



## Kuru Fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) Bazı Tarımsal Özelliklerin ve Kalıtımlarının Çoklu Dizi Analiz Metoduyla Belirlenmesi

Ercan CEYHAN<sup>1,\*</sup>  Duran ŞİMŞEK<sup>2,b</sup> 

<sup>1</sup>Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Konya, Türkiye

<sup>2</sup>Akça Tohumculuk A.Ş., Antalya, Türkiye

\*Sorumlu yazar e-mail: [eceyhan@selcuk.edu.tr](mailto:eceyhan@selcuk.edu.tr)

doi: 10.17097/ataunizfd.789112

Geliş Tarihi (Received): 01.09.2020 Kabul Tarihi (Accepted): 18.05.2021 Yayın Tarihi (Published): 29.05.2021

**ÖZ:** Araştırmada iki adet kuru fasulye (Great Northern 59 ve Alberto) çeşidi ve bir adet ateş fasulyesi (İspanyol, Bombay fasulyesi) (*Phaseolus coccineus* L.) baba ve 6 fasulye (PV04035, PV04086, PV04092, PV04145, PV05001 ve PV05023) hattı ise ana olarak kullanılarak 2017 yılında çoklu dizi analiz yöntemine göre melezlemeler (18 melez kombinasyonu) yapılmıştır. F<sub>1</sub> generasyonu ve ebeveynler 2018 yılında Selçuk Üniversitesi Tam Kontrollü Bitki İslah Serasında yetiştirilmiştir. Çalışmada bitki boyu, bakla sayısı, baklada tane sayısı, bitki tane sayısı, yüz tane ağırlığı ve bitkide tane verimine ilişkin ölçüm, sayım, tartımlar yapılmıştır. İncelenen özellikler için ebeveyn ve F<sub>1</sub> melezlerinde çoklu dizi analiz yöntemine göre genel ve özel kombinasyon yetenekleri, heterosis ve heterobeltiosis değerleri, geniş ve dar anlamda kalıtım dereceleri tespit edilmiştir. Çalışmada PV04145 ve *Phaseolus coccineus* L. hatlarının tane veriminde genel kombinasyon yeteneği yüksektir. “PV05023 x *P. coccineus* L” kombinasyonunun özel uyum yeteneği etkileri yüksek bulunmuştur. Tane veriminde heterosis değerleri %-11.97 (PV05001 x *P. coccineus* L.) ile %39.35 (PV04086 x Great Northern 59) olarak saptanmıştır. İncelenen materyal tane verimi yönüyle heterosis göstermesi ve ortalama verim değerlerinin yüksek olması, Orta Anadolu Bölgesi açısından en önemli ihtiyaç olan yüksek verimli çeşit adayları ihtiyaçlarına cevap verebilecek nitelikte olduğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Fasulye, Çoklu dizi analizi, Genel kombinasyon yeteneği, Kalıtım, Özel kombinasyon yeteneği

### Determination of Some Agricultural Characters and Their Heredity Through Line X Tester Method in Dry Bean (*Phaseolus vulgaris* L.)

**ABSTRACT:** In this study, the crosses by line x tester (18 hybrid combination) between six bean lines (PV04035, PV04086, PV04092, PV04145, PV05001 and PV05023) and commercial dry bean cultivars (Great Northern 59 and Alberto) and one runner bean (*Phaseolus coccineus* L.) were made in 2017. The F<sub>1</sub> hybrids together with the parents were evaluated in fully-automated plant breeding greenhouse of Selcuk University in 2018. Measurements, counts and weightings were determined plant height, number of pods per plant, number of seeds per pod, number of seeds per plant, hundred-seed weight and plant seed yields of the parents and hybrids. For investigated 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 among the investigated traits of the parents and hybrids. In the study, general combination ability of PV04145 and *Phaseolus coccineus* L. lines is high in seed yield. The specific combining abilities of the “PV05023 x *P. coccineus* L.” were found to be high. In the seed yield, heterosis values were determined as -11.97% (PV05001 x *P. coccineus* L.) and 39.35% (PV04086 x Great Northern 59). The fact that the analyzed material shows heterosis in terms of seed yield and the average yield values are high, it shows that this material can meet the needs of high yielding variety candidates in terms of the Central Anatolia Region.

**Keywords:** Bean, Line x tester analysis, General combination ability, Heredity, Specific combining ability

### GİRİŞ

Bitki ıslahında çeşit geliştirme çalışmalarında başarı, sahip olunan varyasyonun genişliği ve bu varyasyondan doğru seçim yapabilme ile doğru orantılıdır. Bu amaçla günümüzde varyasyon

sağlamak amacıyla ıslahçıların başvurdukları en önemli yöntemlerden biri melezlemedir. Fakat zaman, işgücü ve maliyet gibi faktörlerden dolayı ıslahçı belirli sayıda melezleme yapabilmektedir. Bu nedenle çalışma süresinin kısılması ve maliyetin

**Bu makaleye atıfta bulunmak için / To cite this article:** Ceyhan, E., Şimşek, D., 2021. Kuru Fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) Bazı Tarımsal Özelliklerin ve Kalıtımlarının Çoklu Dizi Analiz Metoduyla Belirlenmesi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 52 (2): 148-159. doi: 10.17097/ataunizfd.789112

<sup>a</sup>ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9154-9984> <sup>b</sup>ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9839-2716>



azalması ancak doğru ebeveyn seçimi ile sağlanabilmektedir. Ebeveynlerin genetik yapısı ve ele alınan özelliklerin kalıtımı önceden belirlenirse, bu gibi temel bilgilere dayalı ıslah programları daha başarılı olacaktır. Bu nedenle bitki ıslahçısı ebeveynlerin genel kombinasyon yeteneği (GKY), özel kombinasyon yeteneği (ÖKY), genotip x çevre interaksiyonları ve kalıtımı ile ilgili bilgilere sahip olması gerekmektedir. Fasulye gibi kendine döllen bitkilerin ıslahında açılan generasyonlarda ne zaman seleksiyona başlanacağı incelenen özelliğin gen etkisine bağlıdır. Eklemeli gen etkilerinin hakim olduğu ve kalıtımının basit olduğu özelliklerde F<sub>2</sub>'den itibaren teksele seçme yöntemi kullanılarak başlanması gerekir (Kranup, 1995). Eklemeli olmayan gen etkisinin önemli olduğu özelliklerde ise seçme işlemi ileriki generasyonlarda yapılmalı ve toptan seçme metodu kullanılmalıdır (Niwas et al., 1990).

Daha önce yapılan çalışmalarda fasulyede tane veriminin eklemeli genler (Zimmermann et al., 1985; Singh and Urrea, 1994; Oliveira Junior et al., 1997; Rodrigues et al., 1998; Barelli et al., 2000), baklada tane sayısının bir tek gen allelinin eklemeli etkisi altında (Al-Mukhtar and Coyne, 1981), ayrıca tane verimi, yüz tane ağırlığı, bakla sayısı, baklada tane sayısı, bitkide bakla sayısı ve bitki boyunun kalıtımında eklemeli olmayan genlerin (Rodrigues et al., 1998; Ceyhan et al., 2014b; Tamüksek and Ceyhan, 2020) etkili olduğu bilinmektedir. Ayrıca fasulyede tane verimi, bakla sayısı, bitki boyu, baklada tane sayısı ve yüz tane ağırlığında (Zimmermann et al., 1985; Singh and Urrea, 1994; Oliveira Junior et al., 1997; Rodrigues et al., 1998; Barelli et al., 2000, Ceyhan et al., 2014b; Tamüksek and Ceyhan, 2020), GKY ve ÖKY'nin varyasyonu ve heterosisin önemli olduğunu tespit etmişlerdir.

Bu ıslah çalışması ile yeni geliştirilecek olan hatların çevre şartlarına uygun, verimli ve kaliteli genotipleri bulup ortaya çıkarmak, ya da eldeki mevcut populasyon veya çeşitlerin yetersiz olan yönlerinin giderilmesi amaçlanmıştır. Bu nedenlerden dolayıdır ki, Orta Anadolu bölgesinde yetiştirilen ve bugüne kadar göz ardı edilen yerel ekotiplerden daha önce Prof. Dr. Ercan CEYHAN tarafından seçilen ve saf hat haline getirilen genotipler ile Konya ve Karaman illerinde ekilmekte olan Great Northern 59 ve Alberto çeşitlerinden faydalanılmıştır. Bu illeri içerisine alan Orta Anadolu bölgesinde fasulyenin olgunlaşma dönemindeki yüksek sıcaklıklardan dolayı bu çeşitler çiçeklerini dökmekte buna bağlı olarak da kuru fasulyenin tane verimi ve kalitesi düşmektedir (Ceyhan, 2004b; Ceyhan et al., 2008a; 2008b; Harmankaya et al., 2009; Ülker ve Ceyhan, 2008; Varankaya ve Ceyhan, 2012; Ceyhan et al., 2014a; 2014b). Bu bölgeye adapte olabilecek yüksek verimli ve kaliteli fasulyeye

çeşitlerine ihtiyaç vardır. Bu çalışmada fasulye tarımının en yoğun yapıldığı yer olan Orta Anadolu bölgesine uygun çiçeklenme döneminde yüksek sıcaklığa toleranslı ve yüksek verimli hatlar belirlenmeye çalışılmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Araştırmada, iki adet kuru 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 (2004a)'ya 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. Araştırmada baba olarak kullanılan Alberto ve Great Northern 59 çeşitleri bölgede en fazla ekimi yapılan ve erkenci olan çeşitlerdir (Çizelge 1).

Melezleme işlemi çoklu dizi (line x tester) olacak şekilde yapılan 9 ebeveyn 6 (ana) x 3 (baba) denkleminde göre 18 melez kombinasyonu elde edilmiştir. Elde edilen melez tohumların 18 adedi ve ebeveynler yine sera şartlarında yetiştirilmiştir. Sera denemeleri "Tesadüf Blokları Deneme" desenine göre 1 m uzunluğunda parseller halinde üç tekrürlü olarak "Selçuk Üniversitesi Tam Kontrollü Bitki Islah Serası"nda 30 Mart 2018 tarihinde kurulmuştur. Hasat işlemi Ağustos ayı içerisinde gerçekleştirilmiştir. Araştırmada melezlerin ve ebeveynlerinin besin maddesi ihtiyacını karşılamak amacıyla bütün deneme alanına üniform bir şekilde dekara 15 kg DAP (Diamonyum Fosfat) gübresi verilmiştir. Yabancı ot mücadelesi elle ve çapayla mekanik olarak yapılmış ve bitkilerin su isteğine bağlı olarak damlama sulama 5 defa su verilmiştir. Bitkilerin yetiştirme süresince Tam Kontrollü Islah Serasının gündüz sıcaklığı 25 °C, gece sıcaklığı 18 °C, nisbi nem %50-55 ve rüzgâr hızı 5 km/saat olacak şekilde sabit tutulmuştur.

Araştırmada incelenen özelliklere ait ölçüm ve sayımlar ebeveyn ve F<sub>1</sub> melezlerinde her parselde 5 bitkiden elde edilmiştir. Araştırmada üzerinde durulan özellikler ait verilerin alınışı Ceyhan, (2004a) göre yapılmıştır. Araştırmada F<sub>1</sub> 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 and Chaudhary, 1979).

**Çizelge1.** Melezlemede kullanılan ebeveynlerin bazı özellikleri

**Table 1.** Some traits of parents used in the cross

Çeşit veya Hatlar	Bazı Tarımsal Özellikleri
<i>Phaseolus coccineus</i> L.	Yurt dışından temin edilmiş kurağa dayanıklı saf hattır (Kalloo, 1993).
Alberto	Türkiye’de en fazla yetiştirilen fasulye Kanada orjinli popülasyondur.
Great Northern 59	Erkenci ABD orijinli fasulye çeşididir.
PV05001	Konya ilinden toplanmış ve daha sonra tek bitki seleksiyonu ile saf hat elde edilmiştir. Ortalama 50-60 cm boylanır. Baklalar düz yassı, açık yeşil renkte, kılıksızdır. Tohum dermason tipinde ve rengi beyazdır (Ülker ve Ceyhan, 2008; Varankaya ve Ceyhan, 2012).
PV04042	Konya ilinden toplanmış ve daha sonra tek bitki seleksiyonu ile saf hat elde edilmiştir. Erkenci, bitki yarı sarılıcı bakla rengi açık yeşil ve üzeri pembe renkte mozaik, olgunlaşmada beyaz tane şekli dermason. Tane rengi beyazdır (Ülker ve Ceyhan, 2008; Varankaya ve Ceyhan, 2012).
PV04026	Konya ilinden toplanmış ve daha sonra tek bitki seleksiyonu ile saf hat elde edilmiştir. Dik gelişen ve 55-60 cm boylan, sülüksüz, çiçek rengi beyaz, bakla şekli düz, uçlara hafif kıvrık, horoz tipinde ve beyaz tohum rengine sahiptir beyazdır (Ülker ve Ceyhan, 2008; Varankaya ve Ceyhan, 2012).
PV04032	Karaman ilinden toplanmış ve daha sonra tek bitki seleksiyonu ile saf hat elde edilmiştir. Bodur-Dik ve bitki boyu 50-60 cm, çiçek rengi beyaz, baklanın şekli düz-ucu kıvrık, tane tipi horoz, tane rengi beyaz’dır (Ülker ve Ceyhan, 2008; Varankaya ve Ceyhan, 2012).
PV05011	Aksaray ilinden toplanmış ve daha sonra tek bitki seleksiyonu ile saf hat elde edilmiştir. Dik gelişen ve 50 cm boylan, sülüklü, çiçek rengi beyaz, bakla şekli düz, uçlara hafif kıvrık, dermason tipinde ve beyaz tohum rengine sahiptir (Ülker ve Ceyhan, 2008; Varankaya ve Ceyhan, 2012).
PV05023	Konya ilinden toplanmış ve daha sonra tek bitki seleksiyonu ile saf hat elde edilmiştir. Dik gelişen ve 50 cm boylan, sülüksüz, çiçek rengi beyaz, bakla şekli düz, uçlara hafif kıvrık, beyaz tohum rengine sahiptir (Ülker ve Ceyhan, 2008; Varankaya ve Ceyhan, 2012).

**BULGULAR VE TARTIŞMA**

Araştırmada incelenen özelliklere ait çoklu dizi varyans analizi kareler ortalaması Çizelge 2’de, genel ve özel kombinasyon varyansları bunların birbirine oranları, eklemeli ve dominantlık varyansları ve bunların oransal ilişkileri Çizelge 3’de verilmiştir.

Araştırmada incelenen tüm özellikler için hesaplanan varyans analizinde genotiplerin, ebeveynlerin ve melezlerin kareler ortalamalarının istatistiki bakımdan önemli olduğu bulunmuştur. Hatlar arasında yüz tane ağırlığı hariç diğer özelliklerin hepsinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Testerler arasında ise bakla sayısı, baklada tane sayısı ve yüz tane ağırlığı hariç diğer tüm özelliklerde istatistiki bakımdan önemli farklılıklar bulunmuştur. Hat x Tester interaksyonuna ait varyanslar içinde ise tüm özelliklerde çok önemli farklılıklar belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 3 incelendiğinde çalışmada incelenen tüm özelliklerde F<sub>1</sub> melezlerinde  $\sigma^2_{GKY} / \sigma^2_{ÖKY}$  oranlarının 1’den küçük ve (H/D)<sup>1/2</sup> oranının da 1’den

büyük çıkması bize eklemeli olmayan gen etkisinin yani dominant gen etkisinin bu özelliğin kalıtımında etkili olduğunu göstermektedir. Oliveira Junior et al. (1997), Barelli et al. (2000), Ceyhan et al. (2014b) fasulye bitkisinin bitki boyunun kalıtımında eklemeli olmayan gen etkisinin ve dominant gen etkisinin etkili olduğunu bildirmişlerdir. Ceyhan et al. (2014b) fasulyede bitkide tane sayısının ve tane veriminin kalıtımında eklemeli olmayan gen etkisinin ve dominant gen etkisinin etkili olduğunu bildirmiştir. Ancak Rodrigues et al. (1998), Barelli et al. (2000), Ceyhan et al. (2014b) ise bizim çalışmanın tersine fasulyede bitkide bakla sayısının kalıtımında eklemeli gen etkisinin etkili olduğunu bildirmiştir. Yine Zimmermann et al. (1985), Singh and Urrea (1994), Oliveira Junior et al. (1997), Rodrigues et al. (1998), Barelli et al. (2000) ise fasulye bitkisinin tane veriminin kalıtımında eklemeli gen etkisinin ve dominant gen etkisinin etkili olduğunu bildirmişlerdir.

**Çizelge 2.** Fasulye F<sub>1</sub> melezlerinde incelenen tane verimi ve bazı verim özellikleri için çoklu dizi analiz metoduyla hesaplanan kareler ortalamaları

**Table 2.** The average of squares calculated by line x tester method for seed yield and its components in F<sub>1</sub> hybrids of beans

Varyasyon Kaynakları	SD	Bitki Boyu	Bakla Sayısı	Baklada Tane Sayısı
Tekerrür	2	0.858	3.012	0.109
Genotipler	27	734.035**	92.871**	0.799**
Ebeveynler	8	1720.520**	50.176**	1.015**
Melezler	17	270.716**	79.407**	0.620**
Ebev. x Melez İnt.	1	1452.605**	756.173**	2.900**
Hatlar	5	165.042*	189.763**	1.196**
Testerler	2	1616.415**	70.296	0.592
Hat x Testerler İnt.	10	54.414**	26.052**	0.338**
Hata	52	13.978	2.576	0.073
Varyasyon Kaynakları	SD	Bitkide Tane Sayısı	Yüz Tane Ağırlığı	Tane Verimi
Tekerrür	2	282.111	0.167	13.896
Genotipler	27	734.617**	29.359**	159.244**
Ebeveynler	8	358.093**	79.454**	234.918**
Melezler	17	747.483**	8.839**	94.830**
Ebev.x Melez İnt.	1	4262.722**	6.799**	808.138**
Hatlar	5	1616.774**	7.635	120.584*
Testerler	2	1610.907**	20.011	288.405**
Hat x Testerler İnt.	10	140.152**	7.207**	43.238*
Hata	52	11.983	0.271	19.516

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

**Çizelge 3.** Fasulye F<sub>1</sub> melezlerinde incelenen özellikler için genel kombinasyon yeteneği varyans tahmini ( $\sigma^2$ GKY), özel kombinasyon yeteneği varyans tahmini ( $\sigma^2$ ÖKY), eklemeli varyans ( $\sigma^2$ D), dominantlık varyans ( $\sigma^2$ H) ile oransal ilişkileri

**Table 3.** Estimation of GCA variance, estimation of SCA variance estimation, additive variance, proportional relationship with dominance variance in parents and F<sub>1</sub> hybrids of beans

Özellikler	$\sigma^2$ GKY	$\sigma^2$ ÖKY	$\sigma^2$ GKY/ $\sigma^2$ ÖKY	$\sigma^2$ D	$\sigma^2$ H	(H/D) <sup>1/2</sup>
Bitki Boyu	6.485	192.841	0.034	12.971	13.479	1.019
Bakla Sayısı	1.600	29.332	0.055	3.199	7.825	1.564
Baklada Tane Sayısı	0.008	0.203	0.042	0.017	0.088	2.283
Bitkide Tane Sayısı	18.209	352.000	0.052	36.418	42.723	1.083
Yüz Tane Ağırlığı	1.547	42.195	0.037	3.094	7.908	1.599
Tane Verimi	0.049	3.733	0.013	0.098	2.312	4.860

#### Bitki boyu

Araştırmada ebeveynlerin bitki boylarının 42.43 (PV04145) ile 119.47 cm (*Phaseolus coccineus* L.), F<sub>1</sub> melezlerinde ise 54.93 cm (PV04035 x Alberto.) ile 87.33 cm (PV04086 x *P. coccineus* L.) arasında yer aldığı belirlenmiştir (Çizelge 4). Birçok araştırmacı bizim araştırma sonuçlarımıza benzer sonuçlar elde etmişlerdir (Genchev, 1995; Ceyhan, 2004b; Ülker

ve Ceyhan, 2008; Ceyhan, 2012; Ceyhan et al., 2014b; Tamüksek and Ceyhan, 2020).

Bitki boyu için GKY incelendiğinde PV04092 hattı önemli ve pozitif ( $p < 0.01$ ), PV04035 ( $p < 0.01$ ) hattı ise negatif ve önemli GKY göstermişlerdir. Testerlerden *Phaseolus coccineus* L. çeşidi pozitif ve önemli ( $p < 0.01$ ) etkiye sahipken, Alberto ve Great Northern 59 çeşitleri negatif ve önemli ( $p < 0.01$ ) etkiye sahiptirler (Çizelge 4).

**Çizelge 4.** Fasulye ebeveyn ve F<sub>1</sub> melezlerinde bitki boyuna ait ortalamalar, GKY, ÖKY, heterosis (Hs), heterobeltiosis (Hb) ve kalıtım dereceleri**Table 4.** Plant height, GCA values, SCA values, heterosis (%) values, heterobeltiosis (%) values, broad and narrow inheritance in parents and F<sub>1</sub> hybrids of beans

Ebeveynler	Ortalamalar (cm)	GKY	ÖKY	Hs (%)	Hb (%)		
PV04035	44.77	-5.791**					
PV04086	53.10	1.898					
PV04092	55.67	6.298**					
PV04145	42.43	1.843					
PV04001	44.43	-3.235**					
PV04023	47.67	-1.013					
<i>Phaseolus coccineus</i> L.	119.47	10.909**					
Alberto	54.53	-6.191**					
Great Northern 59	49.50	-4.719**					
<b>F<sub>1</sub> Melezleri</b>							
PV04035 x <i>P. coccineus</i> L.	69.40		-1.543	-15.49*	-41.91**		
PV04035 x Great Northern 59	55.77		1.924	12.32	2.26		
PV04035 x Alberto	54.93		-0.381	16.55	10.98		
PV04086 x <i>P. coccineus</i> L.	87.33		8.702**	1.22	-26.90**		
PV04086 x Great Northern 59	57.00		-4.531**	5.92	4.52		
PV04086 x Alberto	58.83		-4.170	14.68	10.80		
PV04092 x <i>P. coccineus</i> L.	84.67		1.635	-3.31	-29.13**		
PV04092 x Great Northern 59	65.17		-0.765	18.27*	17.07**		
PV04092 x Alberto	66.53		-0.870	26.53*	19.52**		
PV04145 x <i>P. coccineus</i> L.	77.00		-1.576	-4.88	-35.55**		
PV04145 x Great Northern 59	60.57		-0.909	24.92*	11.06		
PV04145 x Alberto	65.43		2.485	42.35**	32.19**		
PV05001 x <i>P. coccineus</i> L.	68.33		-5.165**	-16.62*	-42.80**		
PV05001 x Great Northern 59	59.87		3.469	20.98*	9.78		
PV05001 x Alberto	59.57		1.696	26.83*	20.34**		
PV05023 x <i>P. coccineus</i> L.	73.67		-2.054	-11.85**	-38.34**		
PV05023 x Great Northern 59	59.43		0.813	16.31**	8.99		
PV05023 x Alberto	61.33		1.241	26.24**	23.91**		
LSD %1:	8.163	Ortalama Hs %:	12.03	h <sup>2</sup> :	0.42	SH (Hatlar):	1.553
LSD %5:	6.124	Ortalama Hb %:	-0.07	H <sup>2</sup> :	0.95	SH (Testerler):	0.777
						SH (ÖKK):	4.659

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

Melezlerin ÖKY etkilerine bakıldığında F<sub>1</sub> generasyonunda, "PV04086 x *P. coccineus* L." ( $p < 0.01$ ) melezi pozitif ve önemli ÖKY etkisine sahip olurken, bu kombinasyon yüksek bitki boyu için, "PV05001 x *P. coccineus* L." ve "PV04086 x Great Northern 59" ( $p < 0.01$ ) melezleri negatif ve önemli ÖKY etkisine sahip olurken, bu kombinasyonlar ise kısa veya orta bitki boyu için ıslah çalışmalarında kullanılabilir genotipler olarak belirlenmiştir (Çizelge 4). Bu özellik üzerine araştırmalar yapan Rodrigues et al. (1998), Barelli et al. (1999), Ceyhan (2004a), Ceyhan et al. (2008a), Ceyhan et al. (2014b), Tamüksek and Ceyhan (2020) farklı sayıda ebeveyn ve melezlerin GKY ve ÖKY değerlerini önemli olarak tespit etmişlerdir.

F<sub>1</sub> generasyonunda belirlenen ortalama heterosis değeri %12.03, heterobeltiosis değeri ise %-0.07'dir. Heterosis değerleri %-16.62 (PV05001 x *P.*

*coccineus* L.) ile %42.35 (PV04145 x Alberto) arasında, heterobeltiosis değerleri ise %-41.91 (PV04035 x *P. coccineus* L.) ile %32.19 (PV04145 x Alberto) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4). Bitki boyu için heterosis ve heterobeltiosis değerlerini inceleyen Rodrigues et al. (1998), Baralli et al. (1999), Ceyhan (2004a), Ceyhan et al. (2008a), Ceyhan et al. (2014b), Tamüksek and Ceyhan (2020) bu araştırmada elde ettiğimiz sonuçlara benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

F<sub>1</sub> melezlerinde bitki boyunun geniş anlamda kalıtım derecesinin (0.95) yüksek olarak hesaplanması (Çizelge 4), bu özelliğe çevre varyansının etkisinin yüksek olduğunu belirtmektedir. Buda bize bitki boyu bakımından seleksiyonun ileriki generasyonda yapılması gerektiğini göstermektedir.

**Bakla sayısı**

Bitkide bakla sayısının ebeveynlerde 19.33 (PV04035) ile 33.33 (*Phaseolus coccineus* L.) adet, F<sub>1</sub> generasyonunda ise 24.00 (PV05001 x Alberto) ile 37.33 adet (PV04145 x Alberto) arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 5). Bu araştırma sonuçları ile Ceyhan (2004b), Ülker ve Ceyhan (2008), Varankaya ve Ceyhan (2012), Ceyhan et al. (2014b), Tamüksek and Ceyhan (2020)'in yaptığı çalışmalar arasında büyük oranda benzerlik bulunmaktadır.

GKK incelendiğinde PV04145 (p<0.05) hattı önemli ve pozitif etkiye sahiptir (Çizelge 5). Araştırma da GKK etki değeri pozitif ve önemli olan PV04145 hattı fasulyede bakla sayısını arttırmaya yönelik ebeveyn olarak önerilebilir.

F<sub>1</sub> generasyonunda melezlerin ÖKY etkilerine bakıldığında, "PV05001 x *P. coccineus* L." ve "PV05023 x *P. coccineus* L." (p<0.05) melezleri pozitif ve önemli ÖKY etkisine sahip olurken, "PV05001 x Alberto" (p<0.05) melezi ise negatif ve önemli ÖKY etkisine sahiptir (Çizelge 5). Pozitif ve önemli ÖKY etkisine sahip olan melezler bitkide bakla sayısını arttırmada kullanılacak uygun genotip olarak ortaya çıkmaktadırlar. Mukhtar and Coyne (1981), Rodrigues et al. (1998), Barelli et al. (2000), Ceyhan (2004a), Ceyhan et al. (2014b), Tamüksek and Ceyhan (2020) da bitkide bakla sayısı, ebeveyn ve melezlerin GKY ve ÖKY etkileri bakımından araştırma bulgularımıza benzer sonuçlar rapor etmişlerdir.

**Çizelge 5.** Fasulye ebeveyn ve F<sub>1</sub> melezlerinde bakla sayısına ait ortalamalar, GKY, ÖKY, heterosis (Hs), heterobeltiosis (Hb) ve kalıtım dereceleri

**Table 5.** Number of pods per plant, GCA values, SCA values, heterosis (%) values, heterobeltiosis (%) values, broad and narrow inheritance in parents and F<sub>1</sub> hybrids of beans

Ebeveynler	Ortalamalar (adet)	GKY	ÖKY	Hs (%)	Hb (%)		
PV04035	19.33	-4.963**					
PV04086	20.00	4.593**					
PV04092	23.00	-3.741**					
PV04145	24.67	6.481**					
PV04001	25.67	-1.852**					
PV04023	23.33	-0.519					
<i>Phaseolus coccineus</i> L.	33.33	2.259**					
Alberto	22.33	-1.407**					
Great Northern 59	22.67	-0.852**					
<b>F<sub>1</sub> Melezleri</b>							
PV04035 x <i>P. coccineus</i> L.	25.00		-2.593**	-5.06	-25.00**		
PV04035 x Great Northern 59	24.33		0.407	16.80**	8.96		
PV04035 x Alberto	26.67		2.185**	26.98**	17.65**		
PV04086 x <i>P. coccineus</i> L.	36.00		-1.148	35.00**	8.00*		
PV04086 x Great Northern 59	32.33		-1.148	52.76**	44.78**		
PV04086 x Alberto	36.33		2.296**	70.31**	60.29**		
PV04092 x <i>P. coccineus</i> L.	27.67		-1.148	-1.78	-17.00**		
PV04092 x Great Northern 59	27.33		2.185**	20.59**	18.84**		
PV04092 x Alberto	24.67		-1.037	8.03*	7.25		
PV04145 x <i>P. coccineus</i> L.	36.33		-2.704**	25.29**	9.00*		
PV04145 x Great Northern 59	36.67		1.296	56.03**	48.65**		
PV04145 x Alberto	37.33		1.407	57.75**	51.35**		
PV05001 x <i>P. coccineus</i> L.	34.67		3.963**	17.51**	4.00		
PV05001 x Great Northern 59	26.67		-0.370	11.11*	3.90		
PV05001 x Alberto	24.00		-3.593**	-0.69	-6.49		
PV05023 x <i>P. coccineus</i> L.	35.67		3.630**	25.88**	7.00		
PV05023 x Great Northern 59	26.00		-2.370**	13.87**	11.43*		
PV05023 x Alberto	27.67		-1.259	20.29**	18.57**		
LSD %1:	3.505	Ortalama Hs %:	25.32	h <sup>2</sup> :	0.27	SH (Hatlar):	0.286
LSD %5:	2.629	Ortalama Hb %:	16.45	H <sup>2</sup> :	0.97	SH (Testerler):	0.143
						SH (ÖKK):	0.859

\*: p < 0.05; \*\*: p < 0.01

Heterosis değerlerinin %-5.06 (PV04035 x *P. coccineus* L.) ile %70.31 (PV04086 x Alberto.)

arasında, heterobeltiosis değerlerinin ise %-25.00 (PV04035 x *P. coccineus* L.) ile %60.29 (PV04086 x

Alberto.) arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 5). Heterosis ve heterobeltiosis değerlerini bitkide bakla sayısı için inceleyen Ceyhan (2004a), Ceyhan et al. (2008a), Ceyhan et al. (2014b), Tamüksek and Ceyhan (2020) bu özellik için önemli, negatif aynı zamanda pozitif heterosis ve heterobeltiosis değerleri ortaya koymuştur.

Bu özellik için geniş anlamda kalıtım derecesinin yüksek (0.97) ve dar anlamda kalıtım derecesinin düşük (0.27) çıkması baklada tane sayısının çevreden oldukça etkilendiğini göstermekte (Çizelge 5) ve bundan dolayı seleksiyona 3-4 generasyon sonra başlanması uygun olacaktır.

### Baklada tane sayısı

Baklada tane sayısının ebeveynlerde 2.99 (*Phaseolus coccineus* L) ile 4.87 adet (Alberto); F<sub>1</sub> melezlerinde ise 309 (PV04086 x Alberto) ile 4.63 adet (PV04035 x *P. coccineus* L.) arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge6). Yapılan diğer

çalışmalarda da araştırma sonuçlarımıza benzer sonuçlar elde edilmiştir (Genchev, 1995; Ceyhan, 2004b; Ülker ve Ceyhan, 2008; Ceyhan et al., 2014b; Tamüksek and Ceyhan, 2020).

Baklada tane sayısı bakımından GKY incelendiğinde, F<sub>1</sub> generasyonunda Alberto, PV04035 ve PV04001 hatları pozitif ve önemli değere sahipken; PV04086 ve Great Northern 59 hatları önemli ve negatif değere sahiptirler. Testerlerden Alberto çeşidinde pozitif ve önemli (p<0.01) etki belirlenmiştir (Çizelge 6). GKY bakıldığında pozitif önemli çıkan PV04001 ve PV04035 hattı ile Alberto çeşidi bu özellik için yapılacak ıslah çalışmalarında kullanılabilir uygun ebeveynler olarak tespit edilmiştir. Melezlerin ÖKY etkilerine bakıldığında F<sub>1</sub> generasyonunda, "PV05001 x Alberto" ve "PV04035 x *P. coccineus* L." melezleri pozitif ve önemli etki göstermiştir ve ıslah çalışmalarında kullanılabilir pozitif genotip olarak belirlenmiştir (Çizelge 6).

**Çizelge 6.** Fasulye ebeveyn ve F<sub>1</sub> melezlerinde baklada tane sayılarına ait ortalamalar, GKY, ÖKY, heterosis (Hs), heterobeltiosis (Hb) ve kalıtım dereceleri

**Table 6.** Number of seeds per pod, GCA values, SCA values, heterosis (%) values, heterobeltiosis (%) values, broad and narrow inheritance in parents and F<sub>1</sub> hybrids of beans

Ebeveynler	Ortalamalar (adet)	GKY	ÖKY	Hs (%)	Hb (%)		
PV04035	4.61	0.331**					
PV04086	3.91	-0.536**					
PV04092	4.00	-0.105					
PV04145	4.47	-0.078					
PV04001	3.90	0.490**					
PV04023	3.96	-0.102					
<i>Phaseolus coccineus</i> L.	2.99	0.040					
Alberto	4.87	0.158**					
Great Northern 59	4.75	-0.198**					
<b>F<sub>1</sub> Melezleri</b>							
PV04035 x <i>P. coccineus</i> L.	4.63		0.503**	22.01**	0.60		
PV04035 x Great Northern 59	4.15		-0.098	-12.37**	-14.73**		
PV04035 x Alberto	3.49		-0.406**	-25.45**	-26.57**		
PV04086 x <i>P. coccineus</i> L.	3.28		0.019	-4.80**	-15.99**		
PV04086 x Great Northern 59	3.30		-0.085	-24.87**	-32.28**		
PV04086 x Alberto	3.09		0.066	-28.57**	-34.89**		
PV04092 x <i>P. coccineus</i> L.	3.62		-0.079	3.43**	-9.66		
PV04092 x Great Northern 59	3.80		-0.017	-14.39**	-22.00**		
PV04092 x Alberto	3.55		0.096	-18.79**	-25.17**		
PV04145 x <i>P. coccineus</i> L.	3.89		0.169	4.36**	-12.90*		
PV04145 x Great Northern 59	3.66		-0.180	-21.57**	-24.81**		
PV04145 x Alberto	3.50		0.010	-24.17**	-26.42**		
PV05001 x <i>P. coccineus</i> L.	3.78		-0.510**	9.69**	-3.14		
PV05001 x Great Northern 59	4.48		0.068	2.08**	-8.05		
PV05001 x Alberto	4.49		0.441**	3.87**	-5.38		
PV05023 x <i>P. coccineus</i> L.	3.60		-0.103	3.47**	-9.21		
PV05023 x Great Northern 59	4.13		0.311	-6.50**	-15.22**		
PV05023 x Alberto	3.25		-0.207	-25.29**	-31.49**		
LSD %1:	0.590	Ortalama Hs %:	-9.99	H <sup>2</sup> :	0.13	SH (Hatlar):	0.008
LSD %5:	0.442	Ortalama Hb %:	-17.66	H <sup>2</sup> :	0.88	SH (Testerler):	0.004
						SH (ÖKK):	0.024

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

Heterosis değerleri %-28.57 (PV04086 x Alberto) ile %22.01 (PV04035 x *P. coccineus* L.) arasında, heterobeltiosis değerleri ise %-34.89 (PV04086 x Alberto) ile %0.60 (PV04035 x *P. coccineus* L.) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 6).

Dar anlamda kalıtım derecesinin düşük olması (0.13) baklada tane sayısının ortaya çıkmasında çevrenin etkisinin daha yüksek olduğunu göstermektedir (Çizelge 6). Baklada tane sayısının kalıtımında eklemeli olmayan gen etkilerinin önemli olması seleksiyona ileriki generasyonlarda başlanması gerektiğini ifade etmektedir.

#### Bitkide tane sayısı

Bitkide tane sayısının ebeveynlerde 77.00 (PV04086) ile 110.00 adet (PV04145), F<sub>1</sub> generasyonunda ise 87.67 (PV04092 x Alberto) ile 133.67 adet (PV04145 x Great Northern 59) arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 7). Araştırma

sonuçlarımız Ülker ve Ceyhan (2008a), Tamüksek and Ceyhan (2020)'ın sonuçları ile uyum içinde yer almıştır.

Bitkide tane sayılarının PV04086 ve Alberto hariç GKY değerlerinin önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 7). F<sub>1</sub> generasyonunda melezlerin ÖKY etkilerine bakıldığında, "PV04086 x Alberto", "PV04092 x Great Northern 59", "PV04145 x Alberto" ve "PV05023 x *P. coccineus* L." melezleri pozitif ve önemli ÖKK etkisine sahipken, "PV04086 x *P. coccineus* L.", "PV04086 x Great Northern 59", "PV04092 x *P. coccineus* L." ve "PV05023 x Alberto" melezleri ise negatif ve önemli ÖKY etkiye sahiptir (Çizelge 7). F<sub>1</sub> generasyonunda "PV04086 x Alberto", "PV04092 x Great Northern 59" ve "PV04145 x Alberto" melezleri pozitif ve yüksek ÖKY etkisine sahip olduğu için bitkide tane sayısının artırılmasında kullanılabilir uygun melez olarak gözlemlenmiştir. Benzer sonuçlar Tamüksek and Ceyhan (2020) tarafından da bildirilmiştir.

**Çizelge 7.** Fasulye ebeveyn ve F<sub>1</sub> melezlerinde bitkide tane sayısına ait ortalamalar, GKY, ÖKY, heterosis (Hs), heterobeltiosis (Hb) ve kalıtım dereceleri

**Table 7.** Number of seeds per plant, GCA values, SCA values, heterosis (%) values, heterobeltiosis (%) values, broad and narrow inheritance in parents and F<sub>1</sub> hybrids of beans

Ebeveynler	Ortalamalar (adet)	GKY	ÖKY	Hs (%)	Hb (%)		
PV04035	88.67	-9.352**					
PV04086	77.00	-0.241					
PV04092	91.00	-15.463**					
PV04145	110.00	22.537**					
PV04001	100.00	6.759**					
PV04023	92.33	-4.241**					
<i>Phaseolus coccineus</i> L.	99.67	9.759**					
Alberto	108.67	-0.630					
Great Northern 59	107.33	-9.130**					
<b>F<sub>1</sub> Melezleri</b>							
PV04035 x <i>P. coccineus</i> L.	115.67		2.685	22.83**	16.05**		
PV04035 x Great Northern 59	101.00		-1.593	2.36	-7.06**		
PV04035 x Alberto	93.00		-1.093	-5.10	-13.35**		
PV04086 x <i>P. coccineus</i> L.	118.00		-4.093**	33.58**	18.39**		
PV04086 x Great Northern 59	106.67		-5.037**	14.90*	-1.84		
PV04086 x Alberto	112.33		9.130**	21.88**	4.66		
PV04092 x <i>P. coccineus</i> L.	100.00		-6.870**	4.90	0.33		
PV04092 x Great Northern 59	103.67		7.185**	3.84	-4.60		
PV04092 x Alberto	87.67		-0.315	-11.60*	-18.32**		
PV04145 x <i>P. coccineus</i> L.	141.33		-3.537	34.82**	28.48**		
PV04145 x Great Northern 59	133.67		-0.815	22.26**	21.52**		
PV04145 x Alberto	130.33		4.352**	19.94**	18.48**		
PV05001 x <i>P. coccineus</i> L.	131.00		1.907	31.22**	31.00**		
PV05001 x Great Northern 59	119.33		0.630	14.38**	9.82**		
PV05001 x Alberto	107.67		-2.537	3.86	0.31		
PV05023 x <i>P. coccineus</i> L.	128.00		9.907**	33.33**	28.43**		
PV05023 x Great Northern 59	107.33		-0.370	6.80**	-1.23		
PV05023 x Alberto	89.67		-9.537**	-10.18**	-16.46**		
LSD %1:	7.558	Ortalama Hs %:	12.29	h <sup>2</sup> :	0,44	SH (Hatlar):	1.331
LSD %5:	5.670	Ortalama Hb %:	5.48	H <sup>2</sup>	0,98	SH (Testerler):	0.666
						SH (ÖKY):	3.994

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



Heterosis değerleri %-11.60 (PV04092 x Alberto) ile %34.82 (PV04145 x *P. coccineus* L.) arasında, heterobeltiosis değerleri ise %-16.46 (PV05023 x Alberto) ile %31.00 (PV05001 x *P. coccineus* L.) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 7).

Bitkide tane sayısı için F<sub>1</sub> generasyonun da geniş anlamda kalıtım derecesinin (0.98) yüksek ve dar anlamda kalıtım derecesinin (0.44) ise orta düzeyde olması baklada tane sayısının çevreden oldukça fazla etkilendiğini belirtmektedir (Çizelge 7). Bu nedenle bitkide tane sayısı bakımından seleksiyona 3-4 generasyon sonra başlanması daha uygun olacaktır.

#### Yüz tane ağırlığı

Ebeveynlerin yüz tane ağırlıkları 28.47 g (PV04023) ile 44.78 g (*Phaseolus coccineus* L.), F<sub>1</sub>melezlerinin ise 28.22 g (PV05023 x Alberto) ile

33.48 g (PV04035 x Alberto) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 8). Bazı araştırmalarda bizim araştırma sonuçlarına benzer sonuçlar elde etmişlerdir (Genchev, 1995; Ülker ve Ceyhan, 2008; Ceyhan et al., 2014b; Tamüksek and Ceyhan, 2020).

Araştırmada yüz tane ağırlığı bakımından GKY incelendiğinde “PV04035” ve “*Phaseolus coccineus* L.” hatları önemli ve pozitif değere sahipken, beş hat önemli ve negatif değere sahiptirler. Testerlerden “*Phaseolus coccineus* L.” çeşidi pozitif ve önemli etki gösterirken, Alberto ve Great Northern 59 çeşidinin ise negatif ve önemli etkisi belirlenmiştir (Çizelge 8). GKY dikkate alındığında, yüz tane ağırlığının artırılmasında F<sub>1</sub> generasyonunda pozitif ve önemli bulunan “PV04035” ve “*Phaseolus coccineus* L.” bu özellik için yapılacak melezleme çalışmalarında kullanılabilir uygun ebeveynler olarak ön plana çıkmışlardır.

**Çizelge 8.** Fasulye ebeveyn ve F<sub>1</sub> melezlerinde yüz tane ağırlığına ait ortalamalar, GKY, ÖKY, heterosis (Hs), heterobeltiosis (Hb) ve kalıtım dereceleri

**Table 8.** 100-seed weight, GCA values, SCA values, heterosis (%) values, heterobeltiosis (%) values, broad and narrow inheritance in parents and F<sub>1</sub> hybrids of beans

Ebeveynler	Ortalamalar (g)	GKY	ÖKY	Hs (%)	Hb (%)		
PV04035	30.40	1.733**					
PV04086	28.73	0.292					
PV04092	29.59	-0.814**					
PV04145	31.17	-0.387**					
PV04001	28.50	-0.372**					
PV04023	28.47	-0.452					
<i>Phaseolus coccineus</i> L.	44.78	1.214**					
Alberto	30.80	-0.527**					
Great Northern 59	29.35	-0.687**					
<b>F<sub>1</sub> Melezleri</b>							
PV04035 x <i>P. coccineus</i> L.	33.14		-0.502	-11.84**	-25.99**		
PV04035 x Great Northern 59	30.66		-1.241**	0.19	-0.45		
PV04035 x Alberto	33.48		1.743**	12.08**	10.13**		
PV04086 x <i>P. coccineus</i> L.	32.81		0.606**	-10.74**	-26.73**		
PV04086 x Great Northern 59	31.51		1.053**	5.87**	2.32		
PV04086 x Alberto	28.64		-1.659**	-1.38**	-2.41		
PV04092 x <i>P. coccineus</i> L.	31.70		0.608**	-14.73**	-29.20**		
PV04092 x Great Northern 59	29.31		-0.044	-2.93**	-4.84**		
PV04092 x Alberto	28.63		-0.564	-2.84**	-3.23*		
PV04145 x <i>P. coccineus</i> L.	31.70		0.182	-16.51**	-29.20**		
PV04145 x Great Northern 59	29.93		0.145	-3.42**	-3.99**		
PV04145 x Alberto	29.29		-0.327	-3.19**	-6.02**		
PV05001 x <i>P. coccineus</i> L.	29.18		-2.354**	-20.34**	-34.82**		
PV05001 x Great Northern 59	30.01		0.210	1.21**	-2.58		
PV05001 x Alberto	31.78		2.144**	9.88**	8.29**		
PV05023 x <i>P. coccineus</i> L.	32.92		1.459**	-10.13**	-26.49**		
PV05023 x Great Northern 59	29.59		-0.123	-0.15**	-3.92**		
PV05023 x Alberto	28.22		-1.336**	-2.39**	-3.84*		
LSD %1 :	1.137	Ortalama Hs %:	-3.31	h <sup>2</sup> :	0.04	SH (Hatlar):	0.030
LSD %5 :	0.853	Ortalama Hb %:	-8.72	H <sup>2</sup> :	0.97	SH (Testerler):	0.015
						SH (ÖKK):	0.090

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

Melezlerin ÖKY etkilerine bakıldığında F<sub>1</sub> generasyonunda, on melez istatistiki bakımdan önemli ÖKY etkisi gösterdiği belirlenmiştir. Pozitif ve önemli ÖKY etkisi gösteren altı melez tespit edilirken; negatif ve önemli dört melez tespit edilmiştir. Bu melezler bu amaçla yapılacak ıslah çalışmalarında kullanılabilir genotip olarak belirlenmişlerdir (Çizelge 8).

Heterosis değerleri %-20.34 (PV05001 x *P. coccineus* L.) ile %12.08 (PV04035 x Alberto) arasında, heterobeltiosis değerleri ise %-26.49 (PV05023 x *P. coccineus* L.) ile % 10.13 (PV04035 x Alberto) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 8). Heterosis ve heterobeltiosis değerlerini bitkide bakla sayısı için inceleyen Ceyhan (2004a), Ceyhan et al. (2008a), Ceyhan et al. (2014b), Tamüksek and Ceyhan (2020) bu özellik için önemli,

negatif aynı zamanda pozitif heterosis ve heterobeltiosis değerleri ortaya koymuştur.

F<sub>1</sub> generasyonunda yüz tane ağırlığı için geniş anlamda kalıtım derecesinin (0.97) yüksek olması (Çizelge 8) çevre varyansından etkilendiğini gösterirken seleksiyon işleminin ileriki dönemlerde yapılması daha uygun olacağı ortaya çıkmaktadır.

#### Tane verimi

Bitki tane veriminin beveylerde 23.11 (PV04086) ile 54.63 g (*Phaseolus coccineus* L.), F<sub>1</sub> melezlerinde ise 31.32 (PV05023 x Alberto) ile 51.13 g (PV05023 x *P. coccineus* L.) arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 9). Araştırma sonuçlarımız ile Genchev (1995), Ülker ve Ceyhan (2008), Ceyhan et al. (2014b) ve Tamüksek and Ceyhan (2020)'ın sonuçları birbiriyle uyum içerisindedir.

**Çizelge 9.** Fasulye ebeveyn ve F<sub>1</sub> melezlerinde tane verimine ait ortalamalar, GKY, ÖKY, heterosis (Hs), heterobeltiosis (Hb) ve kalıtım dereceleri

**Table 9.** Seed yield, GCA values, SCA values, heterosis (%) values, heterobeltiosis (%) values, broad and narrow inheritance in parents and F<sub>1</sub> hybrids of beans

Ebeveynler	Ortalamalar (g/bitki)	GKY	ÖKY	Hs (%)	Hb (%)		
PV04035	29.96	-0.549					
PV04086	23.11	0.020					
PV04092	31.93	-4.750**					
PV04145	35.28	6.515**					
PV04001	37.51	0.059					
PV04023	27.29	-1.296					
<i>Phaseolus coccineus</i> L.	54.63	4.456**					
Alberto	36.13	-1.165					
Great Northern 59	34.17	-3.291**					
<b>F<sub>1</sub> Melezleri</b>							
PV04035 x <i>P. coccineus</i> L.	45.35		0.298	7.23	-16.99*		
PV04035 x Great Northern 59	36.65		-2.785	10.92	1.44		
PV04035 x Alberto	39.79		2.487	24.11	16.46		
PV04086 x <i>P. coccineus</i> L.	45.06		-0.566	15.91	-17.53*		
PV04086 x Great Northern 59	41.28		1.275	39.35	14.26		
PV04086 x Alberto	37.17		-0.708	29.77	8.78		
PV04092 x <i>P. coccineus</i> L.	41.37		0.517	-4.42	-24.27**		
PV04092 x Great Northern 59	35.39		0.155	3.99	-2.05		
PV04092 x Alberto	32.43		-0.672	-1.87	-5.08		
PV04145 x <i>P. coccineus</i> L.	50.15		-1.963	11.57	-8.19		
PV04145 x Great Northern 59	48.32		1.821	35.33	33.75**		
PV04145 x Alberto	44.51		0.143	28.19	26.17*		
PV05001 x <i>P. coccineus</i> L.	40.55		-5.107	-11.97	-25.77**		
PV05001 x Great Northern 59	41.16		1.120	11.79	9.73		
PV05001 x Alberto	41.90		3.987	16.91	11.70		
PV05023 x <i>P. coccineus</i> L.	51.13		6.822**	24.82**	-6.41		
PV05023 x Great Northern 59	37.10		-1.586	17.00**	2.70		
PV05023 x Alberto	31.32		-5.237**	1.93**	-8.33		
LSD %1:	9.645	Ortalama Hs %:	14.07	h <sup>2</sup> :	0.18	SH (Hatlar):	2.168
LSD %5:	7.236	Ortalama Hb %:	1.52	H <sup>2</sup> :	0.79	SH (Testerler):	1.084
						SH (ÖKK):	6.505

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

Bitki tane verimlerine GKY etki değerine bakıldığında hatlar arasında PV04145 ve *Phaseolus*

*coccineus* L hatları önemli ( $p < 0.01$ ) ve pozitif değere sahipken, PV04092 ve Great Northern 59 hatlarının

negatif ve önemli ( $p < 0.01$ ) etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 9). Anaçların GKY'leri dikkate alındığında PV04145 ve *Phaseolus coccineus* L. hatlarının tane verimi özelliği yönüyle bu bölgedeki ıslah çalışmalarında anaç olarak değerlendirilebileceği görülmektedir. Bu hatların, tane verimini artırıcı etkilerinden dolayı, yüksek verimli çeşitlerin elde edilmesinde ümit var ebeveynler oldukları anlaşılmaktadır.

F<sub>1</sub> generasyonunda melezlerin ÖKY etkilerine bakıldığında "PV05023 x *P. coccineus* L" melezi pozitif ve önemli ( $p < 0.01$ ) ÖKY etkisine sahiptir ve bu nedenle ileriki generasyonlarda tane verimi için ıslah potansiyeli olan genotip olarak ortaya çıkmaktadır (Çizelge 9). Bulgularımıza benzer sonuçlar, bu konuda çalışan Zimmermann et al. (1985), Oliveira Junior et al. (1997), Rodrigues et al. (1998), Barelli et al. (2000), Ceyhan et al. (2014b), Tamüksek and Ceyhan (2020) tarafından da tespit edilmiştir.

Araştırmada heterosis değerleri %-11.97 (PV05001 x *P. coccineus* L.) ile %39.35 (PV04086 x Great Northern 59), heterobeltiosis değerleri ise %-25.77 (PV05001 x *P. coccineus* L.) ile %33.75 (PV04145 x Great Northern 59) arasında değişmiştir (Çizelge 9). Bu sonuçlar bize özellik bakımından heterotik etkilerin yüksek düzeyde olduğu göstermektedir. Heterosis ve heterobeltiosis değerlerini bitkide tane verimi için inceleyen Ceyhan (2004), Ceyhan et al. (2008b), Ceyhan et al. (2014b), Tamüksek and Ceyhan (2020) bu özellik için önemli, negatif aynı zamanda pozitif heterosis ve heterobeltiosis değerleri ortaya koymuştur.

Tane veriminde geniş anlamda kalıtım derecesinin yüksek (0.79), dar anlamda kalıtım derecesinin ise düşük (0.18) olarak hesaplanması bu özelliğin çevre varyansının etkisinin yüksek olduğu anlamına gelmektedir (Çizelge 9). Bu nedenle erken generasyonlarda tane verimi yerine yüksek oranda kalıtsal ve kendisini açık olarak belli eden özelliklerdeki melezlerin seleksiyonun yapılması başarı şansını artırabilir.

Sonuç olarak, incelenen tarımsal özellikler bakımından ele alınan populasyonda yeterli düzeyde bir genetik varyasyon bulunmaktadır. İncelediğimiz materyal tane verimi yönüyle yüksek heterosis göstermesi ve ortalama verim değerlerinin yüksek olması, Orta Anadolu Bölgesi açısından en önemli ihtiyaç olan yüksek verimli çeşit adayları ihtiyaçlarına cevap verebilecek niteliktedir ve ümit vardır. Bu çalışmada incelenen tane verimi üzerinde eklemeli olmayan genlerin ve dominant genler daha etkili oldukları bulunmuştur. Bu popülasyonda seçme işlemi tane verimi ile beraber değerlendirilerek daha geç generasyonlarda yapılması daha doğru olacaktır.

## TEŞEKKÜR

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

## Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar, herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## Yazar Katkıları

EC araştırmayı tasarladı, yürütülmesini takip etti, verilerin analizlerini yaptı ve makaleyi yazdı, DŞ istatistik analizlere ve makalenin yazımına yardım etti. Yazarlar makalenin son halini okuyup onayladı.

## KAYNAKLAR

- Al-Mukhtar, F.A., Coyne, D.P., 1981. Inheritance and association of flower ovule, seed, pod and maturity characters in dry edible beans (*Phaseolus vulgaris* L.). J. Amer. Soc. Hor. Sci., 106 (6): 713-719.
- Barelli, M.A.A., Gonçaves-Vidigal, M.C., Amaral, J., Vidigal, F., Scapim, C.A., Sagrilo, E., 2000. Diallel analysis for grain yield and yield components in *Phaseolus vulgaris* L. Acta Scientiarum, 22 (4): 883-887.
- Ceyhan, E., 2004a. Bezelye Ebeveyn ve Melezlerinde Bazı Tarımsal Özelliklerin ve Kalıtlarının Çoklu Dizi Analiz Metoduyla Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya, 103 s.
- Ceyhan, E., 2004b. Effect of sowing dates on some yield components and yield of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. Turk. J. Field Crops, 9 (2): 87-95.
- Ceyhan E, Avcı, M.A, Karadaş, S., 2008a. Line x tester analysis in pea (*Pisum sativum* L.): Identification of superior parents for seed yield and its components. Afr. J. Biotechnol., 7: 2810-2817.
- Ceyhan, E., Harmankaya, M., Avcı, M.A., 2008b. Effects of sowing dates and cultivars on protein and mineral contents of bean (*Phaseolus vulgaris* L. Asian J. Chem., 20 (7): 5601-5613.
- Harmankaya, M., Karadaş, S., Palta, Ç., Ceyhan, E., 2009. Relationships between protein content and chemical compositions of local dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes grown in Central Anatolian Region of Turkey. Asian J. Chem., 21 (2): 1535-1540.
- Ceyhan, E., Harmankaya, M., Kahraman, A., 2014a. Combining ability and heterosis for concentration of mineral elements and protein in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Turk. J. Agric. For., 38 (5): 581-590.
- Ceyhan, E., Kahraman, A., Avcı, M.A., Dalgıç, H., 2014b. Combining ability of bean genotypes

- estimated by line x tester analysis under highly-calcareous soils. *J. Anim. Plant. Sci.*, 24 (29): 579-584.
- Genchev, D., 1995. Assessment of tolerance to stress factors in breeding material of kidney beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Bul. J. Agri. Sci.*, 1 (4): 415-422.
- Kaloo, G., 1993. Runner bean: *Phaseolus coccineus* L. In: Kaloo G., Bergh B.O. (ed.) Genetic improvement of vegetable crops, Pergamon Press Ltd. New York., pp. 405-407.
- Kempthorne, O., 1957. An Introduction to Genetic Statistics, 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., Dahiya, B.S., 1990. Comparison of selection methods in dwarf field peas (*Pisum sativum* L.) I. Effectiveness for earliness. *Intern. J. Trop. Agric.*, 8 (2):136-140.
- Oliveira Junior, A., Miranda, G.V., 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., Pereira, M.G., 1998. Diallel analysis of six agronomic traits in *Phaseolus vulgaris* L. *Bragantia*, 57 (2): 241-250.
- Sing, R.K., 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., Urrea, C.A., 1994. Selection for seed yield and other traits among early generations of intra- and interracial populations of the common bean. *Bras. de Gen.*, 17 (3): 299-303.
- Tamüksek, Ş., 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., Ceyhan, E., 2008. Orta Anadolu ekolojik şartlarında yetiştirilen fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. *Selçuk Üniv. Zir. Fak. Der.*, 22 (46): 77-89.
- Varankaya, S., Ceyhan, E., 2012. Yozgat ekolojik şartlarında yetiştirilen fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) genotiplerinin bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. *Selçuk Tar. Gıda Bil. Derg.*, 26 (1): 27-33.
- Zimmermann, M.J.O., Rosielle, A.A., Foster, K.W., 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.