

Fasulyede Tarımsal Özelliklerin Kalıtımlarının Çoklu Dizi Analiz Metoduyla Belirlenmesi

Ercan CEYHAN^{1*}, Duran ŞİMŞEK²

¹Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Konya

²Areo Tohumculuk Ar-Ge San. ve Dış. Tic. A.Ş., Antalya

*Sorumlu Yazar: eceyhan@selcuk.edu.tr

Geliş Tarihi: 21.12.2020 Düzeltme Geliş Tarihi: 16.01.2021 Kabul Tarihi: 16.01.2021

Öz

Önemli tarımsal özelliklerin kalıtımlarının ortaya konulması ıslah çalışmalarının başarısı için elzemdir. Çalışmanın amacı fasulyede önemli tarımsal karakterlerin kalıtımlarının belirlenmesidir. Araştırmada iki adet kuru dane fasulye (Great Northern 59 ve Alberto) çeşidi ve bir adet ateş fasulyesi (İspanyol, Bombay fasulyesi) (*Phaseolus coccineus* L.) baba olarak ve 6 fasulye (PV04035, PV04086, PV04092, PV04145, PV05001 ve PV05023) hattı ise ana olarak kullanılmıştır. F₂ popülasyonu ve ebeveynler 2019 yılında Selçuk Üniversitesi Tam Kontrollü Bitki Islah Serasında yetiştirilmiştir. Çalışmada tane verimi ve bazı tarımsal özellikleri için ebeveyn ve F₂ popülasyonlarında çoklu dizi analiz yöntemiyle genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterosis ve heterobeltiosis değerleri, geniş ve dar anlamda kalıtım dereceleri ve özellikler arası ilişkiler tespit edilmiştir. Tane veriminin kalıtımında eklemeli olmayan gen etkilerin etkili olduğu belirlenmiştir. Heterosis ve heterobeltiosis değerleri tane verimi F₂ popülasyonları için pozitifdir. Araştırmada kuru fasulye ıslahında kullanılabilecek bazı tarımsal özellikler için uygun ebeveyn ve melezler kombinasyonları belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Fasulye, çoklu dizi analizi, GKK, kalıtım, ÖKK

Heredity of Agricultural Characters Determined Through Line X Tester Method in Bean

Abstract

Elucidation of inheritance of agronomic characters is crucial for the success of plant breeding. The aim of the study is to determine the inheritance of agronomic characters in bean. Two dry bean (Great Northern 59 and Alberto) and one runner bean (*Phaseolus coccineus* L.) were crossed with six bean lines (PV04035, PV04086, PV04092, PV04145, PV05001 and PV05023) to get 18 hybrid combinations. The F₂ populations along with the parents were evaluated in a fully-automated plant breeding greenhouse of Selcuk University in 2019. For seed yield and other agricultural traits, line x tester analysis method was employed to determine general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA), heterosis and heterobeltiosis values, broad and narrow sense heritability and correlations among the traits. For seed yield, non-additive gene effects were important. Heterosis and heterobeltiosis values for seed yield were positive. Compatible parents that can be used in future bean breeding programs were determined for the agriculture characters.

Key words: Bean, line x tester analysis, GCA, heredity, SCA

Giriş

Fasulyenin (*Phaseolus vulgaris* L.) gen merkezi yeni dünya ve Asya olduğu için sıcak ve ılıman iklime sahip yerlere iyi adapte olduğu ve dünyada çok geniş ekim alanlarına sahip olduğu bilinmektedir. Fasulye bitkisi çimlenme döneminde sıcak, çiçeklenme döneminde ise kurağa ve düşük neme son derece hassastır (Şehirali, 1988). Dünyada gelir düzeyi düşük olan ülkelerin beslenmesinde en

önemli bitkilerin başında fasulye gelirken (Aragao ve Brasileiro, 1995) ülkemizde ise insanlarımızın beslenmesinde çok önemli protein ve karbonhidrat kaynağı ilk sıralarda yer almaktadır. Son yıllarda artık protein kaynağı olan besin maddelerinin insan beslenmesindeki önemi bilinmektedir. Fasulye taneleri % 22-30 gibi yüksek miktarda protein bulundurması, karbonhidratlarca zengin; potasyum, kalsiyum, magnezyum ve fosforca yeterli ve çeşitli

vitaminler bakımından iyi bir bitkisel protein kaynağıdır (Akçin 1988).

Kuru dane fasulye melezlerinde bitki boyu, bitkide bakla sayısını ve tane verimi özelliklerinde yüksek genel kombinasyon kabiliyeti (GKK) ve özel kombinasyon kabiliyeti (ÖKY) Singh ve Urrea (1994), Oliveira Junior ve ark. (1997), Ceyhan ve ark. (2014) ve Tamüksek ve Ceyhan (2020) tarafından bildirilmiştir. Yerel genotipler bu tip ıslah programlarında temel ıslah kaynağı olarak kullanılabilir (Oliveira Junior ve ark., 1997; Ceyhan ve ark., 2014).

Fasulyede tane verimi ve hasat indeksinin eklemeli genler (Zimmermann ve ark., 1985; Singh ve Urrea, 1994; Oliveira Junior ve ark., 1997; Rodrigues ve ark., 1998; Barelli ve ark., 2000), baklada yumurtalık sayısının bir tek gen allelinin eklemeli etkisi altında (Al-Mukhtar ve Coyne, 1981), ayrıca tane verimi, bakla özellikleri ve bitki boyunun kalıtımında eklemeli olmayan genlerin (Rodrigues ve ar., 1998; Ceyhan ve ark., 2014 ve Tamüksek ve Ceyhan, 2020) etkili olduğu bilinmektedir.

Dünyada fasulye bitkisinin yetiştiriciliğini sınırlayan en önemli iklim faktörünün sıcaklık olduğu bilinmektedir (Akçin, 1988). Yaz aylarında sıcaklığın 10 °C'nin altına düşen bölgelerde baklaları olgunlaşmamakta, günlük sıcaklığın 32 °C'nin üzerine çıktığı yerlerde ise çiçeklerini dökmektedir (Şehirli, 1988). Ülkemizin tüm bölgelerinde fasulye tarımı yapılmakta ise de fasulye tarımının en fazla yapıldığı bölge Orta Anadolu Bölgesi'dir. Ekim alanları düşünüldüğünde ülkemizde fasulye tarımının en yoğun olarak Orta Anadolu bölgesinde yapılmasına rağmen (Ceyhan, 2004), ortalama verimi Türkiye ortalamasının altında gerçekleşmektedir. Bunun en önemli nedenlerinin başında tescilli çeşitlerin bazı stres şartlara dayanıksız (kuraklık, nisbi nem, hastalık vb.) olması ve bölgeye adapte olamaması nedeniyle bölge çiftçisi tarafından tercih edilmemesidir. Bu çalışmanın amacı fasulyede önemli agronomik karakterlerin kalıtımını ortaya koymaktır.

Materyal ve Metot

Araştırmada, iki adet kuru dane fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) (Great Northern 59 ve Alberto) çeşidi ve bir adet ateş fasulyesi (İspanyol, Bombay fasulyesi) (*Phaseolus coccineus* L.) baba ve 6 fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) hattı ise ana olarak kullanılarak melezleme yapılmıştır. Melezleme işlemi Ceyhan (2003)'e göre yapılmıştır. Melezleme işlemi Line x Tester metoduna göre 6 x 3 olacak şekilde yapılmıştır. Bu melezlemelerde ıslah amaçlarımıza uygun ebeveynler kullanılmıştır. Araştırmada özellikle yüksek sıcaklığa dayanıklı saf hatlar (PV04035, PV04086, PV04092 ve PV04145) ile hassas saf hatlar (PV05001 ve PV05023) ana olarak

kullanılmıştır. Ayrıca Baba olarak kullanılan Alberto ve Great Northern 59 çeşitleri bölgede en fazla ekimi yapılan ve erkenci olan çeşitlerdir.

F₁ bitkilerinden elde edilen F₂ populasyona ait melez tohumlarının 180 adeti ve ebeveynler yine sera şartlarında yetiştirilmiştir. Sera denemesi "Tesadüf Blokları Deneme" desenine göre üç tekerrürlü olarak "Selçuk Üniversitesi Tam Kontrollü Bitki Islah Serası"nda kurulmuştur. Parseller 2 m boyunda ve her parsel üç sıradan oluşmuştur. Ekim işlemi sıra arası 50 cm ve sıra üzeri 10 cm olacak şekilde 30 Mart 2019 tarihinde yapılmıştır. Deneme alanına dekara 15 kg olacak şekilde DAP (Diamonyum Fosfat) gübresi verilmiştir. Deneme süresince yabancı otlarla mücadele için 3 defa çapalama yapılmıştır. Bitkilerin su ihtiyaçları damlama sulama ile karşılanmış ve 6 defa sulama işlemi gerçekleştirilmiştir. Ağustos ayı içerisinde bitkilerin % 90 olgunlaştığında hasat işlemi gerçekleştirilmiştir. Fasulye bitkisinin yetiştirilme mevsiminde seranın sıcaklığı gündüzleri 25 °C±5, geceleri 18 °C±5 olacak şekilde kontrol edilmiştir. Ayrıca seranın rüzgar hızı 5 km/saat ve nisbi nem % 50-55 arasında sabit olacak şekilde ayarlanmıştır. Araştırma tam kontrollü şartlarda yürütülmüştür.

Araştırmada incelenen özelliklere ait ölçüm ve sayımlar ebeveyn ve F₂ populasyonlarında her parselde 5 bitkiden elde edilmiştir. Araştırmada üzerinde durulan özellikler ait verilerin alınışı Ceyhan (2003) göre yapılmıştır. Araştırmada F₂ bitkileri üzerinde yapılan gözlem, ölçümlerden elde edilen veriler "Tesadüf Blokları Deneme" desenine göre ön varyans analizine tabi tutulmuştur. Melezler arasında varyasyon tespit edilen tarımsal özelliklerde çoklu dizi (line x tester) analizi uygulanmıştır (Kempthorne 1957, Sing ve Chaudhary 1979).

Bulgular ve Tartışma

Araştırmada F₂ popülasyonunun da incelenen tane verimi ve bazı tarımsal özelliklere ait çoklu dizi varyans analizi kareler ortalaması Çizelge 1'de, genel ve özel kombinasyon varyansları bunların genetik parametreleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Araştırmada varyans analizi sonuçlarına göre incelenen tüm özellikler için genotiplerin, ebeveynlerin ve melezlerin kareler ortalamalarının istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Hatlar arasında baklada tane sayısı, tane verimi hariç diğer özelliklerin hepsinde istatistiki olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. Tester hatlar arasında ise bakla sayısı hariç diğer tüm özelliklerde istatistiki olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Hat x Tester interaksyonuna ait varyanslar içinde ise bitki boyu hariç diğer tüm özelliklerde istatistiki bakımdan çok önemli farklılıklar belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 2'den de görüleceği gibi F_2 populasyonunda bu çalışmada incelenen tüm özelliklerin $\sigma^2_{GKK}/\sigma^2_{ÖKK}$ oranlarının 1'den küçük ve $(H/D)^{1/2}$ oranının da 1'den büyük çıkması bize eklemeli olmayan gen etkisinin yani dominant gen etkisinin bu özelliğin kalıtımında etkili olduğunu göstermektedir. Daha önce yapılan çalışmalarda bu sonuçlara benzer sonuçlar Oliveira Junior ve ark. (1997), Barelli ve ark. (2000) ve Ceyhan ve ark.

(2014) tarafından bildirmiştir. Ancak bizim bu çalışmamızın tersine Rodrigues ve ark. (1998), Barelli ve ark. (2000) ve Ceyhan ve ark. (2014) fasulyede bitkide bakla sayısının kalıtımında eklemeli gen etkisinin etkili olduğunu, Zimmermann ve ark. (1985), Singh ve Urrea (1994), Oliveira Junior ve ark. (1997), Rodrigues ve ark. (1998) ve Barelli ve ark. (2000) ise fasulye bitkisinin tane veriminin kalıtımında eklemeli gen etkisinin ve dominant gen etkisinin etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 1. Fasulye F_2 populasyonlarında incelenen tane verimi ve bazı verim özellikleri için çoklu dizi analiz metoduyla hesaplanan kareler ortalamaları

Varyasyon Kaynakları	SD	Bitki Boyu	Bakla Sayısı	Baklada Tane Sayısı
Tekerrür	2	38.679	3.012	6.677
Genotipler	26	307.419**	124.487**	194.863**
Ebeveynler	8	810.843**	51.093**	392.385**
Melezler	17	105.147*	82.166**	61.958**
Ebev. x Melez İnt.	1	26.080	1555.580**	1068.935**
Hatlar	5	52.078**	160.207*	59.079
Testerler	2	702.722**	49.019	167.126*
Hat x Testerler İnt.	10	12.167	49.774**	42.364*
Hata	52	45.538	5.141	18.217
Varyasyon Kaynakları	SD	Bitkide Tane Sayısı	Yüz Tane Ağırlığı	Tane Verimi
Tekerrür	2	168.494	0.036	6.677
Genotipler	26	1554.832**	31.694**	194.863**
Ebeveynler	8	643.759**	76.770**	392.385**
Melezler	17	728.549**	7.361**	61.958**
Ebev.x Melez İnt.	1	24445.062**	116.439**	1068.935**
Hatlar	5	1040.844*	13.896**	59.079
Testerler	2	1665.722**	17.373**	167.126*
Hat x Testerler İnt.	10	384.967**	2.091**	42.364*
Hata	52	52.314	0.165	18.217

* : $p < 0.05$; ** : $p < 0.01$

Çizelge 2. Fasulye F_2 populasyonlarında incelenen özellikler için genel kombinasyon yeteneği varyans tahmini (σ^2_{GKY}), özel kombinasyon yeteneği varyans tahmini ($\sigma^2_{ÖKY}$), eklemeli varyans (σ^2_D), dominantlık varyans (σ^2_H) ile oransal ilişkileri

Özellikler	σ^2_{GKK}	$\sigma^2_{ÖKK}$	$\sigma^2_{GKK}/\sigma^2_{ÖKK}$	σ^2_D	σ^2_H	$(H/D)^{1/2}$
Bitki Boyu	2.788	67.251	0.041	5.576	-11.124	1.412
Bakla Sayısı	0.971	26.093	0.037	1.942	14.878	2.768
Baklada Tane Sayısı	0.587	23.181	0.025	1.175	8.049	2.617
Bitkide Tane Sayısı	10.301	315.764	0.033	20.603	110.884	2.320
Yüz Tane Ağırlığı	0.158	3.494	0.045	0.316	0.642	1.425
Tane Verimi	0.587	23.181	0.025	1.175	8.049	2.617

Bitki boyu: Araştırmada ebeveynlerin bitki boylarının 42.0 (PV04092) ile 96.7 cm (*P. coccineus* L.) arasında, F_2 populasyonlarının bitki boylarının ise 43.3 cm (PV04145 x Alberto) ile 66.7 cm (PV04092 x *P. coccineus* L.) arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 3). Daha önce yapılan çalışmalarda Genchev (1995), Ceyhan (2004b), Ceyhan ve Ülker (2008), Ceyhan (2012) ve Tamüksek ve Ceyhan (2020) bizim araştırma sonuçlarına benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Bitki boyu için GKK incelendiğinde tester hatlardan *P. coccineus* pozitif ve önemli ($p < 0.01$) etki gösterirken, Great Northern 59 çeşidi negatif ve önemli ($p < 0.01$) etki göstermiştir (Çizelge 3).

F_2 populasyonunda melezlerin ÖKK etkilerine bakıldığında, hiçbir melez kombinasyonu önemli ÖKK etkisine sahip değildir. "PV04092 x Alberto" ve "PV04145 x Alberto" melezleri negatif yüksek ÖKK etkisine sahiplerdir. "PV04092 x Alberto" ve "PV04145 x Alberto" melezleri kısa veya orta bitki boyu için ıslah çalışmalarında kullanılabilir.

genotipler olarak belirlenmiştir (Tablo 3). Rodrigues ve ark. (1998), Barelli ve ark. (1999), Ceyhan (2004a), Ceyhan ve ark. (2008) ve Tamüksek ve Ceyhan (2020) bitki boyu için ebeveyn ve melezlerin GKK ve ÖKK değerlerinin önemli olduğunu bildirmişler ve bu ebeveyn ve melezlerin bitki boyunu arttırmada ve kısaltmada kullanılabileceklerini belirtmişlerdir.

F₂ populasyonunda heterosis değerlerinin % -19.57 (PV04086 x *P. coccineus* L.) ile % 22.97 (PV04092 x Great Northern 59) arasında, heterobeltiosis değerlerinin ise % -38.97 (PV04145 x *P. coccineus* L.) ile % 10.83 (PV04092 x Great Northern 59) arasında değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca ortalama heterosis ve heterobeltiosis

değerlerinin negatif olması bu popülasyondan orta ve kısa boylu bitkilerin elde edilebileceğini göstermiştir (Çizelge 3). Bitki boyu için heterosis ve heterobeltiosis değerlerini inceleyen Rodrigues ve ark. (1998), Baralli ve ark. (1999), Ceyhan (2003), Ceyhan ve ark. (2008) ve Tamüksek ve Ceyhan (2020) bizim araştırma sonuçlarımıza benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

F₂ populasyonlarında bitki boyunun geniş anlamda kalıtım derecesinin düşük ve dar anlamda kalıtım derecesinin yüksek çıkması, bu özelliğe çevre varyansının etkisinin düşük olduğu belirtmektedir. Buda bize bitki boyu bakımından seleksiyonun F₂ generasyondan itibaren yapılabileceğini göstermektedir.

Çizelge 3. Fasulye ebeveyn ve F₂ populasyonlarında bitki boyuna ait ortalamalar, genel kombinasyon yeteneği (GKK), özel kombinasyon yeteneği (ÖKK), heterosis (Hs), heterobeltiosis (Hb) ve kalıtım dereceleri

Ebeveynler	Ortalamalar (cm)	GKK	ÖKK	Hs (%)	Hb (%)		
PV04035	46.67	-0.500					
PV04086	56.67	0.167					
PV04092	42.00	2.833					
PV04145	46.00	-4.278					
PV04001	46.67	1.500					
PV04023	54.00	0.278					
<i>Phaseolus coccineus</i> L.	96.67	6.944**					
Alberto	52.33	-1.778					
Great Northern 59	49.67	-5.167**					
F ₂ Melezleri							
PV04035 x <i>P. coccineus</i> L.	61.33		-0.833	-14.42	-36.55**		
PV04035 x Great Northern 59	52.33		-1.111	5.72	0.00		
PV04035 x Alberto	52.00		1.944	7.96	4.70		
PV04086 x <i>P. coccineus</i> L.	61.67		-1.167	-19.57	-36.21**		
PV04086 x Great Northern 59	53.67		-0.444	-1.53	-5.29		
PV04086 x Alberto	52.33		1.611	-1.57	-7.65		
PV04092 x <i>P. coccineus</i> L.	66.67		1.167	-3.85	-31.03**		
PV04092 x Great Northern 59	58.00		1.222	22.97	10.83		
PV04092 x Alberto	51.00		-2.389	11.27	2.68		
PV04145 x <i>P. coccineus</i> L.	59.00		0.611	-17.29	-38.97**		
PV04145 x Great Northern 59	52.00		2.333	5.76	-0.64		
PV04145 x Alberto	43.33		-2.944	-9.41	-12.75		
PV05001 x <i>P. coccineus</i> L.	63.33		-0.833	-11.63	-34.48**		
PV05001 x Great Northern 59	54.33		-1.111	9.76	3.82		
PV05001 x Alberto	54.00		1.944	12.11	8.72		
PV05023 x <i>P. coccineus</i> L.	64.00		1.056	-15.04	-33.79**		
PV05023 x Great Northern 59	53.33		-0.889	0.31	-1.23		
PV05023 x Alberto	50.67		-0.167	-2.25	-6.17		
LSD %1 :	14.733	Ortalama Hs % :	-0.35	h ² :	57.89	SH (Hatlar) :	5.060
LSD %5 :	11.053	Ortalama Hb % :	-9.86	H ² :	56.69	SH (Testerler) :	2.530
						SH (ÖKK) :	15.179

Bakla sayısı: Bakla sayısı, ebeveyn değerleri 16.00 (PV04092) ile 33.33 (*P. coccineus* L.) adet/bitki arasında, F₂ populasyonunda bitkide bakla sayısının 18.7 (V05001 x Great Northern 59) ile 38.7 adet/bitki (PV05023 x *P. coccineus* L.) arasında

değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4). Bu araştırma sonuçları ile Ceyhan (2004), Ülker ve Ceyhan (2008), Varankaya ve Ceyhan (2012) ve Tamüksek ve Ceyhan (2020)'in yaptığı çalışmalar arasında büyük oranda benzerlik bulunmaktadır.

GKK incelendiğinde PV04086, PV04023 ve *P. coccineus* L. ($p<0.01$) hatları önemli ve pozitif etkiye sahipken, PV04145, PV04001 ve Great Northern 59 ($p<0.01$) hatları önemli ve negatif etki göstermiştir (Çizelge 4). Araştırma da GKK etki değeri pozitif ve önemli olan PV04086, PV04023 ve *P. coccineus* L. hatları fasulyede bakla sayısını arttırmada kullanılabilecek ebeveynler olarak önerilebilir.

F₂ populasyonunda melezlerin ÖKK etkilerine bakıldığında, “PV04035 x Alberto” ve “PV04086 x Great Northern 59”, “PV04092 x Great Northern 59”, “PV04145 x *P. coccineus* L.” ($p<0.01$), “PV05023 x *P. coccineus* L.” ve “PV04092 x *P. coccineus* L.” ($p<0.05$) melezleri pozitif ve önemli ÖKK etkisine

sahip olurken, “PV04035 x *P. coccineus* L.”, “PV04086 x *P. coccineus* L.”, “PV04092 x Alberto”, “PV04145 x Alberto”, “PV05001 x Great Northern 59” ve “PV05023 x Great Northern 59” ($p<0.01$) melezi ise negatif ve önemli ÖKK etkisine sahiptir (Çizelge 4). Pozitif ve önemli ÖKK etkisine sahip olan melezler bitkide bakla sayısını arttırmada kullanılabilecek uygun genotip olarak belirlenmiştir. Bitkide bakla sayısı ebeveyn ve melezlerin GKK ve ÖKK etkilerini Al-Mukhtar ve Coyne (1981), Rodrigues ve ark. (1998), Barelli ve ark. (2000), Ceyhan (2004), Ceyhan ve ark. (2014) ve Tamüksek ve Ceyhan (2020) da sonuçlarımızla benzer sonuçlar tespit etmişlerdir.

Çizelge 4. Fasulye ebeveyn ve F₂ populasyonlarında bakla sayısına ait ortalamalar, genel kombinasyon yeteneği (GKK), özel kombinasyon yeteneği (ÖKK), heterosis (Hs), heterobeltiosis (Hb) ve kalıtım dereceleri

Ebeveynler	Ortalamalar (adet)	GKK	ÖKK	Hs (%)	Hb (%)		
PV04035	18.00	0.074					
PV04086	17.67	2.185**					
PV04092	16.00	0.630					
PV04145	17.67	-1.704**					
PV04001	20.00	-6.926**					
PV04023	26.00	5.741**					
<i>Phaseolus coccineus</i> L.	27.00	1.852**					
Alberto	17.00	-0.537					
Great Northern 59	16.33	-1.315**					
F ₂ Melezleri							
PV04035 x <i>P. coccineus</i> L.	26.00		-4.741**	15.56*	-3.70		
PV04035 x Great Northern 59	28.00		-0.352	60.00**	55.56**		
PV04035 x Alberto	32.67		5.093**	90.29**	81.48**		
PV04086 x <i>P. coccineus</i> L.	29.33		-3.519**	31.34*	8.64		
PV04086 x Great Northern 59	34.00		3.537**	96.15**	92.45**		
PV04086 x Alberto	29.67		-0.019	74.51**	67.92**		
PV04092 x <i>P. coccineus</i> L.	33.33		2.037*	55.04**	23.46**		
PV04092 x Great Northern 59	32.00		3.093**	93.94**	88.24**		
PV04092 x Alberto	23.00		-5.130**	42.27**	40.82**		
PV04145 x <i>P. coccineus</i> L.	31.67		2.704**	41.79**	17.28*		
PV04145 x Great Northern 59	27.00		0.426	55.77**	52.83**		
PV04145 x Alberto	22.67		-3.130**	33.33*	28.30**		
PV05001 x <i>P. coccineus</i> L.	25.00		1.259	6.38	-7.41		
PV05001 x Great Northern 59	18.67		-2.685**	0.90	-6.67		
PV05001 x Alberto	22.00		1.426	21.10*	10.00		
PV05023 x <i>P. coccineus</i> L.	38.67		2.259*	45.91**	43.21**		
PV05023 x Great Northern 59	30.00		-4.019**	39.53*	15.38*		
PV05023 x Alberto	35.00		1.759	65.35*	34.62**		
LSD %1 :	4.950	Ortalama Hs % :	47.42	h ² :	10.48	SH (Hatlar) :	0.571
LSD %5 :	3.714	Ortalama Hb % :	35.90	H ² :	93.74	SH (Testerler) :	0.286
						SH (ÖKK) :	1.714

Heterosis değerleri % 0.90 (PV05001 x Great Northern 59) ile % 93.9 (PV04092 x Great Northern 59) arasında, heterobeltiosis değerleri ise % -7.41 (PV05001 x *P. coccineus* L.) ile % 92.5 (PV04086 x Great Northern 59) arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4). Heterosis ve

heterobeltiosis değerlerini bitkide bakla sayısı için inceleyen Ceyhan (2004) ve Ceyhan ve ark. (2008) bu özellik için önemli, negatif aynı zamanda pozitif heterosis ve heterobeltiosis değerleri ortaya koymuştur.

Bu özellik için geniş anlamda kalıtım derecesinin yüksek ve dar anlamda kalıtım derecesinin düşük çıkması baklada tane sayısının çevreden oldukça etkilendiğini göstermekte ve bundan dolayı seleksiyona 3-4 generasyon sonra başlanması uygun olacaktır.

Baklada tane sayısı: Baklada tane sayılarında ebeveyn değerlerinin 3.26 (PV04023) ile 5.34 adet (PV04001) arasında; F₂ populasyonlarında ise baklada tane sayısının 3.59 (PV04092 x Great Northern 59) ile 5.30 adet (PV05001 x *P. coccineus* L.) arasında değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 5). Daha önce bu konu ile ilgili çalışmalarda bizim araştırma sonuçlarımıza benzer sonuçlar elde etmişlerdir (Genchev, 1995; Ceyhan, 2004b; Ceyhan

ve Ülker, 2008; Ceyhan ve ark. 2014; Tamüksek ve Ceyhan, 2020).

Baklada tane sayısı bakımından GKK incelendiğinde, F₂ populasyonunda PV04001 (p<0.01) hattı pozitif ve önemli değere sahipken; PV04092 ve Alberto (p<0.01) hatları önemli ve negatif değere sahiptirler (Çizelge 5). GKK bakıldığında pozitif önemli çıkan PV04001 hattı bu özellik için yapılacak ıslah çalışmalarında kullanılabilir uygun ebeveynler olarak tespit edilmiştir. Melezlerin ÖKK etkilerine bakıldığında F₂ populasyonunda, "PV04092 x Alberto" (p<0.01) melezi pozitif ve önemli etki göstermiştir ve ıslah çalışmalarında kullanılabilir pozitif genotip olarak belirlenmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Fasulye ebeveyn ve F₂ populasyonlarında baklada tane sayılarına ait ortalamalar, genel kombinasyon yeteneği (GKK), özel kombinasyon yeteneği (ÖKK), heterosis (Hs), heterobeltiosis (Hb) ve kalıtım dereceleri

Ebeveynler	Ortalamalar (adet)	GKK	ÖKK	Hs (%)	Hb (%)		
PV04035	4.82	-0.008					
PV04086	4.05	-0.159					
PV04092	4.73	-0.334**					
PV04145	4.71	0.017					
PV04001	5.34	0.741**					
PV04023	3.26	-0.257					
<i>Phaseolus coccineus</i> L.	4.24	0.089					
Alberto	4.79	-0.206**					
Great Northern 59	4.86	0.117					
F ₂ Melezleri							
PV04035 x <i>P. coccineus</i> L.	4.86		0.428	7.27**	0.74		
PV04035 x Great Northern 59	3.91		-0.230	-18.74**	-19.01*		
PV04035 x Alberto	4.26		-0.197	-11.91**	-12.19		
PV04086 x <i>P. coccineus</i> L.	4.47		0.189	7.86**	5.51		
PV04086 x Great Northern 59	3.91		-0.073	-11.50**	-18.32*		
PV04086 x Alberto	4.20		-0.116	-5.83**	-13.61		
PV04092 x <i>P. coccineus</i> L.	3.83		-0.279	-14.65**	-19.12*		
PV04092 x Great Northern 59	3.59		-0.224	-24.65**	-25.12**		
PV04092 x Alberto	4.64		0.503**	-3.26*	-4.47		
PV04145 x <i>P. coccineus</i> L.	4.24		-0.217	-5.21**	-9.96		
PV04145 x Great Northern 59	4.32		0.155	-9.12**	-9.90		
PV04145 x Alberto	4.55		0.062	-4.90**	-6.33		
PV05001 x <i>P. coccineus</i> L.	5.30		0.119	10.65**	-0.80		
PV05001 x Great Northern 59	4.96		0.072	-2.15	-7.19		
PV05001 x Alberto	5.02		-0.191	-1.57	-6.06		
PV05023 x <i>P. coccineus</i> L.	3.94		-0.240	5.21**	-6.91		
PV05023 x Great Northern 59	4.19		0.300	4.02**	-12.60		
PV05023 x Alberto	4.15		-0.060	2.33	-14.48*		
LSD %1 :	0.931	Ortalama Hs % :	-4.63	h ² :	17.20	SH (Hatlar) :	0.020
LSD %5 :	0.698	Ortalama Hb % :	-10.03	H ² :	71.63	SH (Testerler) :	0.010
						SH (ÖKK) :	0.061

Heterosis değerleri % -24.7 (PV04092 x Great Northern 59) ile % 10.7 (PV05001 x *P. coccineus* L.) arasında, heterobeltiosis değerleri ise % -25.1 (PV04092 x Great Northern 59) ile % 5.5 (PV04086 x

P. coccineus L.) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 5).

Dar anlamda kalıtım derecesinin düşük olması baklada tane sayısının ortaya çıkmasında

çevrenin etkisinin daha yüksek olduğunu göstermektedir. Baklada tane sayısının kalıtımında eklemeli olmayan gen etkilerinin önemli olması bizim seleksiyona geç generasyonlarda başlamamız daha uygun olacaktır.

Bitkide tane sayısı: Baklada tane sayılarına ebeveyn değerlerinin 71.3 (PV04086) ile 114.3 adet/bitki (*P. coccineus* L.) arasında, F₂ populasyonunda bitkide tane sayısının 92.0 adet/bitki (PV05001 x Great Northern 59) ile 145.3 adet/bitki (PV05023 x Alberto) arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 6). Araştırma sonuçlarımız daha önce bu konuda araştırmalar Ülker ve Ceyhan (2008) ve Tamüksek ve Ceyhan (2020)'ın sonuçları ile uyum içerisinde yer almıştır.

Bitkide tane sayılarının GKK incelendiğinde PV04086, *P. coccineus* L. ve PV04023 (p<0.01)

hatları pozitif önemli etkiye sahipken, PV04092, PV04145, PV04001 ve Alberto (p<0.01) hatları negatif önemli etki göstermiştir (Tablo 6). F₂ populasyonunda melezlerin ÖKK etkilerine bakıldığında, "PV04035 x Alberto" ve "PV05001 x *P. coccineus* L." melezleri pozitif ve önemli ÖKK etkisine sahipken, "PV04035 x *P. coccineus* L.", "PV04086 x *P. coccineus* L.", "PV04086 x Great Northern 59" ve "PV04145 x Alberto" ve "PV05001 x Great Northern 59" melezleri ise negatif ve önemli ÖKK etkiye sahiptir (Çizelge 6). F₂ populasyonun da "PV04035 x Alberto" ve "PV05001 x *P. coccineus* L." melezleri pozitif ve yüksek ÖKK etkisine sahip olduğu için bitkide tane sayısının artırılmasında kullanılabilecek uygun melez olarak belirlenmiştir. Bizim sonuçlarımıza benzer sonuçlar Tamüksek ve Ceyhan (2020) tarafından da bildirilmiştir.

Çizelge 6. Fasulye ebeveyn ve F₂ populasyonlarında bitkide tane sayısına ait ortalamalar, genel kombinasyon yeteneği (GKK), özel kombinasyon yeteneği (ÖKK), heterosis (Hs), heterobeltiosis (Hb) ve kalıtım dereceleri

Ebeveynler	Ortalamalar (adet)	GKK	ÖKK	Hs (%)	Hb (%)		
PV04035	86.67	0.778					
PV04086	71.33	6.111**					
PV04092	71.67	-7.556**					
PV04145	83.00	-5.333**					
PV04001	106.33	-11.778**					
PV04023	84.67	17.778**					
<i>Phaseolus coccineus</i> L.	114.33	10.500**					
Alberto	81.33	-8.389**					
Great Northern 59	79.00	-2.111					
F ₂ Melezleri							
PV04035 x <i>P. coccineus</i> L.	125.67		-8.944**	25.04	9.91		
PV04035 x Great Northern 59	108.67		-7.056	29.37	25.38**		
PV04035 x Alberto	138.00		16.000**	66.60*	59.23**		
PV04086 x <i>P. coccineus</i> L.	131.00		-8.944**	41.11	14.58**		
PV04086 x Great Northern 59	133.00		11.944**	74.24*	63.52**		
PV04086 x Alberto	124.33		-3.000	65.41*	57.38**		
PV04092 x <i>P. coccineus</i> L.	127.33		1.056	36.92	11.37*		
PV04092 x Great Northern 59	113.67		6.278	48.58	39.75**		
PV04092 x Alberto	106.33		-7.333*	41.15	34.60**		
PV04145 x <i>P. coccineus</i> L.	134.33		5.833	36.15	17.49**		
PV04145 x Great Northern 59	116.67		7.056	41.99	40.56**		
PV04145 x Alberto	103.00		-12.889**	27.16	24.10**		
PV05001 x <i>P. coccineus</i> L.	132.33		10.278**	19.94	15.74**		
PV05001 x Great Northern 59	92.00		-11.167**	-1.95	-13.48*		
PV05001 x Alberto	110.33		0.889	19.06	3.76		
PV05023 x <i>P. coccineus</i> L.	152.33		0.722	53.10*	33.24**		
PV05023 x Great Northern 59	125.67		-7.056	51.41*	48.43**		
PV05023 x Alberto	145.33		6.333	77.60**	71.65**		
LSD %1 :	15.792	Ortalama Hs % :	40.43	h ² :	13.83	SH (Hatlar) :	5.813
LSD %5 :	11.847	Ortalama Hb % :	30.41	H ² :	92.82	SH (Testerler) :	2.906
						SH (ÖKK) :	17.438

Heterosis değerleri % -1.95 (PV05001 x Great Northern 59) ile % 77.6 (PV05023 x Alberto)

arasında, heterobeltiosis değerleri ise % -13.5 (PV05001 x Great Northern 59) ile % 71.7 (PV05023 x Alberto) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 6).

Bitkide tane sayısı için F₂ populasyonun da geniş anlamda kalıtım derecesinin yüksek ve dar anlamda kalıtım derecesinin düşük olması baklada tane sayısının çevreden oldukça fazla etkilendiğini göstermektedir. Bundan dolayı seleksiyona 3-4 generasyon sonra başlanılmasının daha iyi olacağı gözlemlenmektedir.

Yüz tane ağırlığı: Yüz tane ağırlıkları için ebeveyn değerleri 22.1 g (Great Northern 59) ile 38.4 g (*P. coccineus* L.), F₂ populasyonunda yüz tane ağırlığı 20.7 g (PV05023 x Alberto) ile 26.0 g (PV04035 x *P. coccineus* L.) arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 7). Genchev

(1995), Ceyhan ve Ülker (2008), Ceyhan ve ark. (2014) ve Tamüksek ve Ceyhan (2020) daha önce yaptıkları çalışmalarda bizim araştırma sonuçlarına benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Araştırmada yüz tane ağırlığı bakımından GKK incelendiğinde “PV04035”, “PV04145”, “Alberto” ve “*P. coccineus* L.” hatları önemli ve pozitif değere sahipken, “PV04092”, “PV04001” ve “Great Northern 59” hatlarının ise negatif ve önemli etkisi belirlenmiştir (Çizelge 7). GKK bakıldığında yüz tane ağırlığının artırılmasında F₁ generasyonun da pozitif ve önemli çıkan “PV04035”, “PV04145”, “Alberto” ve “*P. coccineus* L.” hatları çeşidi bu özellik için yapılacak melezleme çalışmalarında kullanılabilir uygun ebeveynler olarak gözlemlenmiştir.

Çizelge 7. Fasulye ebeveyn ve F₂ populasyonlarında yüz tane ağırlığına ait ortalamalar, genel kombinasyon yeteneği (GKK), özel kombinasyon yeteneği (ÖKK), heterosis (Hs), heterobeltiosis (Hb) ve kalıtım dereceleri

Ebeveynler	Ortalamalar (g)	GKK	ÖKK	Hs (%)	Hb (%)		
PV04035	25.80	1.524**					
PV04086	23.81	-0.127					
PV04092	22.63	-0.350**					
PV04145	24.81	1.223**					
PV04001	23.44	-0.363**					
PV04023	22.30	-1.906**					
<i>Phaseolus coccineus</i> L.	38.37	0.869**					
Alberto	24.19	0.197**					
Great Northern 59	22.07	-1.066**					
F ₂ Melezleri							
PV04035 x <i>P. coccineus</i> L.	26.00		0.883**	-18.96**	-32.23**		
PV04035 x Great Northern 59	24.04		-0.404	-3.81**	-6.81**		
PV04035 x Alberto	22.70		-0.479**	-5.14**	-11.99**		
PV04086 x <i>P. coccineus</i> L.	23.76		0.291	-23.59**	-38.08**		
PV04086 x Great Northern 59	22.58		-0.210	-5.91**	-6.64**		
PV04086 x Alberto	21.45		-0.081	-6.50**	-9.92**		
PV04092 x <i>P. coccineus</i> L.	23.96		0.713**	-21.44**	-37.56**		
PV04092 x Great Northern 59	22.29		-0.284	-4.79**	-7.87**		
PV04092 x Alberto	20.88		-0.430	-6.58**	-7.73**		
PV04145 x <i>P. coccineus</i> L.	24.88		0.064	-21.23**	-35.15**		
PV04145 x Great Northern 59	24.89		0.750**	1.61**	0.35		
PV04145 x Alberto	22.07		-0.814**	-5.85**	-11.05**		
PV05001 x <i>P. coccineus</i> L.	22.09		-1.137**	-28.51**	-42.42**		
PV05001 x Great Northern 59	22.81		0.256	-4.21**	-5.69**		
PV05001 x Alberto	22.18		0.881**	-2.54**	-5.39**		
PV05023 x <i>P. coccineus</i> L.	20.87		-0.814**	-31.18**	-45.60**		
PV05023 x Great Northern 59	20.91		-0.108	-10.05**	-13.57**		
PV05023 x Alberto	20.67		0.922**	-6.80**	-7.28**		
LSD %1 :	0.887	Ortalama Hs % :	-10.36	h ² :	31.19	SH (Hatlar) :	0.018
LSD %5 :	0.665	Ortalama Hb % :	-16.24	H ² :	97.76	SH (Testerler) :	0.009
						SH (ÖKK) :	0.055

Melezlerin ÖKK etkilerine bakıldığında F₂ generasyonunda, dokuz melez istatistiki bakımdan önemli ÖKK etkisi gösterdiği belirlenmiştir. Pozitif ve

önemli ÖKK etkisi gösteren beş melez tespit edilirken; negatif ve önemli dört melez tespit edilmiştir. “PV04035 x *P. coccineus* L.”, “PV04092 x

P. coccineus L.", "PV04145 x Great Northern 59", "PV05001 x Alberto" ve "PV05023 x Alberto" melezler yüz tane ağırlığını arttırmada kullanılabilecek genotip olarak belirlenmişlerdir (Çizelge 7).

Heterosis değerleri % -31.2 (PV05023 x *P. coccineus* L.) ile % 1.6 (PV04145 x Great Northern 59) arasında, heterobeltiosis değerleri ise % -45.6 (PV05023 x *P. coccineus* L.) ile % 0.35 (PV04145 x Great Northern 59) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 7). Heterosis ve heterobeltiosis değerlerini bitkide bakla sayısı için inceleyen Ceyhan (2004) ve Ceyhan ve ark. (2008) bu özellik için önemli, negatif aynı zamanda pozitif heterosis ve heterobeltiosis değerleri ortaya koymuştur.

F₁ generasyonunda yüz tane ağırlığı için geniş anlamda kalıtım derecesinin yüksek olması çevre varyansından etkilendiğini gösterirken seleksiyon işleminin ileriki dönemlerde yapılması daha uygun olacağı ortaya çıkmaktadır.

Tane verimi: Tane verimi için ebeveyn değerlerinin 18.0 (PV04086) ile 53.9 g/bitki (*P. coccineus* L.), F₂ populasyonunda tek bitki tane verimlerinin 26.3 (PV05001 x Great Northern 59) ile 40.8 g/bitki (PV05023 x *P. coccineus* L.) arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 8). Araştırma sonuçlarımız ile (Genchev, 1995; Ceyhan ve Ülker, 2008; Ceyhan ve ark. 2014; Tamüksek ve Ceyhan, 2020)'nın sonuçları birbiriyle uyum içerisindedir.

Çizelge 8. Fasulye ebeveyn ve F₂ populasyonlarında tane verimine ait ortalamalar, genel kombinasyon yeteneği (GKK), özel kombinasyon yeteneği (ÖKK), heterosis (Hs), heterobeltiosis (Hb) ve kalıtım dereceleri

Ebeveynler	Ortalamalar (g/bitki)	GKK	ÖKK	Hs (%)	Hb (%)		
PV04035	30,69	2,596					
PV04086	17,98	1,063					
PV04092	21,22	-1,227					
PV04145	21,59	0,499					
PV04001	33,93	-4,540**					
PV04023	19,88	1,609					
<i>Phaseolus coccineus</i> L.	53,85	3,504**					
Alberto	22,34	-2,025**					
Great Northern 59	20,10	-1,480					
F ₂ Melezleri							
PV04035 x <i>P. coccineus</i> L.	39,66		-0,989	-6,18	-26,35**		
PV04035 x Great Northern 59	31,80		-3,319	19,92	3,61		
PV04035 x Alberto	39,97		4,308	57,40*	30,23*		
PV04086 x <i>P. coccineus</i> L.	37,45		-1,662	4,28	-30,45*		
PV04086 x Great Northern 59	37,71		4,125	87,02*	68,77**		
PV04086 x Alberto	31,67		-2,463	66,32*	57,56**		
PV04092 x <i>P. coccineus</i> L.	40,11		3,280	6,86	-25,52*		
PV04092 x Great Northern 59	30,32		-0,977	39,21	35,69*		
PV04092 x Alberto	29,54		-2,303	42,99	39,23*		
PV04145 x <i>P. coccineus</i> L.	38,74		0,186	2,70	-28,06*		
PV04145 x Great Northern 59	37,34		4,320	69,98*	67,12**		
PV04145 x Alberto	29,06		-4,506	39,41	34,59*		
PV05001 x <i>P. coccineus</i> L.	31,58		-1,938	-28,06	-41,36**		
PV05001 x Great Northern 59	26,31		-1,672	-6,48	-22,45*		
PV05001 x Alberto	32,14		3,610	18,97	-5,27		
PV05023 x <i>P. coccineus</i> L.	40,78		1,122	10,64	-24,26*		
PV05023 x Great Northern 59	31,66		-2,476	49,96	41,68**		
PV05023 x Alberto	36,03		1,355	80,28*	79,28**		
LSD %1 :	9,319	Ortalama Hs % :	31,19	h ² :	7,68	SH (Hatlar) :	2,024
LSD %5 :	6,991	Ortalama Hb % :	15,58	H ² :	70,60	SH (Testerler) :	1,012
						SH (ÖKK) :	6,072

Bitki tane verimlerine GKK etki değerine bakıldığında hatlar arasında önemli ve pozitif değere sahip hat yok iken, PV04001 hattı negatif ve önemli (p<0.01) etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Testerler arasında ise *P. coccineus* L. çeşidi pozitif ve

önemli (p<0.01) etki gösterirken, Alberto çeşidi ise negatif ve önemli (p<0.01) etkili olmuştur (Çizelge 8). GKK etki değeri pozitif ve önemli bulunan *P. coccineus* L. çeşidinin melezleme çalışmalarında

tane verimini artırmak için kullanılabilir uygun ebeveyn olarak belirlenmiştir.

F₂ populasyonunda melezlerin ÖKK etkilerine bakıldığında hiçbir melezin pozitif ve önemli ÖKK etkisi tespit edilememiştir. Ancak “PV04035 x Alberto”, “PV04086 x Great Northern 59” ve “PV04145 x Great Northern 59” melezlerinin ÖKK etkilerinin pozitif yüksek çıkması nedeniyle ileriki generasyonlarda tane verimi için ıslah potansiyeli olan genotip olarak ortaya çıkmaktadır (Çizelge 8). Fasulyede GKK ve ÖKK etkisi üzerine yapıla bir çok araştırma sonuçlarında tane verimi için farklı sayılarda önemli GKK ve ÖKK etkisi göstermiş olan ebeveyn ve melez kombinasyonları ortaya koymuşlardır (Zimmermann ve ark., 1985; Oliveira Junior ve ark., 1997; Rodrigues ve ark., 1998; Barelli ve ark., 2000; Ceyhan ve ark., 2014 ve Tamüksek ve Ceyhan, 2020).

Araştırmada heterosis değerleri % -28.1 (PV05001 x *P. coccineus* L.) ile % 87.0 (PV04086 x Great Northern 59) arasında, heterobeltiosis değerleri ise % -41.4 (PV05001 x *P. coccineus* L.) ile % 79.3 (PV05023 x Alberto) arasında değişmiştir (Çizelge 8). Heterosis ve heterobeltiosis değerlerini bitkide bakla sayısı için inceleyen Ceyhan (2004) ve Ceyhan ve ark. (2008) bu özellik için önemli, negatif aynı zamanda pozitif heterosis ve heterobeltiosis değerleri ortaya koymuştur.

Bu özelliğin kalıtımında geniş anlamda kalıtım derecesinin yüksek, dar anlamda kalıtım derecesinin ise düşük olarak bulunmuştur. Buda bize fasulyede tane veriminin çevre varyansından da etkilenen kompleks bir karakter olduğunu göstermektedir. Kompleks karakter olan tane veriminin seleksiyonuna daha sonraki seleksiyonlarda diğer özelliklerle birlikte değerlendirilerek başlanması daha doğru olacaktır.

Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak, incelenen tarımsal özellikler bakımından ele alınan populasyonda yeterli düzeyde bir genetik varyasyon bulunmaktadır. Bu çalışmada incelenen özellikler üzerinde eklemeli olmayan genlerin ve dominant genler daha etkili oldukları bulunmuştur. Bu popülasyonda seçme işlemi tane verimi ile beraber değerlendirilerek daha ileriki generasyonlarda yapılmasının doğru olacağı kanaatindeyiz.

Teşekkür: Bu çalışmaya 18401158 nolu proje ile katkı sağlayan Selçuk Üniversitesi BAP Koordinatörlüğüne teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması Beyanı: Yazarlar olarak herhangi çıkar çatışması olmadığını beyan ederiz.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduğumuzu beyan ederiz.

Kaynaklar

- Akçin, A. 1988. Yemeklik Tane Baklagiller. Selçuk Üniv. Zir. Fak. Yayın No: 8, 41-189, Konya.
- Al-Mukhtar, F.A. ve Coyne, D.P. 1981. Inheritance and association of flower ovule, seed, pod and maturity characters in dry edible beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 106 (6): 713-719.
- Arago, F.J.L. ve Brasileiro A.C.M., 1995. Inoculation of bean and soybean with cloned bean golden mosaic virus (BGMV) DNA using particle acceleration. *Fitopatologia Brasileira*, 20(4): 642-644.
- Barelli, M.A.A., Gonçalves-Vidigal, M.C., Amaral, J., Vidigal, F., Scapim, C.A. ve Sagrilo, E. 2000. Diallel analysis for grain yield and yield components in *Phaseolus vulgaris* L. *Acta Scientiarum*, 22 (4): 883-887.
- Ceyhan, E., 2004. Effect of sowing dates on some yield components and yield of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. *Turkish Journal of Field Crops*, 9 (2): 87-95.
- Ceyhan, E., 2003. Bezelye Ebeveyn ve Melezlerinde Bazı Tarımsal Özelliklerin ve Kalıtımlarının Bazı Tarımsal Özelliklerin ve Kalıtımlarının Çoklu Dizi Analiz Metoduyla Belirlenmesi, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi*, Konya, 103s.
- Ceyhan E, Avci M.A. ve Karadas S. 2008. Line x tester analysis in pea (*Pisum sativum* L.): Identification of superior parents for seed yield and its components. *African Journal of Biotechnology*, 7: 2810-2817.
- Ceyhan, E., Kahraman, A., Avci, M.A. ve Dalgiç, H. 2014. Combining ability of bean genotypes estimated by line x tester analysis under highly-calcareous soils. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 24 (29): 579-584.
- Genchev, D., 1995. Assessment of tolerance to stress factors in breeding material of kidney beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 1(4): 415-422.
- Kemphorne, O. 1957. An Introduction to Genetic Statistic, Wiley and Sons, New York, p.158.
- Kranup, H.A. 1995. Comparison of three methods of selection for yield in peas (*Pisum sativum* L.). *Agrosur*, 23: 39-44.
- Niwas, R., Kumar, R. ve Dahiya, B.S. 1990. Comparison of selection methods in dwarf field peas (*Pisum sativum* L.) I. Effectiveness for earliness. *International Journal of Tropical Agriculture*, 8(2): 136-140.

- Oliveira Junior, A., Miranda, G.V. ve Cruz, C.D. 1997. Evaluation of the combining ability of dry bean cultivars based on unbalanced circulating and partial diallel crossing systems. *Revista Ceres*, 44 (252): 215-229.
- Rodrigues, R., Leal, N.R. ve Pereira, M.G. 1998. Diallel analysis of six agronomic traits in *Phaseolus vulgaris* L., *Bragantia*, 57(2): 241-250.
- Sing, R.K. ve Chaudhary, B.D. 1979. Line x tester analysis. In : Biometrical methods in quantitative genetic analysis. Kalyani Publishers, New Delhi, pp. 205-214.
- Singh, S.P. ve Urrea, C.A. 1994. Selection for seed yield and other traits among early generations of intra- and interracial populations of the common bean. *Brazil de Genetica*, 17(3): 299-303.
- Şehirali, S. 1988. Yemeklik Dane Baklagiller. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No: 1089. s.435. Ankara.
- Tamüksek, Ş. ve Ceyhan, E. 2020. Determination of characteristics of dry bean lines hybridized by line x tester method and the effect of heredity. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(1): 157–164.
- Ülker, M. ve Ceyhan, E. 2008. Orta Anadolu ekolojik şartlarında yetiştirilen fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22 (46), 77-89.
- Varankaya, S. ve Ceyhan, E. 2012. Yozgat ekolojik şartlarında yetiştirilen fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 26 (1): 27-33.
- Zimmermann, M.J.O., Rosielle, A.A., Foster, K.W. ve Waines, J.G. 1985. Gene action for grain yield and harvest index of common bean grown as sole crop and in intercrop with maize. *Field Crops Research*, 12: 319-329.