



Türkiye'deki maş fasulyesi [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] genotiplerinin çıkış ve fide özellikleri yönünden karakterizasyonu

Characterization of mung bean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] genotypes in Turkey in terms of emergence and seedling traits

Ruziye KARAMAN¹ , Cengiz TÜRKAY¹ 

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.1086965](https://doi.org/10.37908/mkutbd.1086965)

Geliş tarihi / Received: 13.03.2022

Kabul tarihi / Accepted: 15.06.2022

Keywords:

Mung bean, characterization, emergence and seedling characteristics, chlorophyll, anthocyanin.

✉ Corresponding author: Ruziye KARAMAN

✉: ruziyekaraman@isparta.edu.tr

ÖZET / ABSTRACT

Aims: The aim of this study is to characterize on the emergence and seedling characteristics of the mung bean genotypes obtained from Turkey and the registered cultivars obtained from abroad.

Methods and Results: In the research, 50 mung bean genotypes collected from different provinces of Turkey and 4 mung bean varieties imported from abroad were used. The study was conducted as a pot experiment in 2021 at Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Agriculture. In the study, emergence rate, length and width of cotyledon leaves, chlorophyll content and anthocyanin status were determined. The emergence rate of the genotypes was 45 - 100%, the cotyledon leaf lengths were 22.60 - 43.38 mm, the cotyledon leaf width was 7.42 - 4.92 mm, the chlorophyll content varied between 26.70 - 37.70 and anthocyanin was detected in the stems of 48 genotypes. As a result of the correlation analysis, the highest positive and significant relationship was found between cotyledon leaf length and cotyledon leaf width ($r=0.82$). As a result of principal component analysis, 2 principal component axes were obtained, which define 74.73% of the total variation of genotypes. As a result of the cluster analysis, it was determined that mung bean genotypes were collected in 4 groups.

Conclusions: The phenotypical characterization of plant genetic resources is very important for plant breeding and breeders. It was also determined by multiple comparison tests that the emergence and seedling characteristics of mung bean genotypes showed wide variation.

Significance and Impact of the Study: According to the results obtained from the study, it was determined that there was a wide variation in the emergence and seedling characteristics of the genotypes. By defining the mung bean genotypes in Turkey in terms of seedling and emergence characteristics, it contributed both the current variation situation was revealed, and to the agronomic and morphological studies to be done in the mung bean later on.

Atif / Citation: Karaman R, Türkay C (2022) Türkiye'deki maş fasulyesi [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] genotiplerinin çıkış ve fide özellikleri yönünden karakterizasyonu. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(3) : 434-444. DOI: 10.37908/mkutbd.1086965

GİRİŞ

Maş fasulyesi [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] Dünya için önemli baklagil bitkisidir. Tohumları (kuru veya taze) bütün olarak veya işlenerek ekmek, erişte, yulaf lapası, çorba, atıştırmalıklarda hatta dondurma yapımında kullanılabilir (Mogotsi ve ark., 2006). Tahıllardan yaklaşık üç kat daha fazla protein (%25) içermekte olup, özellikle lösin, fenilalanin, lizin, valin ve izolösin aminoasitleri bakımından oldukça zengindir (Yimram ve ark., 2009; Nasir ve ark., 2022). Maş fasulyesi *Bradyrhizobium japonicum* bakterisi ile simbiyotik ilişki içerisinde olması nedeniyle toprağa 58-109 kg ha⁻¹ arasında değişen miktarda azot fikse edebilmektedir (Singh ve Singh, 2011). Diğer taraftan, baklalar toplanıp harmanlandıktan sonra maş fasulyesinden kalan artıklar yem olarak oldukça önemli olup, hayvan yemi için tercih edilebilmektedir (Baraki ve ark., 2020; Karaman ve ark., 2020; Karaman ve ark., 2022).

Maş fasulyesinin kökeninin Hindistan olduğu ve arkeolojik kalıntılar ile kültüre alınan maş fasulyesinin varyasyonuna bakıldığında yaklaşık 3500 yıl öncesinde kültüre alındığı tahmin edilmektedir (Soehendi ve ark., 2021). Maş fasulyesi özellikle Güney Asya, Afrika, Avrupa ve Amerika'ya kadar dünyanın birçok yerinde yetiştirilmektedir (Basnet ve ark., 2014). Dünya'da maş fasulyesinin yaklaşık 7.3 milyon ha alanda, 5.3 milyon ton üretimi vardır. Bu üretimin %30'unu Hindistan ve Myanmar, %16'sını Çin ve %5'ini Endonezya oluşturmaktadır (Nair ve Schreinemachers, 2020). Ülkemizde maş fasulyesinin ekim alanı ve üretim miktarı ile ilgili istatistiksel kayıtlar tespit edilememiştir. Türkiye'de, maş fasulyesi üretimi genellikle yerel çeşitler kullanılarak, aile ihtiyacı ya da yöresel pazarlara yönelik olarak yapılmaktadır. Ayrıca, Türkiye'nin Akdeniz ve Güneydoğu kuşaklarında yerel olarak yetiştiriciliği yapılmaktadır (Karaman, 2019). Çancı ve Toker (2005) Türkiye'de maş fasulyesinin geçiş bölgelerinde küçük alanlarda yetiştirilmekte olduğunu bu nedenle hakkında istatistiksel bir bilginin olmadığını bildirmişlerdir. Ülkemizin içinde bulunduğu Yakın Asya ve Akdeniz gen merkezleri birçok bitkinin gen merkezidir (Akçin, 1988). Nitekim, ülkemizde Hakkari-Üzümcü köyünden toplanan üç adet materyalin maş fasulyesinin yabanisi olduğu USDA (United States Department of Agriculture) tarafından bildirilmiştir (Anonymous, 2020). Bu materyallerin ve bitkisel varyasyonların günümüzden geleceğe aktarılması, bunların korunması, saklanması ve değerlendirilmesi tarımın sürdürülebilirliği için önem arz etmektedir.

Yetiştikleri bölgelerin ekolojik koşullarına tam olarak uyum sağlayan genetik materyaller, tarımın dolayısıyla

insanlığın geleceğinin güvencesidir (Özgen ve ark., 2000). Genotiplerin veya yerel çeşitlerin morfolojik (çiçek, meyve, yaprak, dal, tohum vb.), fenolojik (çıkış, çiçeklenme ve olgunlaşma süresi vb.) ve agronomik (bitki boyu, dal sayısı, biyolojik verim, tane verimi, hasat indeksi vb.) özelliklerinin belirlenmesi bitki ıslahçıların çalışacakları materyali tanımları açısından önem arz etmektedir (Kantar ve ark., 2010; Madakbaş ve Ergin, 2011; Soydaş ve ark., 2021). Günümüzde birçok bitki türünde genotipler toplanmakta, tanımlamaları yapılmakta ve tanımlamalar sonucunda benzer olanlar erken döneminde fark edilerek birleştirilmekte veya elemine edilmekte; böylece ıslah programlarında zaman ve kaynak israfının önüne geçilebilmektedir (Sözen ve ark., 2014; Soydaş ve ark., 2021). Nitekim, genotipler arasında benzerlik ve farklılıkların belirlenmesinde temel bileşen ve cluster (kümeleme) vb. analizler yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Türkiye'den temin edilen maş fasulyesi genotipleri ile yurt dışından temin edilen tescilli çeşitlerin çıkış ve fide özellikleri yönünden karakterizasyonu yapılarak, tescilli çeşitler ile benzerlik ve farklılıkları kıyaslanmıştır. Ardından genotiplerin çıkış ve fide özellikleri üzerinde korelasyon, temel bileşen ve cluster analizleri yapılmış ve maş fasulyesi ıslah çalışmalarına katkı sağlanması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmada, Türkiye'de 13 farklı ilden toplanan, 50 adet maş fasulyesi genotipi ile yurt dışından temin edilen 4 adet maş fasulyesi çeşidi [Jade-AU (Avustralya), Partow (İran), Vidiyala (Irak) ve Kalkınış (Türkmenistan)] çalışmada tohum materyalini (toplam 54 materyal) oluşturmuştur. Maş fasulyesi genotiplerinin toplandığı bölgeyi göstermesini kolaylaştırmak amacıyla illerin trafik plaka numaralarına göre kod ve numara verilmiştir (Çizelge 1). Çalışmada kullanılan tohum materyalleri Isparta koşullarında 2020 yılında yürütülen ve geleneksel bakım işlemleri yapılan maş fasulyesi denemesinden temin edilmiştir.

Çalışma, 2021 yılında Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesinde saksı denemesi şeklinde yürütülmüştür. Araştırma, Tesadüf Parselleri deneme desenine göre 25 ± 0.5 °C'lik sabit ortam sıcaklığına ve 16 saat ışık/8 saat karanlık periyoda sahip bir kabin içerisinde 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Tarla toprağı (Çizelge 2) ve torf (2:1) homojen bir şekilde karıştırılmış, ardından ağız çapı 18 cm, dip (taban) çapı 14 cm ve 15 cm boyundaki 3 lt hacmindeki plastik saksılara doldurulmuştur. Her bir saksıya 25 tohum ekilmiştir. Ekimle beraber ilk sulama ve ardından 4 günde bir

sulama yapılmıştır. Deneme 20 gün boyunca devam etmiş ve her 2 günde bir kontroller gerçekleştirilmiştir. Çalışmada saksılara ekilen tohumlardan çıkışlar tamamlandıktan sonra sayılan bitkilerin ekilen tohum sayısına oranlanıp, 100 ile çarpılması çıkış oranı belirlenmiş ve % olarak ifade edilmiştir. Çıkış oranları belirlenen genotiplerin saksıda gelişimlerini rahatça tamamlayabilmeleri için 10 bitki bırakılmıştır. Ekimden 20 gün sonra hipokotilin ucundaki kotiledon yaprakların

uzunluğu ve genişliği kumpas yardımıyla ölçülmüş ve mm olarak ifade edilmiştir. Klorofil içeriğinin belirlenmesinde, her saksıdan tesadüfen seçilen 3 kotiledon yaprağında spadmetre ile ölçümler yapılmış ve ortalaması alınarak birimi "SPAD" olarak kaydedilmiştir (Peryea ve Kammereck, 1997). Çıkıştan 10 gün sonra hipokotillerindeki renk değişimine göre antosiyanin durumları belirlenmiş ve var-yok şeklinde ifade edilmiştir.

Çizelge 1. Maş fasulyesi genotiplerinin ve toplandığı yerlerin adları ile tohum renkleri

Table 1. Names of mung bean genotypes and where they were collected with seed colours

Genotip Adı	Toplanan İl	Toplanan İlçe	Tohum rengi	Genotip Adı	Toplanan İl	Toplanan İlçe	Tohum rengi
02 G 01	Adıyaman	Gerger	KY-B	33 A 01	Mersin	Anamur	Y
02 G 03	Adıyaman	Gerger	KY-B	33 M 01	Mersin	Mut	Y
02 G 05	Adıyaman	Gerger	KY-B	33 M 02	Mersin	Mut	Y
02 G 06	Adıyaman	Gerger	KY-B	33 M 04	Mersin	Mut	Y
07 A 01	Antalya	Alanya	Y	33 M 05	Mersin	Mut	Y
07 A 02	Antalya	Alanya	Y	42 M 01	Konya	Meram	Y
07 A 03	Antalya	Alanya	Y	42 M 02	Konya	Meram	Y
07 A 05	Antalya	Alanya	Y	46 G 01	K.maraş	Göksu	Y
07 A 06	Antalya	Alanya	Y	50 N 01	Nevşehir	Merkez	Y
07 G 01	Antalya	Gazipaşa	AY	50 N 02	Nevşehir	Merkez	Y
07 G 02	Antalya	Gazipaşa	AY	60 M 01	Tokat	Merkez	Y
07 G 03	Antalya	Gazipaşa	Y	65 M 01	Van	Merkez	Y
07 G 04	Antalya	Gazipaşa	Y	70 B 01	Karaman	Başyayla	Y
07 G 05	Antalya	Gazipaşa	Y	70 E 03	Karaman	Ermenek	Y
07 G 07	Antalya	Gazipaşa	Y	70 E 04	Karaman	Ermenek	Y
07 G 08	Antalya	Gazipaşa	Y	70 E 07	Karaman	Ermenek	Y
07 G 09	Antalya	Gazipaşa	Y	70 S 01	Karaman	Sariveliler	Y
21 B 01	Diyarbakır	Bismil	Y	70 S 02	Karaman	Sariveliler	Y
27 N 01	Gaziantep	Nizip	Y	70 S 04	Karaman	Sariveliler	Y
27 S 01	Gaziantep	Şahinbey	Y	70 S 05	Karaman	Sariveliler	Y
27 S 02	Gaziantep	Şahinbey	Y	70 S 06	Karaman	Sariveliler	Y
27 S 03	Gaziantep	Şahinbey	Y	73 A	Şırnak	-	Y
27 S 04	Gaziantep	Şahinbey	Y	73 C	Şırnak	-	Y
27 S 08	Gaziantep	Şahinbey	AY	79 M 01	Kilis	Merkez	Y
30 Ç 01	Hakkari	Çukurca	KY-B	79 M 02	Kilis	Merkez	Y

KY-B: Koyu yeşil-benekli; AY: Açık yeşil; Y: Yeşil

Çizelge 2. Denemede kullanılan tarla toprağının analiz sonuçları

Table 2. Analysis results of field soil used in the experiment

Tarla toprağının analiz sonuçları			
pH (1:1)	7.66	P (mg/kg)	23.5
EC (µS/cm)	322	K (mg/kg)	772.2
Organik Madde (%)	1.54	N (%)	0.09
Tekstür sınıfı	Killi-tınlı		

Elde edilen veriler tesadüf parselleri deneme desenine göre, Minitab 17 paket programı kullanılarak, varyans analizine tabi tutulmuştur. Ortalamalar arasındaki

farklılıkların belirlenmesinde Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Korelasyon, temel bileşen analizi ve cluster analizleri R programında, corrplot, Factoextra, pca3d, FactoMineR, gplots, ggplot2 paketleri kullanılarak belirlenmiştir. Temel bileşen analizinde değişkenlerin faktör haritasındaki temsil kalitesini ve toplam katkısını belirlemek için \cos^2 (kosinüs kare, kare koordinatlar) görüntülenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çıkış oranı

Ülkemizin farklı bölgelerinden toplanan yerel maş fasulyesi genotipleri ile yurt dışından temin edilen çeşitlerin çıkış ve fide özelliklerine ilişkin değerler Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelge 3 incelendiğinde genotiplerin çıkış oranı, kotiledon yaprağı uzunluğu ve genişliği ile klorofil içeriği istatistiki olarak önemli ($P<0.01$) bulunmuştur.

Genotiplerin çıkış oranı % 45-100 arasında değişmiş ve çıkış oranı yönünden genotipler arasında geniş bir varyasyon görülmüştür. Çıkış oranı %88.33 ile %100 arasında değişim gösteren 26 adet genotip ve tescilli iki çeşit (Vidiyala ve Kalkınış) ilk sırada yer alırken, en düşük çıkış oranı (% 45) 07 G 02 nolu genotipte belirlenmiştir (Çizelge 3). Bitki yetiştiriciliğinde ekilen tohumun kısa sürede, yüksek oranda ve eş zamanlı çıkış yapması arzu edilmektedir. Tohumların çıkış oranının yüksek olması, bitkilerin optimum büyüme ve gelişmesinde, yüksek verim ve kalite yönünden üstün ürün elde edilmesinde aranan temel parametredir (Gökıınar ve ark., 2021). Çıkış oranı kullanılan tohumun kalitesi ile yakından ilişkilidir (Mavi ve Mavi, 2015). Nitekim, çalışmada da bu durumu en düşük seviyeye indirmek için aynı koşullarda üretilmiş tohumlar kullanılmıştır. Ayrıca, çalışmada çıkış oranındaki farklılıkların genetik yapıdan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kotiledon yaprak uzunluğu ve genişliği

Ülkemizin farklı bölgelerinden toplanan yerel maş fasulyesi genotipleri ile çeşitlerin kotiledon yaprak uzunlukları 22.60 (02 G 01) – 43.38 mm (70 B 01) arasında değişim göstermiş ve ortalaması 33.31 mm olarak belirlenmiştir. Kotiledon yaprak genişliği ise 7.42 (02 G 05) - 14.92 mm (70 E 03) aralığında yer almış ve ortalama 11.16 mm olarak tespit edilmiştir. Genotiplerden beş tanesi (46 G 01, 50 N 01, 70 E 04, 70 S 02, 79 M 02) 70 E 03 nolu genotip ile aynı istatistiki grupta yer almışlardır (Çizelge 3). Maş fasulyesinde hipokotilin uzayıp kotiledonların toprak yüzeyine çıkması ile çimlenme tamamlanmaktadır. Daha sonra hipokotil tamamen dik duruma geldiğinde, kotiledonlar ayrılmaya ve epikotil gelişmeye başlamakta, laminalar ayrılmakta ve açılmaktadır. Kotiledon yapraklar sap üzerinde aynı noktada karşılıklı olarak bulunmaktadır (Aytekin ve Çalışkan, 2015). Kotiledon yapraklar, bitkinin gerçek yapraklarının (üç yaprakçıklı) oluşma zamanına kadar besin ihtiyacını karşılamaktadır. Dolayısıyla kotiledon yaprakların büyük olması, fotosentez alanındaki artışa bağlı olarak, fotosentezin daha fazla olmasını ve bitkinin

güçlü olmasını sağlayacağından büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle kotiledon yaprakların boyu ve genişliğinin fazla olması fotosenteze olumlu katkı sağlayacağından dolayı olarak verimi olumlu etkileyecektir. Çalışmada incelenen kotiledon yaprakların boyutları genotiplere göre farklılık göstermekte olup, ileride oluşacak genç bitki hakkında bilgi vermektedir.

Klorofil içeriği

Ülkemizin farklı bölgelerinden toplanan yerel maş fasulyesi genotipleri ile çeşitlerinin klorofil içeriği (SPAD) 26.70- 37.70 arasında değişim göstermiştir. Genotip ve çeşitler içerisinde en yüksek klorofil içeriği 70 E 03 genotipinde tespit edilmiştir. Ayrıca 70 E 03 genotipi ile 33 M 05, 70 E 07, 70 S 01, 70 S 05 ve 70 S 06 genotipleri aynı istatistiki grupta yer almışlardır. En düşük klorofil içeriğine ise 02 G 05 ve 02 G 06 genotiplerinde tespit edilmiştir (Çizelge 3). Fotosentezde görev yapan en aktif pigment klorofildir. Klorofil miktarındaki farklılaşmalar doğrudan bitkilerde üretilen karbonhidrat miktarı ve fotosentez yoğunluğuna etki etmektedir (Kutbay ve Kılınç, 1992). Yapraklardaki klorofil miktarı ile yaprakta tutulan ışık miktarı arasında yüksek bir ilişki vardır. Bu sebeple klorofil miktarı doğrudan fotosentez yoğunluğu ve karbonhidrat üretimine etki etmektedir (Kutbay ve Kılınç, 1992; Doğan ve ark., 2020). Fischer (1998), yapraktaki klorofil içeriğinin genotipin fotosentetik kapasitesini yansıttığını belirtmiştir. Klorofil içeriği bitki sağlığını yansıtan ana göstergelerden biri olup (Jiang ve ark., 2017) klorofil içeriği ile bitki sağlığı arasında yüksek bir korelasyon bulunmaktadır (Muñoz-Huerta ve ark., 2013). Paramesh ve ark. (2016) maş fasulyesinde klorofil içeriği ile verim arasında yüksek korelasyon bulunduğunu ifade etmiştir.

Antosiyanin varlığı

Ülkemizin farklı bölgelerinden temin edilen 50 farklı yerel maş fasulyesi genotipi ile 4 çeşitte incelenen gövdede antosiyanin varlığı Çizelge 3'te verilmiştir. Beş genotip (07 A 01, 07 G 08, 33 M 05, 42 M 01, 42 M 02) ile bir çeşit (Jade-AU) hariç genotiplerin tamamında antosiyanin tespit edilmiştir (Çizelge 3). Antosiyaninler, shikimat asit yoluyla flavonoidlerden türetilen suda çözünür pigmentlerdir. Antosiyaninlerin kök, gövde ve özellikle yaprak dokularında müteakip üretimi ve lokalizasyonu, bitkinin bir dizi çevresel strese karşı direnç geliştirmesine izin verebilmektedir (Chalker-Scott ve ark., 1999). Yapılan çalışmadan elde edilen veriler doğrultusunda ülkemizin farklı bölgelerinden temin edilen maş fasulyesi genotipleri ile çeşitlerinin %88.9'unun gövdesinde antosiyanin tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Maş fasulyesi genotiplerinde incelenen çıkış ve fide özelliklerine ait değerler

Table 3. Values of emergence and seedling traits examined in mung bean genotypes

Genotip	Çıkış Oranı	Kotiledon Yaprak Uzunluğu	Kotiledon Yaprak Genişliği	Klorofil İçeriği	Antosiyanin Durumu
02 G 01	90.00 a-c	22.60 z	7.67 s-t	29.80 t-w	Var
02 G 03	80.00 c-e	26.52 wx	9.59 m-r	31.95 m-s	Var
02 G 05	70.00 ef	23.52 yz	7.42 t	26.70 x	Var
02 G 06	85.00 b-d	23.73 yz	8.31 q-t	26.70 x	Var
07 A 01	75.00 d-f	34.06 k-p	10.81 h-o	32.65 ı-q	Yok
07 A 02	80.00 c-e	30.78 s-v	8.97 o-t	28.65 w	Var
07 A 03	95.00 ab	32.67 o-s	9.67 l-r	30.90 r-v	Var
07 A 05	70.00 ef	31.65 q-t	8.96 o-t	29.40 vw	Var
07 A 06	65.00 f	26.80 w	8.15 r-t	29.40 vw	Var
07 G 01	75.00 d-f	32.69 o-s	11.66 d-j	31.80 m-s	Var
07 G 02	45.00 g	29.16 v	8.78 p-t	32.40 k-r	Var
07 G 03	70.00 ef	34.63 k-n	11.11 f-n	32.30 l-r	Var
07 G 04	85.00 b-d	34.79 j-n	11.14 f-m	31.50 p-s	Var
07 G 05	65.00 f	36.60 e-j	10.77 h-o	33.80 e-l	Var
07 G 07	80.00 c-e	35.68 h-l	10.76 h-o	29.60 u-w	Var
07 G 08	90.00 a-c	33.07 n-r	11.53 e-l	35.05 b-g	Yok
07 G 09	90.00 a-c	34.76 j-n	11.01 g-n	34.05 e-k	Var
21 B 01	80.00 c-e	34.44 k-o	11.20 f-m	32.65 ı-q	Var
27 N 01	85.00 b-d	31.80 q-t	10.68 h-o	34.90 c-g	Var
27 S 01	85.00 b-d	37.20 d-ı	10.41 ı-p	34.70 c-h	Var
27 S 02	90.00 a-c	37.82 c-f	11.57 d-k	33.40 g-n	Var
27 S 03	80.00 c-e	31.23 r-u	10.74 h-o	30.90 r-v	Var
27 S 04	70.00 ef	31.06 s-v	11.19 f-m	30.60 s-v	Var
27 S 08	90.00 a-c	34.84 j-n	11.62 d-k	31.38 q-t	Var
30 Ç 01	80.00 c-e	24.84 xy	9.39 m-s	32.55 j-r	Var
33 A 01	85.00 b-d	37.30 c-ı	12.33 b-h	34.05 e-k	Var
33 M 01	85.00 b-d	30.40 t-v	9.55 m-s	32.55 j-r	Var
33 M 02	90.00 a-c	35.57 ı-l	12.73 b-g	30.60 s-v	Var
33 M 04	100.00 a	35.80 h-l	12.79 b-g	34.40 e-h	Var
33 M 05	100.00 a	35.08 j-m	11.83 c-j	36.20 a-d	Yok
42 M 01	90.00 a-c	35.85 g-k	12.98 b-f	34.55 d-h	Yok
42 M 02	100.00 a	32.45 p-s	12.21 b-ı	33.10 h-p	Yok
46 G 01	100.00 a	35.66 h-l	13.88 ab	32.58 j-r	Var
50 N 01	100.00 a	36.64 e-j	13.13 a-e	31.55 o-s	Var
50 N 02	85.00 b-d	35.50 ı-l	12.22 b-ı	33.85 e-l	Var
60 M 01	100.00 a	33.45 m-q	12.49 b-h	31.25 q-u	Var
65 M 01	100.00 a	33.91 l-p	12.74 b-g	31.75 n-s	Var
70 B 01	95.00 ab	43.38 a	12.17 b-ı	34.30 e-ı	Var
70 E 03	100.00 a	40.18 b	14.92 a	37.70 a	Var
70 E 04	100.00 a	39.05 b-d	13.20 a-e	35.30 b-e	Var
70 E 07	100.00 a	37.26 c-ı	12.76 b-g	37.35 a	Var
70 S 01	100.00 a	37.52 c-h	12.47 b-h	36.70 ab	Var
70 S 02	100.00 a	37.77 c-g	13.46 a-d	35.17 b-f	Var
70 S 04	100.00 a	35.93 f-k	11.89 c-j	34.45 e-h	Var
70 S 05	100.00 a	34.83 j-n	11.03 g-n	36.20 a-d	Var
70 S 06	95.00 ab	27.11 w	9.45 m-s	36.30 a-c	Var
73 A	75.00 d-f	23.58 yz	9.23 n-t	34.20 e-j	Var
73 C	100.00 a	25.21 w-y	9.76 k-r	33.20 h-o	Var
79 M 01	100.00 a	33.47 m-q	11.22 f-m	33.10 h-p	Var
79 M 02	100.00 a	38.46 b-e	13.64 a-c	34.00 e-k	Var

Çizelge 3 (devamı). Maş fasulyesi genotiplerinde incelenen çıkış ve fide özelliklerine ait değerler
Table 3. (continued). Values of emergence and seedling traits examined in mung bean genotypes

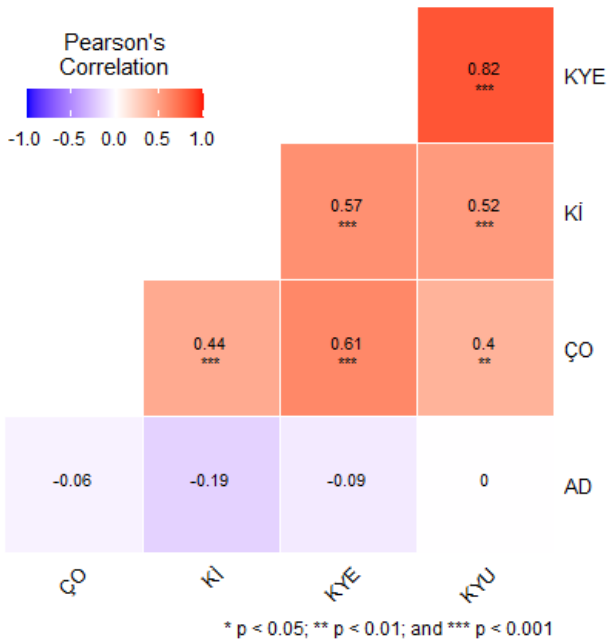
Jade-AU	80.00 c-e	29.53 uv	10.12 j-q	33.48 f-m	Yok
Partow	81.67 c-e	39.16 bc	11.93 c-j	35.42 b-e	Var
Vidiyala	88.33 a-c	37.21 c-ı	11.91 c-j	31.93 m-s	Var
Kalkınış	91.67 a-c	34.51 k-o	11.55 e-l	31.68 o-s	Var
Ort.	87.25	33.31	11.16	32.87	
F	29.15**	203.11**	26.54**	71.41**	
VK (%)	4.48	1.71	5.00	1.51	

Nitekim bu genotip ve çeşitlerin olumsuz çevre şartlarına toleranslı olacağı tahmin edilmektedir.

Çalışmada, incelenen özelliklerin birbirleriyle olan ilişkilerine ait korelasyon katsayıları Şekil 1’de verilmiştir. En yüksek ve pozitif korelasyon kotiledon yaprak uzunluğu ile kotiledon yaprak genişliği (0.82***) arasında belirlenmiştir. Kotiledon yaprak uzunluğu ile klorofil içeriği (0.52***), çıkış oranı (0.4**) pozitif ve önemli, antosiyanin durumu ile de herhangi bir ilişki belirlenmemiştir. Kotiledon yaprak genişliği ile klorofil içeriği (0.57***) ve çıkış oranı (0.61***) arasında pozitif ve önemli ilişki belirlenirken, antosiyanin durumu (-0.09) ile de negatif ve önemsiz bir ilişki tespit edilmiştir. Klorofil içeriği ile çıkış oranı (0.44***) arasında pozitif ve önemli, antosiyanin durumu (-0.19) ile de negatif ve önemsiz bir ilişki belirlenmiştir. Çıkış oranı ile antosiyanin durumu (-0.06) arasında negatif ve önemsiz bir ilişki tespit edilmiştir.

traits in mung bean genotypes

Ülkemizin farklı bölgelerinden temin edilen yerel maş fasulyesi genotipi ile çeşitlerinde incelenen çıkış ve fide özellikler üzerinde temel bileşenler analizi yapılmıştır. Temel bileşen analizi sonucunda, maş fasulyesi genotipleri oluşan toplam çoklu varyasyonun % 74.73’ünü temsil ettiği saptanmıştır. Temel bileşen analizinde öz değeri 1’den büyük olması ele alınan temel bileşen (TB) ağırlık değerlerinin güvenilir olduğunu göstermekte (Mohammadi ve Prasanna, 2003) olup, 1’den küçük olan faktörler dikkate alınmamıştır (Dunteman, 1989). Nitekim öz değeri, 1’den büyük olan iki TB eksenine olduğu tespit edilmiştir. Temel bileşen analizinde, bileşenlerdeki ağırlık değerleri 0.30 ve üzerinde olması istenmekte, 0.50 ve üzerindeki ağırlıklar ise oldukça iyi olarak kabul edilmektedir (Brown, 1991; Hair ve ark., 1998). Bu analiz sonucunda toplam varyasyonun % 54.30’ünü içeren birinci TB ekseninde (TB1), çıkış oranı, kotiledon yaprak uzunluğu, kotiledon yaprak genişliği ve klorofil içeriği yüksek ağırlık değerleri ile genotipler arasındaki farklılığı ortaya koyan en önemli kriterler olarak belirlenmiştir. Mevcut varyasyonun % 20.50’sini temsil eden ikinci TB ekseninde (TB2) ise antosiyanin durumu özelliği yer almaktadır. Temel bileşen analizi sonucunda, birinci TB ekseninin, toplam varyasyonun yarısından daha fazlasına sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Bu nedenle, birinci eksen de yer alan ve yüksek katsayılara sahip olan çıkış oranı, kotiledon yaprak uzunluğu, kotiledon yaprak genişliği ve klorofil içeriği özelliklerinin diğer özelliğe göre varyasyon oluşturmada daha önemli olduğu bulunmuştur. Ayrıca TB analizi sonucunda birinci TB ekseninin toplam varyasyonun yaklaşık 2/3’üne sahip olduğu, dolayısıyla da bu eksen de yer alan özellikler üzerinden yapılan bir sınıflandırmanın seleksiyona önemli düzeyde yardımcı olabileceği düşünülmektedir.



AD: Antosiyanin Durumu; ÇO: Çimlenme oranı; Kİ: Klorofil içeriği;
KYE: Kotiledon yaprak eni; KYU: Kotiledon yaprak boyu

Şekil 1. Maş fasulyesi genotiplerinde incelenen özellikler arasındaki korelasyon katsayıları

Figure 1. Correlation coefficients between investigated

Çizelge 4. Maş fasulyesi genotiplerinin temel bileşen analizi sonucu

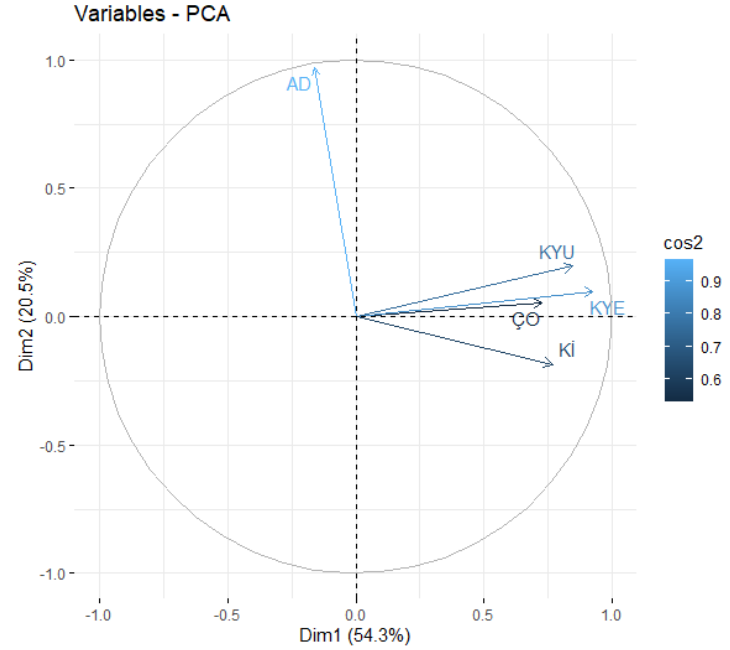
Table 4. Result of principal component analysis of mung bean genotypes

Terimler	TB1	TB2
Öz (Eigen) değeri	2.71	1.02
Varyans (%)	54.30	20.50
Kümülatif Varyans (%)	54.25	74.73
Özellikler		
Çıkış oranı	0.440	0.055
Kotiledon yaprak uzunluğu	0.513	0.194
Kotiledon yaprak genişliği	0.562	0.098
Klorofil içeriği	0.466	-0.183
Antosiyenin durumu	-0.097	0.957

Temel bileşen analizi sonucunda incelenen özelliklerin dağılımı Şekil 2’de verilmiştir. Daha iyi görünürlük için, incelenen özelliklerin vektörleri ile genotip ve çeşitler ayrı panellerde gösterilmiştir. \cos^2 , belirli bir gözlem için bir bileşenin önemini göstermekte ve hangi bileşen üzerinde çıkarım yapılacağını belirlemede önem arz etmektedir (Abdi ve Williams, 2010; Adu ve ark., 2018). Belirli bir özellik için, tüm boyutlardaki \cos^2 'nin toplamı 1'e eşittir. Yüksek \cos^2 değerine sahip olan değişkenler, korelasyon çemberinin çevresine yakın olmakta ve değişkenin TB’de iyi bir şekilde temsil edildiğini göstermektedir. Diğer taraftan, değişken dairenin merkezine yakın olduğunda düşük bir \cos^2 değeri göstermekte ve değişkenin TB’ler tarafından mükemmel bir şekilde temsil edilmediğini göstermektedir (Kassambara, 2017; Adu ve ark., 2018). Nitekim, incelenen özelliklerden en yüksek etkiyi kotiledon yaprak genişliği ile antosiyenin durumu oluşturmuştur. En düşük etkiyi ise çıkış oranında görülmüştür (Şekil 2). Ayrıca antosiyenin durumu ile çıkış oranı, klorofil içeriği, kotiledon yaprak uzunluğu ile genişliği aralarında negatif korelasyon olduğu korelasyon ve temel bileşen analizinde de görülmektedir (Şekil 1, Çizelge 4, Şekil 2). Maş fasulyesi genotip ve çeşitlerinin temel bileşen analizi sonucunda dağılımlarını gösteren grafik Şekil 3’te verilmiştir. Şekil 3 incelendiğinde en yüksek \cos^2 değeri ve TB merkezine en uzak genotipler sırasıyla 07 G 08, 70 E 04, Jade-AU, 70 S 02, 07 A 06, 33 M 05 ve 02 G 05’dir. En düşük \cos^2 değeri ile TB merkezine en yakın genotipler ise sırasıyla 27 N 01, 70 S 06, 07 G 05, 73 C, 27 S 01, 07 G 03 genotiplerinde tespit edilmiştir.

Genotipler ve çeşitlere etki eden özelliklerin ayırt edilmesinde temel bileşen analizi bir araç olarak kullanılmaktadır (Sivakumar ve ark., 2020). İslah programlarında genotiplerin farklılıklarının

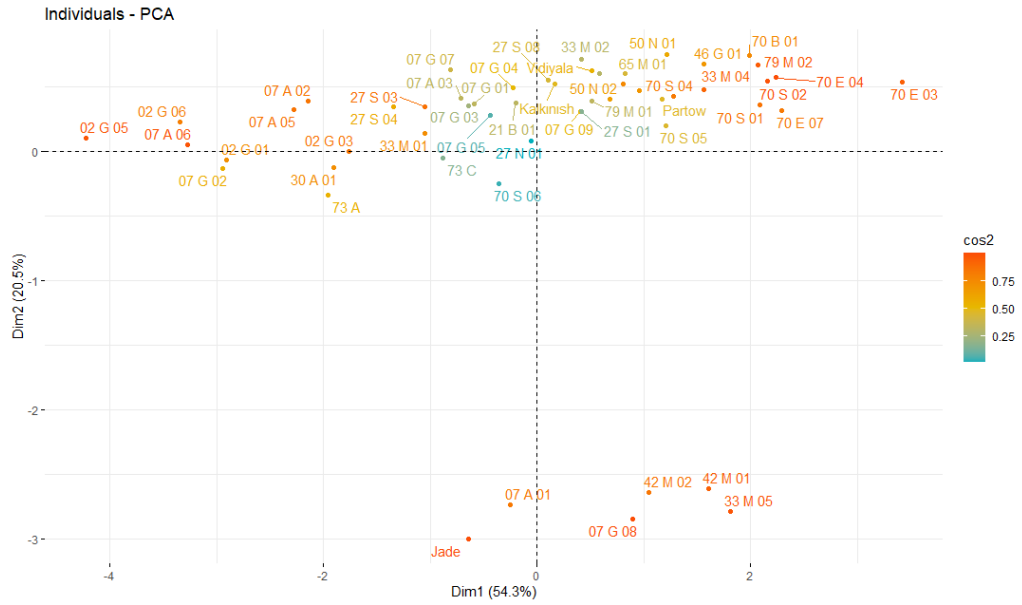
değerlendirilmesinde temel bileşen analizi kullanılmaktadır (Iqbal ve ark., 2014).



Şekil 2. TB1 ve TB2 eksenlerine göre incelenen özelliklerin dağılımı

Figure 2. Distribution of the investigated features according to the TB1 and TB2 axes

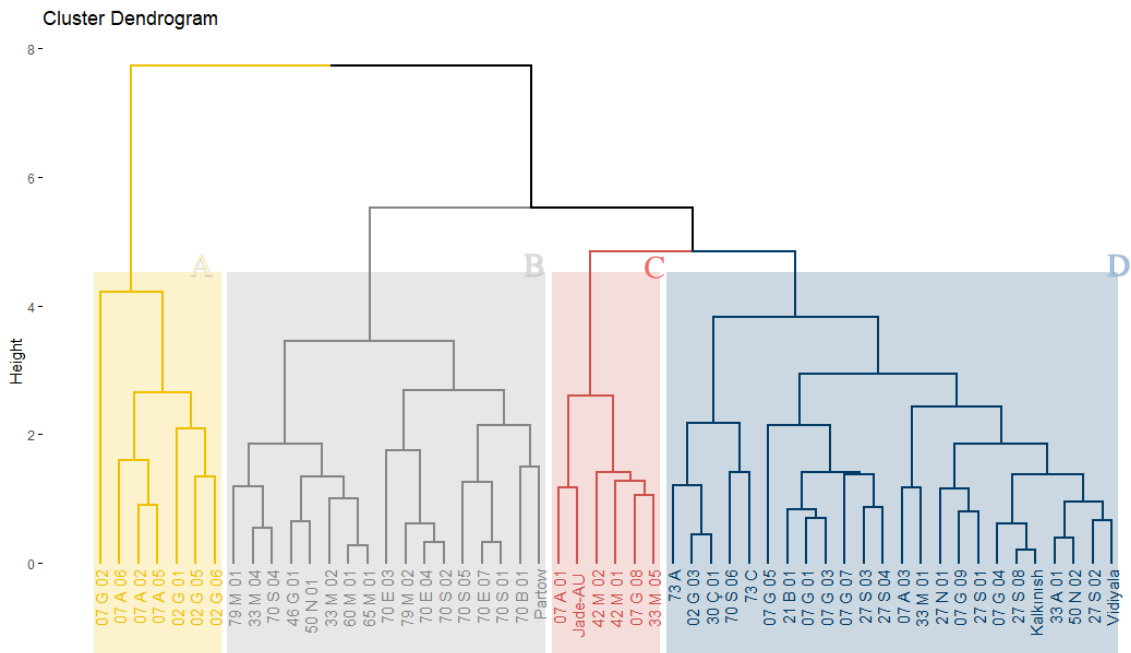
Çancı ve Toker (2014), de belirttikleri üzere Path ve korelasyon analizleri ile birlikte faktör analizleri sonucunda maş fasulyesinin seleksiyon ıslah programında kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Yeken ve ark. (2019) kuru fasulye genotipleri arasında morfolojik özellikler yönünden geniş varyasyonların olduğunu belirlemişler ve temel bileşen analizi sonucunda 10 adet temel bileşen eksenini elde etmişlerdir. Ayrıca bu eksenlerin toplam varyasyonun %68.59’unu temsil ettiği ifade etmişlerdir. Öztürk (2018) fasulyede genetik çeşitliliğinin belirlenmesi amacıyla yaptığı çalışmada tüm varyansın %78.4’ünü açıklayan 5 bileşen tespit etmişlerdir. Çalışmalar arasındaki benzerlik ve farklılıklar, kullanılan genotiplerden ve coğrafi farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim, morfo-agronomik özelliklerine yapılan temel bileşen analizlerinde, coğrafi farklılıklar ve genetik çeşitlilik büyük önem arz etmektedir (Dias ve ark., 2007; Sardana ve ark., 2007; Öten ve Albayrak, 2018). Elde edilen sonuçlar literatürler ile uyumlu içerisindedir. Önümüzdeki yıllarda, belirtilen özelliklere sahip genetik materyaller ıslahçılara pratik anlamda fayda sağlayabileceği düşünülmektedir.



Şekil 3. TB1 ve TB2 eksenlerine göre maş fasulyesi genotiplerinin dağılımı
Figure 3. Distribution of mung bean genotypes according to TB1 and TB2 axes

Ülkemizin farklı bölgelerinden temin edilen yerel maş fasulyesi genotipi ile çeşitlerinde incelenen çıkış ve fide özelliklere ait değerler cluster analizine tabi tutulmuştur. Cluster analizi sonucunda 4 grup oluşmuştur. Bu gruplar içinde 24 genotip ile en fazla genotipe sahip olan D grubunu; 17 genotip ile B grubu ve 7 genotip ile A grubu takip etmektedir. En az üyeye sahip C grubunda ise 6 genotip bulunmaktadır. Genotiplerin birbirleri ile ilişkileri ve genetik uzaklıkları göz önüne alındığında 27 S 08 (D) ile Kalkınış çeşidi (D) en yakın olduğu tespit

edilmiştir. 07 G 02 (A) ile 27 S 02 (D) genotipleri ise birbirine en uzak genotipler olduğu tespit edilmiştir. A grubunda çıkış oranı ile klorofil içeriği en düşük, kotiledon yaprak uzunluğu ve genişliği en kısa olan genotipler yer almıştır. B grubu ise çıkış oranı klorofil içeriği, kotiledon yaprak uzunluğu ve genişliği en yüksek değerler alan genotiplerden oluşmuştur. C grubunda antosiyanin içermeyen genotip ve çeşitler, D grubunda ise incelenen özellikler yönünden orta düzeyde değerler alan genotipler yer almaktadır. (Şekil 4).



Şekil 4. Maş fasulyesi genotiplerinde cluster analizi sonucunda elde edilen dendrogram
Figure 4. Dendrogram obtained as a result of cluster analysis in mung bean genotypes

Cluster analizi ile bir populasyon içerisindeki gruplar arasında benzerlik veya farklılıklar ortaya çıkarılabilmektedir. Ayrıca, populasyonların birbiri ile olan taksonomik ilişkilerinin gösterilmesinde de kullanılmaktadır (Cartea ve ark., 2002). Cluster analizi sonucunda genotipler arasında geniş bir varyasyonun görüldüğü ve çeşitlerinden farklı genotiplerin olduğu belirlenmiştir (Şekil 4). Bunlara ek olarak, ileride yapılacak ıslah çalışmalarına aktarılacak genetik materyallerin seleksiyonunda bu gruplardan başarıyla faydalanılabileceğini göstermektedir. Nitekim, birçok araştırmacı da genotiplerin sınıflandırılmasında cluster analizinin etkin bir şekilde kullanılabileceğini ve genotiplerin seçiminde ıslahçılara pratik anlamda katkı sağlayabileceğini ifade etmişlerdir (Nadeem ve ark., 2018; Çancı ve ark., 2019; Yeken ve ark., 2019).

Sonuç olarak, ülkemizin farklı iklim ve coğrafi özelliklere sahip bölgelerinden temin edilen maş fasulyesi genotipleri üzerinde yapılan fide ve çıkış özelliklerinde geniş bir varyasyon olduğu belirlenmiştir. Ülkemizdeki maş fasulyesi genotiplerinin fide ve çıkış özellikleri yönünden tanımlanması yapılarak hem mevcut varyasyon durumu ortaya çıkarılmış, hem de daha sonra maş fasulyesinde yapılacak agronomik ve morfolojik çalışmalara katkı sağlanmıştır. Elde edilen veriler, ileride yapılacak ıslah çalışmalarına kaynak sağlayacak ve referans olacak niteliktedir.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada amaç ülkemizden temin edilen maş fasulyesi genotipleri ve yurt dışından temin edilen çeşitlerinin çıkış ve fide özelliklerinde karakterizasyon yapılmasıdır.

Yöntem ve Bulgular: Araştırmada Türkiye'nin farklı illerinden toplanan, 50 adet maş fasulyesi genotipi ile yurt dışından temin edilen 4 adet maş fasulyesi çeşidi kullanılmıştır. Çalışma, 2021 yılında Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesinde saksı denemesi şeklinde yürütülmüştür. Araştırma, Tesadüf Parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Çalışmada çıkış oranı, kotiledon yaprakların uzunluğu ve genişliği, klorofil içeriği ve antosiyanin durumları belirlenmiştir. Genotiplerin çıkış oranı % 45 - 100, kotiledon yaprak uzunlukları 22.60 – 43.38 mm, kotiledon yaprak genişliği 7.42 - 4.92 mm, klorofil içeriği 26.70 - 37.70 arasında değişim göstermiş ve 48 adet genotipin gövdesinde antosiyanin tespit edilmiştir. Korelasyon analizi sonucunda en yüksek pozitif ve önemli ilişki kotiledon yaprak uzunluğu ile kotiledon yaprak genişliği ($r=0.82$) arasında saptanmıştır. Temel bileşen analizi sonucunda genotiplere ait toplam varyasyonun %

74.73'ünü tanımlayan 2 adet temel bileşen ekseninde elde edilmiştir. Cluster analizi sonucunda maş fasulyesi genotiplerinin 4 grupta toplandıkları belirlenmiştir.

Genel Yorum: Bitki genetik kaynaklarının fenotipik olarak karakterizasyonu bitki ıslahı ve yetiştiriciler için oldukça önemlidir. Maş fasulyesi genotiplerinde çıkış ve fide özelliklerinin geniş varyasyon gösterdiği çoklu karşılaştırma testleri ile de belirlenmiştir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, genotiplerin çıkış ve fide özelliklerinde geniş bir varyasyon olduğu belirlenmiştir. Ülkemizdeki maş fasulyesi genotiplerinin fide ve çıkış özellikleri yönünden tanımlanması yapılarak hem mevcut varyasyon durumu ortaya çıkarılmış, hem de daha sonra maş fasulyesinde yapılacak agronomik ve morfolojik çalışmalara katkı sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Maş fasulyesi, karakterizasyon, çıkış ve fide özellikleri, klorofil, antosiyanin.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazarlar çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Abdi H, Williams LJ (2010) Principal component analysis. Wiley Interdiscip. Rev. Comput. Stat. 2: 433-459.
- Adu MO, Asare PA, Asare-Bediako E, Amenorpe G, Ackah FK, Afutu E, Yawson DO (2018) Characterising shoot and root system trait variability and contribution to genotypic variability in juvenile cassava (*Manihot esculenta* Crantz) plants. Heliyon 4: 1-28.
- Akcin A (1988) Edible grain legumes. University of Seluk, College of Agriculture. Publication (8).
- Anonymous (2020) Mung bean (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek). <https://eol.org/pages/655074> (Erişim tarihi:01.03.2022).
- Aytekin Rİ, Çalışkan S (2015) Fasulyede büyüme ve gelişme dönemleri. TURJAF 3(2): 84-93.
- Baraki F, Gebregergis Z, Belay Y, Berhe M, Zibelo H (2020). Genotype x environment interaction and yield stability analysis of mung bean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) genotypes in Northern Ethiopia. Cogent Food Agric. 6(1): 3-14.
- Basnet KM, Adhikari NR, Pandey MP (2014) Multivariate analysis among the Nepalese and exotic mungbean (*Vigna radiata* L. Wilczek) genotypes based on the

- qualitative parameters. *Univers. J. Agric. Res.* 2(5): 147-153.
- Brown JS (1991) Principal component and cluster analyses of cotton cultivar variability across the US cotton belt. *Crop Sci.* 31(4): 915-922.
- Cartea ME, Picoagea A, Soengas P, Ordás, A, (2002) Morphological characterization of kale populations from Northwestern Spain. *Euphytica* 129: 25-32.
- Chalker-Scott L (1999). Environmental significance of anthocyanins in plant stress responses. *Photochem. Photobiol.* 70(1): 1-9.
- Çancı H, Toker C, (2005). The broad-sense heritability for yield and yield components in mung bean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek]. In GAP IV. Agriculture Congress. 21-13 Eylül, Şanlıurfa, 21-23.
- Çancı H, Toker C, (2014). Yield components in mung bean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek]. *Turkish J. Field Crop.* 19(2): 258-261.
- Çancı H, Bozkurt M, Kantar F, Yeken MZ, Özer G, Çiftçi V (2019) Batı Anadolu fasulye genetik kaynaklarının biyolojik çeşitliliğinin araştırılması ve karakterizasyonu. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg.* 22: 251-263.
- Dias PMB, Julier B, Sampoux JP, Barre P, Dall'Agnol M (2007) Genetic diversity in red clover (*Trifolium pratense* L.) revealed by morphological and microsatellite (SSR) markers. *Euphytica* 160(2): 189-205.
- Doğan A, Uyak C, Akçay A, Keskin N, Şensoy RİG, Çelik F, Özrenk K (2020) Hizan (Bitlis) koşullarında yetiştirilen üzüm çeşitlerinin klorofil miktarları ve stoma yoğunluklarının belirlenmesi. *YYU J. Agr. Sci.* 30(4): 652-665.
- Dunteman GH (1989) Principal components analysis. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Fischer RA, Rees D, Sayre KD, Lu ZM, Condon AG, Saavedra AL (1998) Wheat yield progress associated with higher stomatal conductance and photosynthetic rate, and cooler canopies. *Crop Sci.* 38(6): 1467-1475.
- Gökpinar B, Balkaya A, Şahin GT (2021) *Capsicum chinense* türüne ait biber genotiplerinde sıcaklığın tohum çimlenmesi üzerine etkisi. *JIST* 11(özel sayı): 3336-3346.
- Hair JF, Anderson RE, Tatham RL, Black WC (1998) Multivariate Data Analysis. Prentice-Hall International, New Jersey.
- Iqbal Q, Saleem MY, Hameed A, Asghar M (2014). Assessment of genetic divergence in tomato through agglomerative hierarchical clustering and principal component analysis. *Pak. J. Bot.* 46(5): 1865-1870.
- Jiang C, Johkan M, Hohjo M, Tsukagoshi S, Maruo T (2017) A correlation analysis on chlorophyll content and SPAD value in tomato leaves. *Hort. Research* 71: 37-42.
- Kantar F, Elkoca E, Eken C, Dönmez MF (2010) Kuzey Doğu Anadolu Bölgesi ve Çoruh Vadisi'nde yetiştirilen kuru fasulye gen kaynaklarının toplanması ve değerlendirilmesi. <https://app.trdizin.gov.tr/proje/TVRBeE56RXg> (Erişim Tarihi: 03.03.2022)
- Karaman R (2019) Maş Fasulyesi (*Vigna radiata* Wilczek) Genotiplerinin/Yerel Populasyonlarının Isparta Koşullarında Fenolojik, Morfolojik, Agronomik ve Bazı Teknolojik Özellikler Yönünden Karakterizasyonu. Doktora tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Tarla Bitkileri, 226 s.
- Karaman R, Kaya M, Türkay C (2020) Determination of forage yield, quality and mineral content mung bean growing as second crop. *TURJAF* 8(10): 2118-2124.
- Karaman R, Türkay C, Kaya M (2022) Maş fasulyesi tohum hasadı artıklarının hayvan beslemede kullanılabilirliği potansiyeli. *JOTAF* 19(1): 108-119.
- Kassambara A (2017). Practical guide to principal component methods in R: PCA, M (CA), FAMD, MFA, HCPC, Factoextra Vol. 2. STHDA.
- Kutbay HG, Kılınc M (1992) Bazı bitkilerdeki klorofil a ve klorofil b içeriklerinin mevsimsel değişimi. FÜ XI. Ulusal Biyoloji Kongresi. Genel Biyoloji 195-202.
- Madakba SY, Meral ERGN (2011) Morphological and phenological characterization of Turkish bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes and their present variation states. *Afr. J. Agric. Res.* 6(28): 6155-6166.
- Mavi K, Mavi F (2015) Bazı süs biberi genotiplerinin tohumluk bitki özellikleri ve tohum çıkış performansları. *DÜFED* 4(1): 31-35.
- Mogotsi KK (2006). *Vigna radiata* (L.) R. Wilczek. *Prota* 1: 23-29.
- Mohammadi SA, Prasanna BM (2003) Analysis of genetic diversity in crop plants-salient statistical tools and considerations. *Crop Sci.* 43(4): 1235-1248.
- Muñoz-Huerta FR, Guevara-Gonzalez GR, Contreras-Medina ML, Torres-Pacheco I, Prado-Olivarez J, Ocampo-Velazquez RVA (2013) Review of methods for sensing the nitrogen status in plants: advantages, disadvantages and recent advances. *Sensors* 13: 10823-10843.
- Nadeem MA, Nawaz MA, Shahid MQ, Doğan Y, Comertpay G, Yıldız M, Baloch FS (2018) DNA molecular markers in plant breeding: current status and recent advancements in genomic selection and genome editing. *Biotechnol. Biotechnol. Equip.* 32(2): 261-285.

- Nair R, Schreinemachers P (2020) Global status and economic importance of mungbean. In The mungbean genome (pp. 1-8). Springer, Cham.
- Nasir M, Sidhu JS, Sogi DS (2022) Processing and nutritional profile of mung bean, black gram, pigeon pea, lupin, moth bean, and Indian vetch. Dry Beans and Pulses: Production, Processing, and Nutrition, Second Edition, 431-452.
- Öten M, Albayrak S, Kiremitci S, Türk M (2018) Determination of yield and quality parameters of some alfalfa (L.) genotypes in the Mediterranean Region of Turkey. Fresen. Environ. Bull. 27(11): 7627-7633.
- Özgen M, Adak MS, Karagöz A, Ulukan H (2000) Bitkisel gen kaynaklarının korunma ve kullanımında yeni yaklaşımlar. V. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi. Ankara, 1: 259- 284 s.
- Öztürk HI (2018) Erzincan İlinde Yaygın Yetiştiriciliği Yapılan Barbunya ve Taze Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin Seleksiyonu, Morfoloji Ve Moleküler Karakterizasyonu. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Erzurum.
- Paramesh M, Reddy DM, Priya MS, Sudhakar PSP, Reddy KHP (2016) GT biplot analysis for yield and drought related traits in mung bean (*Vigna radiata* L. Wilczek). Electron. J. Plant Breed. 7(3): 538-543.
- Peryea FJ, Kammereck R (1997) Phosphate-enhanced movement of arsenic out of lead arsenate-contaminated topsoil and through uncontaminated subsoil. Wat. Air and Soil Poll. 93(1): 243-254.
- Sardana S, Mahajan RK, Gautam NK, Ram B (2007) Genetic variability in pea (*Pisum sativum* L.) germplasm for utilization. SABRAO J. Breed. Genet. 39(1): 31-41.
- Singh DP, Singh BB (2011) Breeding for tolerance to abiotic stresses in mungbean. J Food Legum. 24(2): 83-90.
- Sivakumar J, Prashanth JEP, Rajesh N, Reddy SM, Pinjari OB (2020). Principal component analysis approach for comprehensive screening of salt stress-tolerant tomato germplasm at the seedling stage. J. Biosci. 45(1): 1-11.
- Soehendi R, Hapsari RT, Nugrahaeni N, Haksiwi P, Mejaya MJ (2021) Agronomic characteristics and seed yield of Indonesian mungbean (*Vigna radiata*) genetic resources. Annu. Res. Rev. 1: 9-21.
- Sözen Ö, Özçelik H, Bozoğlu H (2014) Doğu Karadeniz Bölgesi yerel fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) populasyonlarının karakterizasyonu ve morfolojik değişkenliğin ortaya konulması. BIBAD 7(1): 29-36.
- Yeken MZ, Çiftçi V, Çancı H, Özer G, Kantar F (2019) Türkiye'nin Batı Anadolu Bölgesi'nden toplanan yerel fasulye genotiplerinin morfolojik karakterizasyonu. IJAWS 5(1): 124-139.
- Yimram T, Somta P, Srinives P (2009) Genetic variation in cultivated mungbean germplasm and its implication in breeding for high yield. Field Crops Res. 112(2-3): 260-266.