43	0.26	-1.13	-0.59	3.02	26.71	-1.33	8.20
3x5	1.47	-18.60	-1.85	-3.28	-0.94	-4.38	-93.04	-2.32	-232.34
3x6	-0.27	2.10	0.94	0.88	-0.15	-1.67	-35.57	3.18	28.68
3x7	-0.20	14.16	1.50	1.87	0.37	2.70	58.07	2.50	175.18
4x5	0.46	-2.79	0.44	-0.02	-0.62	0.26	-14.61	0.44	-10.80
4x6	0.40	4.17	-1.23	-0.03	1.04	-2.19	6.19	-1.09	-47.84
4x7	-1.54	-2.40	-0.98	0.19	0.39	-3.87	-64.71	0.14	-81.74
5x6	-1.06	1.14	1.50	1.89	0.29	3.27	52.91	1.48	155.75
5x7	0.34	10.99	0.55	0.34	0.44	1.38	40.01	1.88	106.15
6x7	0.94	-9.44	-0.35	-1.56	-0.57	3.08	33.21	-3.62	-49.42

Çizelge 3'deki ÖUY etkilerinin incelenmesinden, bazı melezlerin ebeveynlerin GUY etkilerine göre beklenen değerlerinden daha farklı performans gösterdikleri anlaşılmaktadır. Tane verimi ve koçanda tane sayısı için, en yüksek ÖUY etkisi gösteren melezlerde (3x7, 5x6, 1x5, 5x7, 1x4 ve 2x3), 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 hibritler verdiğini göstermektedir. Koçanda tane sayısı ve tane verimim için en yüksek GUY etkisine sahip 2, 4 ve 6 numaralı hatlar arasındaki melezlerin ya ÖUY etkileri negatif yönde, ya da olumlu yönde, fakat düşük değerdedir.

Genellikle eklemeli etki gösteren 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. Baker (1979), ÖUY varyansının önemli olmadığı durumlarda, teorik olarak, en iyi performans gösteren melezin, yüksek GUY etkisine sahip iki ebeveynin melezlenmesinden elde edilebileceğini bildirmektedir. GUY etkisi yüksek iki ebeveyn arasında negatif veya popülasyondaki diğer melezler arasında pozitif interaksyonlardan ve popülasyonda eklemeli olmayan gen etkilerinden dolayı, GUY etkisi yüksek iki ebeveynin her zaman yüksek ÖUY vermediğini belirten benzer bulgular kimi araştırmacılar tarafından da elde edilmiştir (Gilbert 1958, Hebert ve Gallais 1986, Soomro ve ark. 1989).

Oluşturulan melezlerde incelenen özellikler yönünden saptanan heterosis ve heterobeltiosis değerleri Çizelge 4 ve Çizelge 5'de verilmiştir. Buna göre, tepe püskülü çıkış süresinde ortalama heterosis ve heterobeltiosis negatif, diğer özelliklerde ise pozitif yönde olmuştur. Oluşturulan melez popülasyonlarda, ortalama heterosis en

düşük -%3,73 ile tepe püskülü çıkış süresinde, en yüksek %88,56 ile tane veriminde; heterobeltiosis ise yine aynı özelliklerde -%3,22 ile %61,64 arasında değişmiştir.

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

Bitki boyu ve sırada tane sayısında bütün melezler, tepe püskülü çıkış süresi, koçan kalınlığı, koçanda tane sayısı ve tane veriminde 3x5 melez hariç bütün kombinasyonlar, koçan uzunluğunda 2x3 ve 3x5 dışındaki bütün melezler ve 100 tane ağırlığında ise 2x3, 2x5 ve 3x5 kombinasyonları dışındaki bütün melezler ebeveynler ortalamasını geçmiştir.

Çalışmada ortalama heterosis ve heterobeltiosis değerlerinin en yüksek olduğu özellik tane verimidir ve 18 melezin verimi, üstün ebeveynin veriminden daha fazla olmuştur (Çizelge 4 ve 5). Hibritlerde ebeveynler ortalamasına göre, %9,57 ile %175,33 arasında değişen melez azmanlığı saptanmış olup, en yüksek heterosis değerleri 5x6, 4x6, 1x4, 6x7 ve 1x6 melezlerinde gerçekleşmiştir. Bu hibritler ebeveynlerine göre %153,57 ile %175,33 arasında değişen heterosis göstermişlerdir. Aynı hibritlerin üstün ebeveynlere göre sağladığı verim azmanlığı (heterobeltiosis) %127,19 ile %153,93 arasında değişmiştir. Bu hibritler sırada ve koçanda tane sayısı yönünden de en iyi durumdadırlar. Çizelge 4 ve 5'deki tane verimine ilişkin heterosis ve heterobeltiosis değerlerinden, YUZ P709 (6) ve FR 64A (4) hatlarının yer aldığı melezlerde, melez gücünün diğer kombinasyonlara göre çok yüksek, buna karşılık FR B73 ve FR MO17 hatlarını içeren melezlerde ise çok düşük olduğu izlenebilmektedir.

Çizelge 4. İncelenen özelliklerde melezlerde saptanan heterosis değerleri (%)

Melez	Tepe püskülü	Bitki boyu	Koçan uzunluğu	Koçan kalınlığı	Koçanda sıra sayısı	Sırada tane sayısı	Koçanda tane sayısı	100 tane ağırlığı	Tane verimi
1x2	-3.48	15.36	22.24	7.47	5.49	39.02	47.60	10.73	61.92
1x3	-5.90	24.38	14.11	5.18	-2.53	21.51	21.97	9.46	31.75
1x4	-7.61	54.40	25.76	20.75	13.10	88.15	113.16	20.03	160.24
1x5	-6.87	35.31	18.58	18.31	16.04	65.42	98.04	14.58	127.69
1x6	-6.87	45.25	39.86	16.07	10.88	82.30	101.87	22.58	153.57
1x7	-3.93	36.77	26.01	10.30	8.49	40.01	51.54	18.31	77.80
2x3	-0.99	3.58	-3.11	5.62	12.38	4.85	18.12	-5.57	10.19
2x4	-2.24	26.39	14.07	17.70	19.23	33.55	60.79	7.92	67.45
2x5	-1.00	7.49	3.53	10.07	17.89	15.14	33.43	-8.20	22.93
2x6	-1.00	19.58	23.88	12.44	15.00	38.13	56.50	4.55	62.94
2x7	-3.49	19.98	21.17	17.73	15.69	20.24	39.24	17.47	64.90
3x4	-4.19	10.69	10.97	9.25	5.17	33.21	44.83	3.98	43.66
3x5	0.50	5.29	-3.74	-1.22	-4.27	1.47	-4.98	-3.23	-9.57
3x6	-2.95	17.02	33.52	11.46	5.80	25.91	32.24	22.08	57.09
3x7	-2.97	24.45	27.84	13.38	9.45	20.00	34.06	25.41	64.27
4x5	-3.68	26.74	17.43	22.24	18.76	57.18	92.76	10.36	112.96
4x6	-4.66	47.51	34.21	25.04	32.31	77.16	134.29	13.67	164.46
4x7	-7.66	45.03	21.76	24.79	25.87	37.12	71.17	24.89	122.37
5x6	-4.41	25.61	42.80	24.57	25.22	82.94	134.40	16.46	175.33
5x7	-2.45	32.87	27.43	19.95	24.74	48.43	91.72	23.47	132.33
6x7	-2.45	34.85	48.74	18.12	17.65	91.98	123.12	13.81	155.35
Ortalama	-3.73	26.61	21.88	14.72	13.92	43.99	66.67	12.51	88.56

Çizelge 5. İncelenen özelliklerde melezlerde saptanan heterobeltosis değerleri (%)

Melez	Tepe püskülü	Bitki boyu	Koçan uzunluğu	Koçan çapı	Koçanda sıra sayısı	Sırada tane sayısı	Koçanda tane sayısı	100 tane ağırlığı	Tane verimi
1x2	-2.01	-1.79	10.04	-0.15	3.28	8.52	16.99	3.50	21.72
1x3	-5.43	7.51	0.94	-0.22	-9.77	-8.61	-3.30	0.71	-2.49
1x4	-7.39	44.95	24.17	19.72	11.79	87.80	110.87	15.13	153.93
1x5	-6.87	23.00	6.29	14.16	-2.30	44.25	90.11	4.87	115.44
1x6	-6.87	40.35	39.65	13.68	2.37	79.58	84.18	20.62	127.19
1x7	-3.46	32.62	19.47	8.96	8.98	30.00	36.92	14.22	71.61
2x3	0.00	2.39	-4.99	3.32	6.12	-0.79	18.07	-7.17	7.65
2x4	-1.01	2.69	3.87	8.51	15.41	4.11	28.48	-2.96	23.84
2x5	0.50	0.52	3.03	-1.04	1.02	1.00	2.63	-10.25	-3.86
2x6	0.50	5.44	11.37	2.48	8.30	6.67	16.02	-3.73	13.95
2x7	-2.50	0.74	4.04	10.64	14.86	-10.96	3.96	13.60	21.07
3x4	-3.95	-9.26	-0.72	2.82	-3.68	-0.31	15.75	-7.91	4.66
3x5	0.99	-10.43	-5.16	-9.39	-13.69	-15.11	-26.89	-3.77	-30.45
3x6	-2.48	4.23	17.97	3.69	5.49	-6.45	-1.95	10.68	8.42
3x7	-2.97	5.48	7.99	8.83	2.66	-14.25	0.11	19.32	18.84
4x5	-3.45	8.86	6.46	18.93	-0.95	36.85	83.13	-2.74	96.90
4x6	-4.43	34.11	32.33	23.51	20.86	74.83	111.68	10.75	142.27
4x7	-7.42	39.22	14.05	22.24	22.70	27.54	56.16	15.82	11.990
5x6	-4.41	18.09	27.83	22.69	13.19	57.50	122.27	5.05	134.95
5x7	-1.97	18.28	8.97	14.39	6.25	21.54	83.68	16.82	112.61
6x7	-1.97	27.41	33.98	14.32	10.05	80.97	123.12	8.18	136.34
Ortalama	-3.22	14.50	12.46	9.62	5.76	24.02	46.41	5.75	61.64

Sırada tane sayısı, koçanda tane sayısı ve tane veriminde ortalama heterosisin sırasıyla %43,99, %68,67 ve %88,56; ortalama heterobeltosisin ise sırasıyla %24,02, %46,41 ve %61,64 gibi yüksek değerler alması, çalışmada oluşturulan hibrit populasyonların bu özellikler yönünden üstün heterotik güce sahip olduklarını ve melezlerdeki üstün verim gücü üzerine en etkili özelliğin tane sayısı olduğunu ortaya koymaktadır. Tane verimi için en yüksek melez gücü gösteren melezler genellikle, sırada ve koçanda tane sayısı yönünden de en yüksek heterotik etki göstermişlerdir.

Hibritlerin ÖUY etkisi ve melez gücü değerleri birlikte dikkate alınırsa, 5x6, 1x4, 1x5, 5x7 ve 3x7 melezlerinin üzerinde çalışılması gereken ümitvar kombinasyonlar olduğu anlaşılmaktadır. Diğer taraftan, düşük veya negatif yönde ÖUY etkisine sahip bazı melezlerin, yüksek verim gücü gösterdiği, ya da bunun tersi, Çizelge 3, 4 ve 5'deki verilerden izlenebilmektedir. Bir hibridin melez gücünün her zaman ÖUY etkisi ile ilişkili olmadığı, yüksek ÖUY değeri veren hibritlerin bazı özellikler için, düşük melez gücü verebileceği şeklindeki benzer bulgular kimi araştırmacılar tarafından da elde edilmiştir (Hebert ve Gallais 1986, Soomro ve ark. 1989, Shahani ve Chang 1985, Khan ve ark. 1980). Yüksek ÖUY, çokluk dominans ve epistasi ile anaçlar arasındaki interaksiyonların bir sonucu olmakla birlikte, iki ebeveynin belirli bir özellik için farklı genler taşıması durumunda da, üstün melez gücü gösteren hibridler elde edilebilmektedir.

Sonuç

Yedi mısır hattının resiproksuz olarak melezlenmesiyle oluşturulan yarım diallel populasyonda verim ve verim unsurları yönünden, özellikle tane sayısı ve tane veriminde, yüksek ve olumlu heterotik etkiler saptanmıştır. Uyum yetenekleri analizine göre, genel uyum yeteneği varyansı tane verimi dışında incelenen

bütün özelliklerde; özel uyum yeteneği varyansı ise koçanda sıra sayısı dışındaki bütün özelliklerde önemli bulunmuştur. Bu bulgu, koçanda sıra sayısının kalıtımında eklemeli gen etkilerinin, tane veriminde eklemeli olmayan gen etkilerinin, diğer bütün özelliklerin kalıtımında ise hem eklemeli, hem de eklemeli olmayan gen etkilerinin önemli olduğunu belirtmektedir.

Ebeveynlerin genel uyum yetenekleri etkilerine göre, YUZ P709 ve FR 64A hatları tane verimi ve verim komponentleri yönünden en uygun ebeveynler olarak belirlenmiştir. Ayrıca, melezlerde düşülen melez gücü ve ÖUY etkilerine göre, en iyi durumda olan kombinasyonlar 5x6, 1x4, 3x7, 1x5 ve 5x7 melezleridir.

Bu araştırmanın sonuçlarına göre, verim ve verim unsurları yönünden ümitvar populasyonlar ve genotiplerin geliştirilmesinde, eklemeli ve eklemeli olmayan gen etkilerinin birlikte dikkate alınarak, mısır ıslah çalışmalarının yönlendirilmesi tercih edilmelidir.

Kaynaklar

- Altınbaş, M., İ. Turgut ve S. Yüce, 1994. Dokuz kendilenmiş mısır hattının diallel melezlerinde bazı tarımsal özelliklerin kalıtımları: I. Erkencilik öğeleri, bitki boyu ve koçan yüksekliği. *Anadolu 4* (1): 42-60.
- 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.
- Baker, R. J. 1978. Issues in diallel analysis. *Crop Sci.* 18: 533-536.
- Fehr, W. R. 1987. Principles of Cultivar Development. Theory and Technique, McGraw Hill Inc., New York, 536.
- 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, 468, Ames, USA.
- Hayward, M. D. 1979. The application of the diallel cross to outbreeding species. *Euphytica* 28: 729-737.
- Hebert, Y. and A. Gallais, 1986. Heterosis and genetic variation for quantitative characters in a 12 x 12 diallel mating design in maize, Proceedings of the Sixth Meeting of the Eucarpia Section Biometrics in Plant Breeding, July 28th – August 1st, University of Birmingham, U. K., 140-152.
- 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. Prodhon, 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.
- 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.
- Sing, R. B. and B. D. Chaudhary, 1977. Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis, Kalyani Publishers, New Delhi.
- Sokol, M. J., and R. J. Baker, 1977. 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., R. A. I. Brathwaite and D. E. Mather, 1996. Diallel study of open-pollinated maize varieties in Trinidad. *Euphytica*, 90 (1): 65-72.
- Turgut, İ., S. Yüce ve M. Altınbaş, 1995. Dokuz kendilenmiş mısır hattının diallel melezlerinde bazı tarımsal özelliklerin kalıtları. II: Dane verimi ve verim öğeleri. *Anadolu*, 5 (1): 74-92.
- Ünay, A., C. Konak, E. Serter, H. Başal ve A. Zeybek, 1999. Mısırdaki (*Zea mays* L.) bazı özelliklerin kalıtımının çoklu dizi analizi ile belirlenmesi. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, 15-20 Kasım 1999, Adana, Bildiriler Kitabı, Cilt 1, Genel ve Tahıllar, 444-449.
- 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.