

Mısır (*Zea mays* L.) Saf Hatlarının Melezlenebilme Potansiyelleri ve Agronomik Performanslarının Sera Koşullarında Değerlendirilmesi

Remzi ÖZKAN^{1*} (Orcid ID: 0000-0002-6457-5802), Merve BAYHAN¹ (Orcid ID: 0000-0002-3220-4548)

¹Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Diyarbakır

*Sorumlu yazar (Corresponding author): rmziozkan@gmail.com

Geliş Tarihi (Received): 14.09.2022

Kabul Tarihi (Accepted): 12.10.2022

Özet

Mısırdaki *in-vivo* haploid bitki elde etme tekniğinde son yıllarda geliştirilen ve induzer olarak adlandırılan hatların kullanılmasıyla ıslah süresi 6-7 yıl kısalmaktadır. Bu yöntemle dahilinde kromozom katlaması yapılan tohumlarda; kendilemeyle tohum çoğaltımı, test melezlemelerinin yapılması, uygun saf hatların melezlenmesi gibi ıslah süreçlerinin tamamının sera koşullarına taşınması ıslah süresini maksimum sürede kısıltacaktır. Bu çalışmada saf hatların sera koşullarında agronomik performanslarının ve kendi aralarında melezlenebilme potansiyellerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Çalışmada dört adet *in-vivo* haploid yöntemiyle yerel çeşitlerden geliştirilen ve dört adet standart olmak üzere toplam 8 saf hat materyal olarak kullanılmıştır. Saf hatların performanslarını ortaya koymak için bitki boyu, gövde çapı, ilk koçan yüksekliği, koçan çapı, koçan boyu, koçan uç boşluğu, tek koçan ağırlığı, sömek çapı ve bitki kuru ağırlığı özellikleri incelenmiştir. Bu özelliklerden koçan uç boşluğu ve tek koçan ağırlığı hariç diğer tüm özelliklerde hatlar arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Hatların kendi aralarında yapılan melezlemelerde, melez başına ortalama 60 tohum elde edilerek tarla testleri için yeterli olabilecek tohum sayısına ulaşılmıştır. DZM-25 yerel saf hattı agronomik performans ve melez tohum elde edilme oranı yönünden standart hatlara üstünlük sağlamıştır. Saf hatların sera koşullarında kış döneminde başarılı bir şekilde yetiştirilmesi ve melez tohum elde edilmesi ıslah süresinin kısıltılmasına katkı yapabileceğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Mısır, saf hat, *in vivo*, haploidi, sera koşulları, melezleme

Potentials for Hybridization and Agronomic Traits in Maize (*Zea mays* L.) Pure Lines Grown in a Greenhouse

Abstract

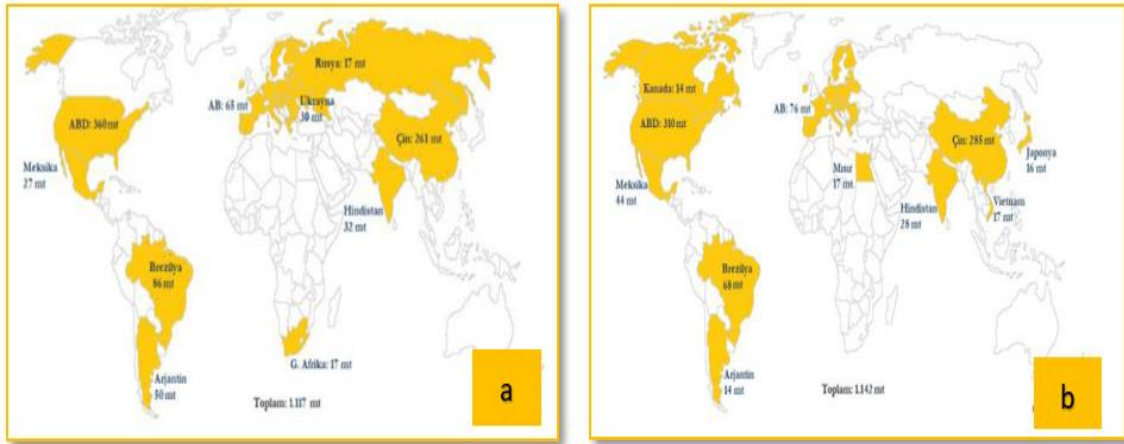
In recent years, the technique for creating *in-vivo* haploid maize plant production has resulted in the development of inducer lines, which decrease the breeding period by 6-7 years. Following the chromosome doubling technique, the breeding period will be shortened as much as possible by performing procedures in a greenhouse such as selfing seeds for multiplication, test hybridization, and pure line hybridization. The purpose of this research was to learn more about the agronomic capabilities and hybridization potential of pure lines grown in greenhouses. The material for the study included a total of eight pure lines, four of which were created from local varieties using the *in-vivo* haploid approach, and four lines that were considered to be standard. In order to reveal the performances of pure lines, plant height, stem diameter, first ear height, ear diameter, ear length, ear spacing, single ear weight, cob diameter and plant dry weight were investigated. Significant differences were detected between the lines in all other features except the ear spacing and single ear weight. In the crosses between the lines, an average of 60 seeds per hybrid was obtained, and sufficient number of seeds was reached for field tests. In terms of agronomic performance and hybrid seed yield, the DZM-25 local pure line surpassed conventional lines. Growing pure lines and getting hybrid seeds in a greenhouse during the winter showed that this method can help shorten the breeding period.

Keywords: Maize, pure lines, *in vivo*, haploidi, greenhouse, crossing

GİRİŞ

Mısır (*Zea mays* L.) tropik, subtropik ve ılıman iklim kuşaklarına adapte olan sıcak iklim tahılıdır. Antartika haricinde, hemen hemen dünyanın her yerinde, 58° kuzey ve 40° güney enlemleri arasında kalan alanlarda, deniz seviyesinden başlayarak, rakımı 4000 m'ye kadar olan, bol güneş alan bölgelerde yetişebilen, C4 fotosentezi yapan, tek yıllık ve kısa gün bitkisidir.

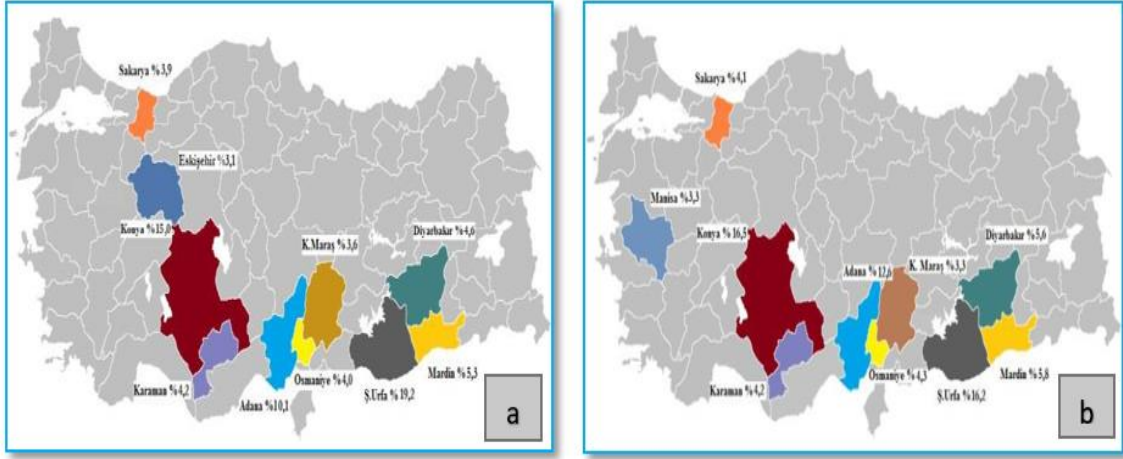
Kökene ve gen merkezi Amerika kıtası olan mısır bitkisi dünyada ve ülkemizde bitkisel kökenli proteinlerin yeterli ve ekonomik üretimi için büyük önem taşımaktadır. Ülkemizde mısır tarımı hayvansal protein üretimine büyük ölçüde katkıda bulunmakta ve bu bitkiden elde edilen nişasta, glikoz ve yağ ülke ekonomimizde ham madde açısından büyük önem taşımaktadır.



Şekil 1. Dünya’da ülke bazında mısır üretim (a) ve tüketim miktarı (b) bakımından ilk sıralarda yer alan ülkeler (IGC, 2021)

Dünya genelinde üretilen mısırın, yarısından çoğu hayvan yemi, yaklaşık 1/5’i insan gıdası, %10’u konserve gıda ve %10’u diğer tüketimler ve tohumluk olarak kullanılmaktadır (Özata ve ark., 2013). Ülkemizde satışa sunulan 6 milyon ton mısırın %75’i yem sektöründe kullanılmakta olup, geriye kalan %20’lik bölümü nişasta, glikoz ve alkol sanayinde, %5’i ise endüstride, yağ üretiminde ve tohumluk olarak kullanılmaktadır (TÜİK, 2020). Uluslararası hububat konseyinin 2020-21 yılı verilerine göre tüm dünyada toplam 198.8 milyon ha alanda mısır ekimi yapıldığı ve küresel mısır üretiminin 1.12 milyar ton olduğu bildirilmiştir (IGC, 2021). Ülkemizde ise 6.9 milyon da alanda mısır ekimi yapılmakta, dekara 939 kg verim

alınmakta ve toplam mısır 6.5 milyon ton mısır üretilmektedir (TÜİK, 2021). Dünya’da ülke bazında mısır üretim ve tüketim miktarlarına bakıldığında her iki kategoride de ABD ve Çin’in ilk sırada yer almaktadır (Şekil 1)(IGC, 2021). Türkiye’de ise Doğu Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri geleneksel mısır üretim bölgeleri iken, son yıllarda Orta-Batı Anadolu alan genişlemesi ile birlikte bu gruba katılmıştır. Ülkemizde il bazında mısır ekim alanı bakımından yapılan sıralamada Şanlıurfa, Konya ve Adana illerinin ilk üçte yer aldığı, mısır üretimi bakımından yapılan sıralamada Konya, Şanlıurfa ve Mardin illerinin ilk üçte yer aldığı görülmektedir (Şekil, 2) (TÜİK, 2021).



Şekil 2. Türkiye’de il bazında mısır ekim alanı (a) ve mısır üretim miktarı (b) (Anonim, 2021b)

Ticari açıdan önem arz eden bitki türlerinin hepsinde olduğu gibi mısır bitkisinde de birim alandan yüksek verim elde etmek ve yüksek performansa sahip çeşit seçmek ve geliştirmek temel konu olarak gündemdeki yerini korumaktadır. Çeşitlerin iklim ve toprak koşullarına uyumlu olması, yetiştirme tekniklerinin doğru ve zamanında uygulanması yüksek verimli çeşit tanımını doğrulamaktadır. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de farklı çevrelerde, değişen toprak yapılarında ve değişen yetiştiricilik amaçları doğrultusunda uygun özelliklere sahip genotiplerin belirlenmesi büyük önem arz etmektedir. Kendilenmiş ya da saf hatların melezlemede ebeveyn olarak kullanılarak yüksek verimli yeni çeşitlerin geliştirilebileceği dair ilk çalışmalar mısır bitkisinde yapılmış ve melez azmanlığı ile yeni mısır çeşitleri geliştirilmiştir (Shull, 1909). Allogam bir bitki olan mısırın en önemli özelliği, kendilenmiş hatları arasında yapılan melezlemeler sonucunda elde edilen F₁ generasyonunun yüksek verim potansiyeli, adaptasyon gücü, hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılık yönünde ebeveynlerine üstünlük göstermesidir. Bölgelerin farklı iklim ve toprak yapısından dolayı mısır çeşitlerinin

verimi de farklılık gösterebilmektedir. İslah çalışmaları sonucunda değişik iklim ve toprak koşullarında yüksek verimli olan yeni genotiplerin, eski ve düşük verimli olanlar ile yer değiştirmesiyle üretimde artış sağlanabilecektir (Öz ve ark., 2013). Bu çalışma ile kendilenmiş mısır saf hatlarında sera koşullarında melezleme işleminin gerçekleştirilmesi ve ülkemizin mısır ıslah çalışmalarına katkı sağlayabilecek yüksek verimli yeni saf hatların belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma 2019 yılında Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü’ne ait çimlendirme kabini, tam teşekküllü bitki yetiştirme odası ve serada gerçekleştirilmiştir. Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünden temin edilen 4 adet standart saf hat (public hat) ve Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesine ait 4 adet saf hat materyal olarak kullanılmıştır (Çizelge 1). DZM koduyla belirtilen genotipler Karadeniz bölgesine ait yerel buğday genotiplerinden (Kızılgeci ve ark., 2018) *in-vivo* double haploid tekniğiyle geliştirilmiştir (Bayhan ve ark., 2021). Çalışmada kullanılan kendilenmiş mısır

hatları çimlendirmek amacıyla 15.02.2019 tarihinde 8 mısır hattının her birinden toplam 10 tohum olacak şekilde, 2 petri kabına 5'er tohum yerleştirilmiş ve cam petri kaplarına iki kat kurutma kağıdı bırakılmıştır. Daha sonra tohumlar 27 °C sıcaklık %50 nem değerlerindeki tam otomatik

çimlendirme kabinde 5 gün süresince çimlendirmeye bırakılmıştır (Şekil 3). Çimlendirme dönemi boyunca tohumlar her gün kontrol edilmiş ve ihtiyaç duyuldukça su verilmiştir. Çimlendirmeye bırakılan 80 tohumdan toplamda 72 bitki çimlenmiştir.

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan kendilenmiş saf hatlar

No	Genotip	İslahçı Kuruluş/Menşei
1	B-52	Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü/Adana
2	B-73	
3	B-106	
4	FRM0-17	
5	DZM-25	Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi/Diyarbakır
6	DZM-56	
7	DZM-67	
8	DZM-206	



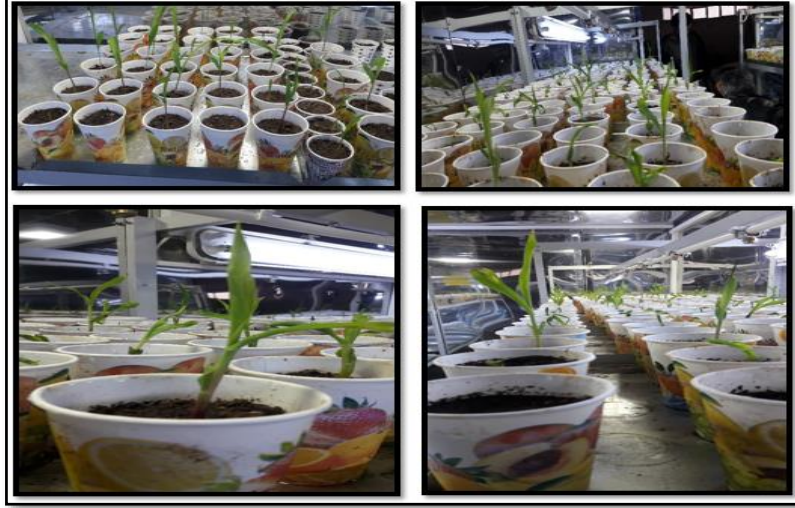
Şekil 3. Tohum çimlendirme aşamalarından görüntüler

Çimlenen bitkicikler 20.02.2019 tarihinde 1/1/1 oranındaki toprak/kum/torf karışımı ile hazırlanmış olan mini saksılara aktarılmış ve tam otomasyonlu bitki büyütme ve alıştırma odasına alınmıştır (Şekil 4). Bitkicikler 27 °C sıcaklık, %50 nem ve 10/14 saat

ışıklandırma olacak şekilde ayarlanan bitki büyütme ve alıştırma odasında 10 gün süre ile tutulmuştur. Bu aşamada bitkicikler her gün düzenli kontrol edilerek sulama işlemleri gerçekleştirilmiş ve bir defa bitki gelişimini teşvik etmek amacıyla

sulama suyuna 20-20-0 kompoze gübreden ilave edilmiştir. Bitki büyütme ve alıştırma odasında 10 günün sonunda hayatta kalan 70 bitki yarı otomasyonlu serada 5 kg toprak ile doldurulmuş olan geniş saksılara şaşırtılmıştır (Şekil 5). Sera ortamında

10. günün sonunda büyüyen bitkilerde destek amaçlı kök boğazı doldurma ve yatmalarını engellemek için kazıkla destekleme yapılmıştır. Bitkinin ihtiyaç durumuna göre düzenli olarak sulama işlemi yapılmıştır.



Şekil 4. Çalışmada kullanılan bitki büyütme odasına ait resimler



Şekil 5. Çalışmanın yürütüldüğü sera ortamına ve bitkilere ait resimler

Mısır bitkisine bir üretim sezonu boyunca verilmesi gereken gübre miktarı ve bitkilerde görülen besin

elementi eksikliği doğrultusunda gübreler su da çözünerek verilmiştir (Şekil 6) (Çizelge 2). Saksılarda

kullanılan bitki yetiştirme toprağına ait verilmiştir.
bazı analiz sonuçları da Çizelge 3'te



Şekil 6. Bitkilerde gözlemlenen besin elementi eksikliğine ait resimler

Çizelge 2. Mısır bitkilerinin gelişimi boyunca kullanılan gübreler ve uygulama şekli

Uygulama Sayısı	Gübre Adı	Gübre Formu	Uygulama Şekli
1	20-20-0	Granül	1 sakı/100 cc su/Topraktan
2	20-20-0	Granül	1 sakı/100 cc su/Topraktan
3	Üre (%46)	Granül	1 sakı/100 cc su/Topraktan
4	Üre (%46)	Granül	1 sakı/100 cc su/Topraktan
5	Üre (%46)	Granül	1 sakı/100 cc su/Topraktan
6	Üre (%46)	Granül	1 sakı/100 cc su/Topraktan
7	Mikro Elementler	Toz	1 sakı/100 cc su/Topraktan

Çizelge 3. Araştırmada kullanılan toprak materyaline ait bazı analiz sonuçları

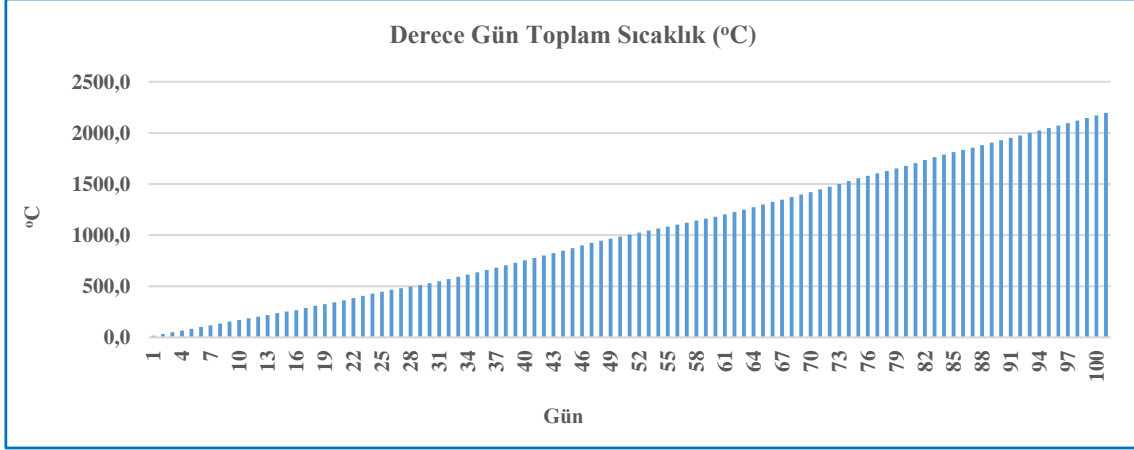
Analiz Adı	Değer	Özellik	Analiz Adı	Değer	Özellik
Saturayon (%)	63,0	Killi Tınlı	Potasyum (ppm)	314,45	Yüksek
% Tuz (TS 8334)	0,04	Tuzsuz	Magnezyum (ppm)	471,78	Orta
Tuzluluk (dS/m)	0,92	Tuzsuz	Kalsiyum (ppm)	10717,89	Çok Yüksek
Kireç (%)	11,24	Orta	Sodyum (ppm)	26,65	Düşük
pH	8,11	Hafif Alkali	Bakır (ppm)	1,61	Orta
Organik Madde (%)	0,71	Düşük	Demir (ppm)	9,29	Çok Yüksek
Azot (%)	0,04	Düşük	Çinko (ppm)	0,08	Düşük
Fosfor (ppm)	4,0	Düşük	Mangan (ppm)	16,5	Orta

Sera ortamına ait sıcaklık ve nem değerleri Trotec BL30 Data Logger cihazı ile günlük olarak kayıt altına alınmıştır. Serada geçen döneme ait sıcaklık değerleri Şekil 7'de verilmiştir. Yetiştirme dönemi boyunca derece gün toplam sıcaklık değeri 2195.6 °C ve günlük ortalama nem değeri %55-72 arasında gerçekleşmiştir. Serada

yetiştirilen kendilenmiş hatlara ait bitkiler çiçeklenme döneminde iken, bir kısmı baba olarak kullanmak için bir kısmı da ana olarak kullanmak için iki kısma ayrılmıştır (Şekil 8). Bu bitkilerden önce ana olarak kullanılan hatların koçanları püskülleri çıkmadan izolasyon kağıdı ile izole edilmiş, tepe püskülleri ise melezleme yapılırken

bulaşmayı önlemek için kesilerek uzaklaştırılmıştır. Ardından baba olarak kullanılacak bitkilerin tepe püskülleri anterlerin % 50 si açıldıktan sonra izolasyon kağıdı ile polen dökme döneminde izole edilmiştir. Polen oluşumunun 2. ya da 3. gününde

tozlama yapılacak koçanlarda koçan püskülü 2-3 cm uzunluğa varınca yeterli miktarda oluşan polen tozları tozlanmıştır. Tozlama işlemi sabahın erken saatlerinde uygun sıcaklık ve nem oranı dikkate alınarak yapılmıştır.



Şekil 7. Sera koşullarında fizyolojik olum dönemine kadar oluşan toplam sıcaklık değerleri



Şekil 8. Bitkilerde tepe püskülü ve koçan püskülü çıkışı ile polen toz oluşumuna ait resimler

Toz verme işlemi tamamlandıktan sonra koçanlar izolasyon kağıdı ile dikkatlice tekrar kapatılmış ve hasat edilinceye kadar koçanlar bu kağıt torbaların içinde kalmıştır. Çalışmada her kombinasyon için en az 6 bitkide

melezleme işlemi yapılmıştır (Şekil 9) (Çizelge 4). İzolasyon için kullanılan kâğıt torbaların üzerine anaçlara ait bilgiler ile melezlemenin yapıldığı tarih bilgisi not edilmiştir. Hasat işlemi elle yapılmıştır (Şekil 10).



Şekil 9. Melezlemenin yapıldığı kendilenmiş hatlara ait resimler

Çizelge 4. Kendilenmiş hatlarla oluşturulan melez kombinasyonları

1	B-52 X B-106	8	B-106 X B-73	15	FRMO-17 X DZM-206	22	DZM-56 X DZM-25	29	DZM-67 X DZM-56
2	B-52 X FRMO-17	9	B-106 X DZM-67	16	FRMO-17 X DZM-25	23	DZM-56 X B-52	30	DZM-67 X FRMO-17
3	B-52 X DZM-56	10	B-106 X DZM-56	17	DZM-25 X FRMO-17	24	DZM-56 X B-106	31	DZM-67 X DZM-206
4	B-52 X B-73	11	B-106 X B-52	18	DZM-25 X B-106	25	DZM-56 X B-73	32	DZM-206 X DZM-67
5	B-73 X DZM-67	12	FRMO-17 X DZM-56	19	DZM-25 X B-52	26	DZM-67 X B-52	33	DZM-206 X DZM-25
6	B-73 X FRMO-17	13	FRMO-17 X DZM-67	20	DZM-25 X DZM-67	27	DZM-67 X DZM-25	34	DZM-206 X B-52
7	B-73 X DZM-56	14	FRMO-17 X B-52	21	DZM-25 X B-73	28	DZM-67 X B-106	35	DZM-206 X B-106



Şekil 10. Melezlemenin yapıldığı bitkilerin hasat dönemine ait resimler

Çalışmada melezleme için kullanılan kendilenmiş saf hatların sera koşullarında performansları ve melez tutma oranları değerlendirilmiştir. Kendilenmiş saf hatlarda; bitki boyu (cm), gövde çapı (mm), ilk koçan yüksekliği (cm), koçan çapı (mm), koçan boyu (cm), koçan uç boşluğu (cm), tek koçan ağırlığı (g), sömek çapı (mm) ve bitki kuru ağırlığı (g/bitki) özellikleri incelenmiştir. Ayrıca kendilenmiş saf hatlardan elde edilen melez koçanlarda koçanda tane sayısı (adet/koçan) ve tek koçan tane verimi (g/koçan) özellikleri incelenmiştir.

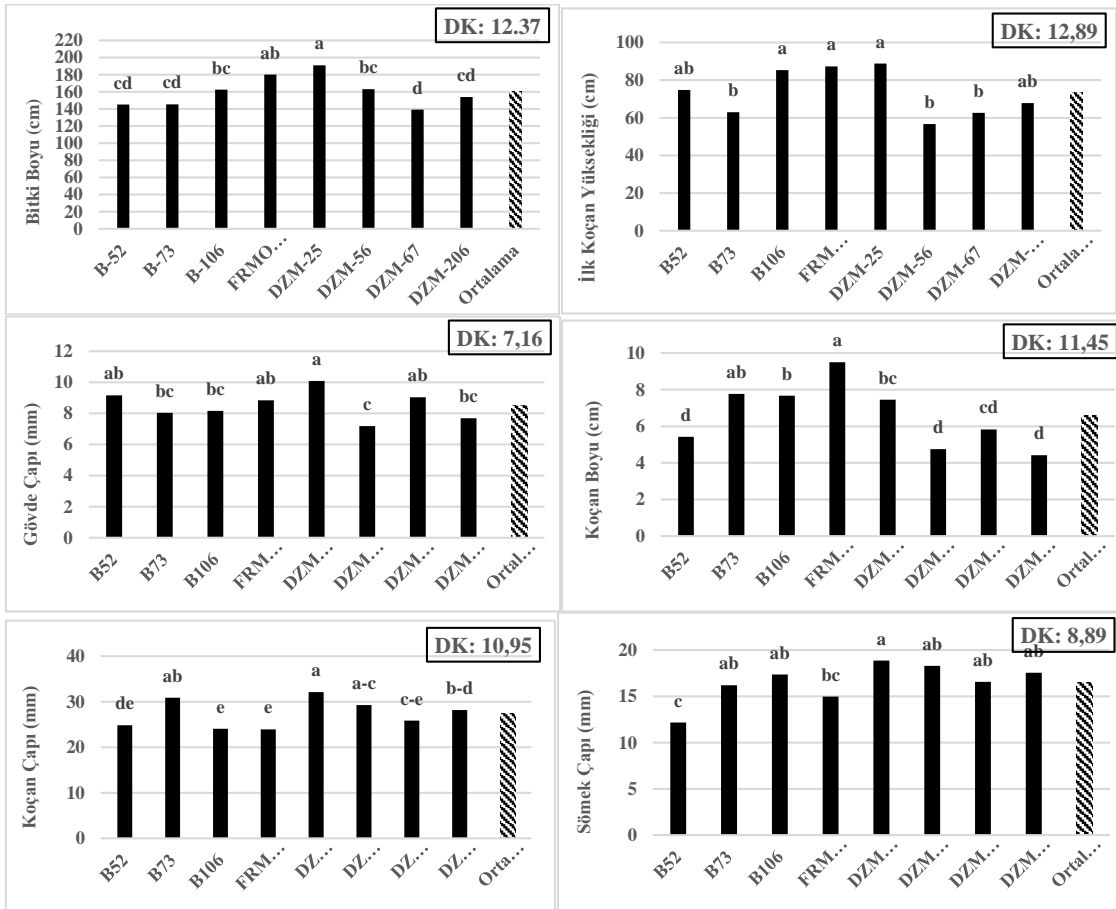
BULGULAR ve TARTIŞMA

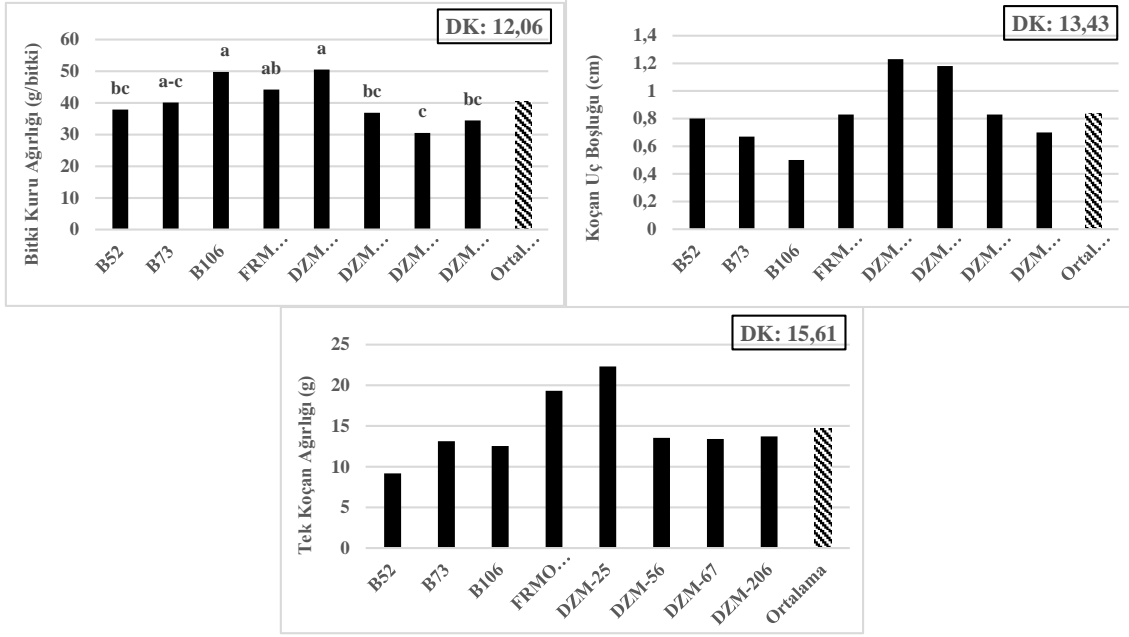
Araştırmada kendilenmiş saf mısır hatlarının incelenen özelliklerine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar Şekil 11’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; bitki boyu, koçan boyu, koçan çapı ve bitki kuru ağırlığı bakımından %1 önem düzeyinde, ilk koçan yüksekliği, gövde çapı ve sömek çapı bakımından ise %5 önem düzeyinde genotipler arasında istatistiki olarak farklılıklar tespit edilmiştir. Ayrıca koçan uç boşluğu ve tek koçan ağırlığı bakımından genotipler arasında istatistiki olarak önemli farklılık oluşmadığı belirlenmiştir. Araştırmada bitki boyu bakımından genotip

ortalamasının 160.02 cm olduğu ve en yüksek değer DZM-25 (191.00 cm) genotipinden, en düşük değer ise DZM-67 (139.17 cm) genotipinden elde edildiği saptanmıştır (Şekil 11). Bitki boyu yeşil aksamın fazla olması amacıyla yapılan yetiştiricilik alanlarında mısır bitkisi için önemlilik arz etmekte, fakat fazla uzun boyluluk yatmaya neden olması nedeniyle istenilmeyen bir özellik olarak nitelendirilmektedir. Kün (1994), mısır bitkisi için ortalama değer 150.0-300.0 cm arasında değiştiğini ve bu aralıkta oluşan farklılığın genetik faktörlerin etkisinde olduğunu bildirmiştir. Tezel (2007), yatmaya neden olmadığı takdirde mısır bitkisi için boy uzunluğunun verimi olumlu yönde etkilediğini ve uzun boylu çeşitlerin, tanenin yanı sıra silajlık potansiyellerinin de dikkate alınabileceğini bildirmiştir. Araştırmadan elde ettiğimiz bitki boyu değerleri literatür verileri ile benzerlik göstermekte ve daha önce yapılan çalışmalarda araştırmacılar bitki boyuna ait değerlerin; 121.5-243.0 cm (Cömertpay, 2008), 102-394 cm (Öner, 2011), 213-305 cm (Öz ve ark., 2013), 147.1-165.9 cm (Can ve Akman, 2014), 176.0-218.0 cm (Farnia ve Mansouri, 2015), 129.6-210.7 cm (Kula ve

Karadoğan, 2017), 154.70-321.49 cm (Albayrak, 2019) ve 103.75-190.0 (Bayhan ve ark., 2021) arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırmada ilk koçan yüksekliği değeri bakımından genotip ortalaması 73.31 cm olarak belirlenmiştir. Araştırmada ilk koçan yüksekliğine ait en yüksek değerin bitki boyu ile doğru orantılı olarak yine DZM-25 (88.83 cm) genotipinden, en düşük değerin ise DZM-56 (56.67 cm) genotipinden elde edildiği saptanmıştır (Şekil 11). Mısır bitkisinde bitki boyu ile beraber genel olarak bitkinin koçan ağırlığından dolayı kırılıp yatmaması açısından ilk koçan yüksekliğinin de fazla olmaması ve boyunun yarısı kadar olması istenmektedir. Araştırmacılar uzun boylu genotiplerin ilk koçan yüksekliği değerlerinin yüksek, kısa boylu genotiplerin ise ilk koçan

yüksekliği değerlerinin daha düşük olduğunu bildirmişlerdir (Pekbağrıyanık ve ark., 2020). Bu çalışmadan elde ettiğimiz sonuçlar literatür değerleri ile uyum göstermekte ve boyu yüksek olan genotiplerin koçan yüksekliğinin de fazla olduğunu doğrulamaktadır. Daha önce farklı yetiştirme koşullarında ve farklı amaçlarla yapılan çalışmalarda araştırmacılar ilk koçan yüksekliğine ait değerlerin; 69.5–104.0 cm (Turgut, 2003), 74.0–117.8 cm (Turgut ve Duman, 2004), 24.7- 30.1 cm (Büyükerdem, 2005), 95-139 cm (Öz ve Kapar, 2005), 73-128 cm (Öz ve ark., 2013), 109-145 cm (Özata ve ark., 2013), 68.2-77.5 cm (Erdal, 2014), 42.0-82.0 cm (Pekbağrıyanık ve ark., 2020) ve 29.0-83.25 cm (Bayhan ve ark., 2021) arasında değiştiğini bildirmişlerdir.





Şekil 11. Kendilenmiş mısır hatlarının incelenen özelliklerine ait ortalama değerler ve oluşan gruplar (DK: Düzeltme katsayısı)

Gövde çapı bakımından genotiplere ait ortalama değer 8.52 mm olduğu ve en yüksek değer DZM-25 (10.09 mm) genotipinden, en düşük değer ise DZM-56 (7.18 mm) genotipinden elde edildiği saptanmıştır (Şekil 11). Kırtok (1998), gövde kalınlığının ve sağlam yapıda olmasının, hem yatmayı engellediğini hem de hasatta kolaylık sağlayarak tane kaybını önlediğini bildirmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda araştırmacılar gövde çapına ait değerlerin; 22.2-29.5 mm (Kırtok ve ark., 2003), 15.9-22.6 mm (Cömertpay, 2008), 8.76- 40.40 mm (Öner, 2011), 14.31-21.77 mm (Albayrak, 2019), 6.54-8.45 mm (Bayhan ve ark., 2021) arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ancak bu çalışmada elde edilen gövde çapı değerlerinin hem bitkilerin saksıda hem de sera koşullarında yetiştirilmesinden kaynaklı olarak düşük olduğu saptanmıştır. Mısır bitkisinde verimi etkileyen ve ticari değeri açısından önemlilik arz eden özelliklerden biri olan koçan boyu değeri bakımından genotiplere ait ortalama değer 6.60 cm

olarak belirlenmiştir. Araştırmada koçan boyuna ait en yüksek değer FRMO-17 (9.50 cm) genotipinden, en düşük değer ise B-52 (5.42 cm) genotipinden elde edildiği saptanmıştır (Şekil 11). Araştırmacılar yüksek verime sahip çeşitlerin koçan boyu ve koçan çapı değerlerinin de yüksek olduğunu bildirmişlerdir (Tekkanat ve Soylu, 2005). Daha önce yapılan çalışmalarda araştırmacılar koçan boyuna ait değerlerin; 19.2-20.9 cm (Kara ve Akman, 2002), 9.2-18.2 cm (Turgut, 2003), 16.9-22.1 cm (Öktem ve Öktem, 2006), 17.55-20.77 cm (Atakul ve ark., 2011), 9.7-24.33 cm (Öner, 2011), 12.4-16.7 cm (Farnia ve Mansouri, 2015), 21.02-22.82 cm (Topal, 2016), 10.2-14.0 cm (Kula ve Karadoğan, 2017), 21.3-26.5 cm (Pekbağrıyanık ve ark., 2020) ve 4.17-7.55 cm (Bayhan ve ark., 2021) arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmadan elde edilen değerler bazı literatür değerleri ile benzerlik gösterirken bazılarında da daha düşük bulunmuştur. Bu durum bitkilerin saksıda yetiştirilmesinden dolayı zayıf gelişim göstermesi ile

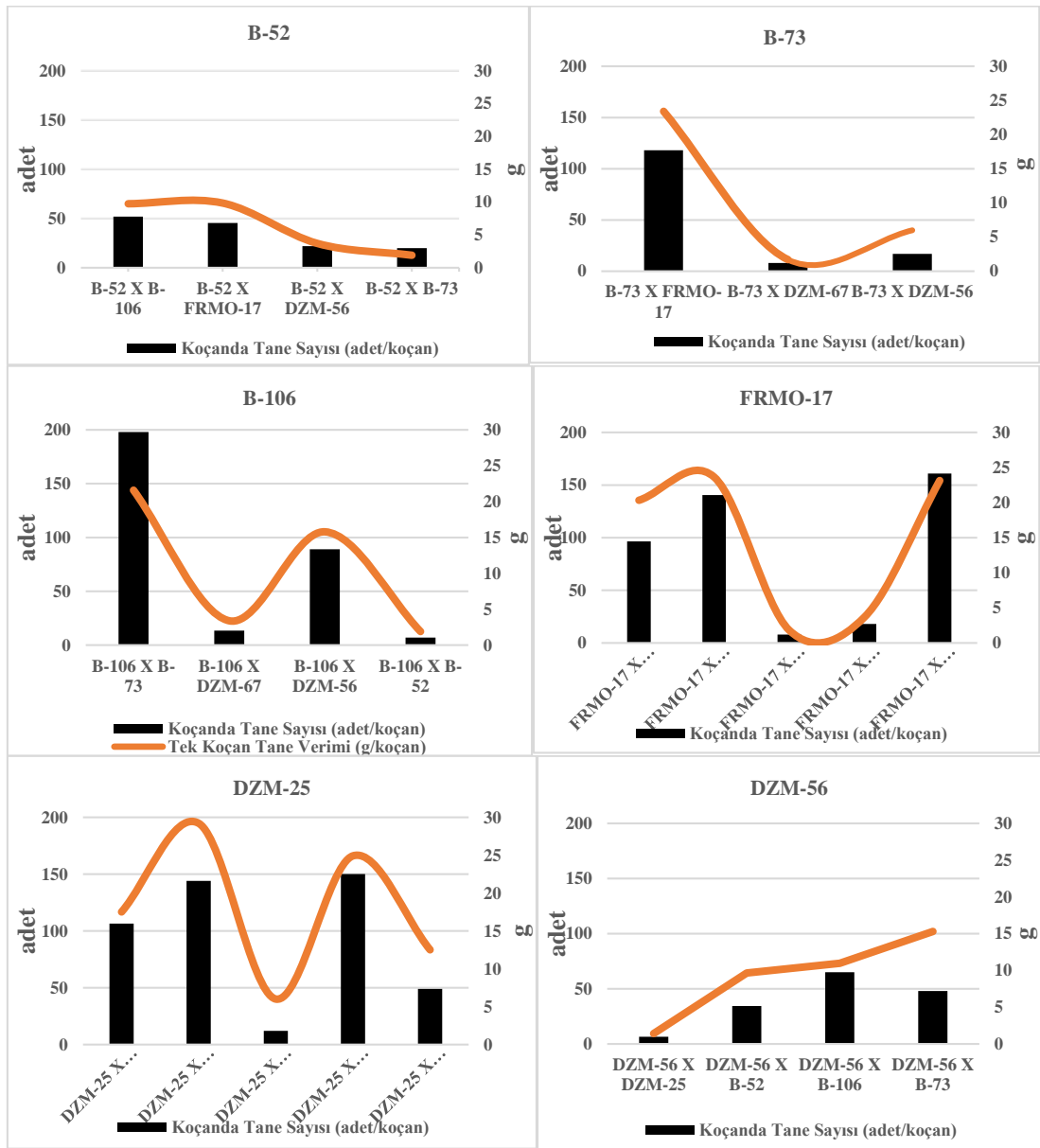
ilişkilendirilebileceği düşünülmektedir. Koçan çapı bakımından genotip ortalaması 27.40 mm olarak belirlenmiştir. Çalışmada koçan çapına ait en yüksek değer DZM-25 (34.35 mm) genotipinden, en düşük değer ise FRMO-17 (23.94 mm) genotipinden elde edildiği saptanmıştır (Şekil 11). Daha önce yapılan çalışmalarda araştırmacılar koçan çapına ait değerlerin; 25.31-49.80 mm (Öner, 2011), 36.0-47.0 mm (Farnia ve Mansouri, 2015), 16.94-44.31 mm (Albayrak, 2019), 39.4-44.6 mm (Pekbağrıyanık ve ark., 2020) ve 19.50-32.44 mm (Bayhan ve ark., 2021) arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırmadan elde ettiğimiz koçan çapı değerlerinin bazı literatür değerlerinden farklılık gösterdiği saptanmıştır. Bu durum çalışmaların farklı çevrelerde farklı koşullarda gerçekleştirilmesinden kaynaklanmaktadır. Mısır bitkisinde koçan uç boşluğu bakımından elde edilen genotip ortalaması 0.84 cm olarak saptanmıştır. Araştırmada koçan uç boşluğu en kısa olan genotipin B-106 (0.50 cm), en uzun olan genotipin ise DZM-25 (1.23 cm) olduğu belirlenmiştir (Şekil 11). Çalışmada genotiplerin uç boşluğunun yüksek olması tozlanma sonucunda oluşan koçanlarda sırada tane sayısının az olmasından kaynaklanmaktadır. Daha önce yapılan çalışmalarda araştırmacılar koçan uç boşluğuna ait değerlerin; 1.1-1.5 cm (Büyükerdem, 2005), 0.82-1.31 cm (Albayrak, 2013) ve 0.95-2.63 cm (Bayhan ve ark., 2021) arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırmadan elde ettiğimiz koçan uç boşluğu değerleri literatür verileri ile kısmen benzerlik göstermektedir. Araştırmada tek koçan ağırlığı bakımından genotip ortalamasının 14.64 g olduğu ve en yüksek değer DZM-25 (22.32 g) genotipinden, en düşük değer ise B-52 (9.18 g) genotipinden elde edildiği

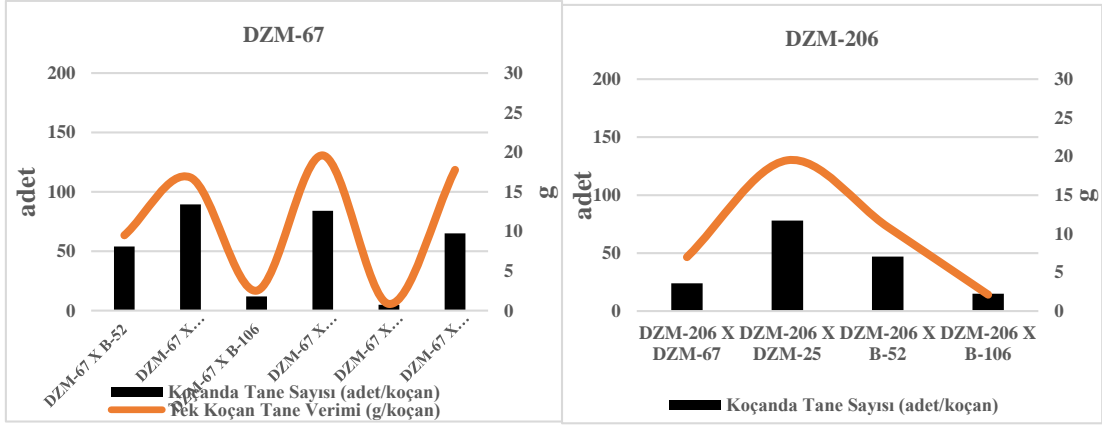
saptanmıştır (Şekil 11). Genotiplerin tek koçan ağırlığının düşük olmasının hem tozlanma ve döllemeden hem de saksı bazında yetiştirilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Araştırmadan elde edilen bulgular Bayhan ve ark. (2021)'nin sera ortamında elde ettiği bulgular (3.83-24.29 g) ile benzerlik göstermektedir. Sömek çapı bakımından genotip ortalaması 16.48 mm olarak belirlenmiştir. Çalışmada sömek çapına ait en yüksek değer DZM-25 (18.85 mm) genotipinden, en düşük değer ise B-52 (12.16 mm) genotipinden elde edildiği saptanmıştır (Şekil 11). Araştırmacılar mısır bitkisinin hasat döneminde uygun tane nemine ulaşabilmesi için sömek çapının küçük çapa sahip olmasının avantaj sağladığını ve sömek çapının az veya fazla olmasının tane verimini etkilediğini bildirmişlerdir (Nielsen, 2002; Babaoğlu, 2003). Daha önce yapılan çalışmalarda araştırmacılar sömek çapına ait değerlerin; 2.7-29.0 mm (Babaoğlu, 2003), 26.4-30.7 mm (Sarı, 2009), 15.62-15.28 mm (Albayrak, 2019) ve 13.57-21.57 mm (Bayhan ve ark., 2021) arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırmadan elde edilen değerler literatür verileri ile kısmen benzerlik göstermektedir. Çalışmada bitki kuru ağırlığı bakımından genotip ortalamasının 40.55 g olduğu belirlenmiştir. Bitki kuru ağırlığına ait en yüksek değer DZM-25 (50.53 g/bitki) genotipinden, en düşük değer ise DZM-67 (30.53 g/bitki) genotipinden elde edildiği saptanmıştır (Şekil 11). Araştırmadan elde edilen sonuçlar Bayhan ve ark. (2021)'nin literatür verileri ile (12.60-53.18 g/bitki) benzerlik göstermektedir.

Melez koçanlara ait koçanda tane sayısı ve tek koçan tane verimi özellikleri

Araştırmada kendilenmiş mısır hatlarında yapılan melezleme işlemi sonucunda elde edilen melez koçanlara ait koçanda tane sayısı ve tek koçan tane verimi değerleri Şekil 12’de verilmiştir. Koçanda melez tane sayısı bakımından tüm melez kombinasyonlarında genel ortalamanın 60.08 adet/koçan olduğu ve en yüksek tane sayısına sahip ana bitki ortalamasının DZM-25 (92.30 adet/koçan), FRMO-17 (84.80

adet/koçan) ve B-106 (76.88 adet/koçan) saf hatlarından elde edildiği gözlemlenmiştir. Tek koçan tane verimi bakımından ise tüm melezlerin ortalama değerinin 11.59 g/koçan olduğu ve en yüksek değer DZM-25 (18.02 g/koçan) ve FRMO-17 (15.52 g/koçan) saf hatlarından elde edildiği saptanmıştır (Şekil 12). Koçan verimi değerleri oldukça geniş bir varyasyon göstermiştir.





Şekil 12. Kendilenmiş hatların melezlemesiyle elde edilen koçanda melez tane sayısı ve tek koçan tane verimi ortalama değerleri

Daha önce yapılan çalışmalarda araştırmacılar tek koçan tane verimine ait değerlerin; 66.3-173.3 g/koçan (Cömertpay, 2008), 3.92-168.11 g/koçan (Albayrak, 2019), 6.96-19.70 g/koçan (Bayhan ve ark., 2021) arasında değiştiğini bildirilmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçların bazı literatür verileri ile farklılık göstermesinin hem materyal olarak kullanılan genotiplerin genetik yapılarından hem de çalışmanın yürütüldüğü yetiştirme ve iklim koşulları ile çalışmanın melezleme amacıyla yapılmış olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bazı araştırmacılar mısır genotiplerinin değişen çevre koşulları ile birlikte verimde de değişiklik gösterdiğini ve erkenci çeşitlerin sıcak koşullarda geççi çeşitlerin ise daha düşük sıcaklıklarda hızlı gelişim gösterdiğini bildirmişlerdir (Garcia ve ark., 2009).

İncelenen özellikler arası korelasyon ilişkisi

Kendilenmiş mısır hatlarında incelenen özelliklere ait korelasyon ilişkisine bakıldığında; bitki boyu ile ilk koçan yüksekliği, gövde çapı, koçan boyu, tek koçan ağırlığı ve bitki kuru ağırlığı arasında; ilk koçan yüksekliği ile gövde çapı, koçan boyu ve bitki kuru ağırlığı arasında ve gövde çapı ile sömek çapı, tek koçan ağırlığı ve bitki kuru ağırlığı arasında pozitif ve önemli korelasyon ilişkisi olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5). Araştırmada incelenen özellikler arası korelasyon ilişkileri mısır genotipleri ile ilgili daha önce yapılmış olan literatür çalışmaları ile benzerlik göstermektedir (Lucchin ve ark., 2003; Elmalı ve Soylu, 2008; Çarpıcı ve Çelik, 2010; Selvaraj ve Nagarajan, 2011; Elezi ve ark., 2013; Kapoor ve Batra, 2015; Begum ve ark., 2016).

Çizelge 5. Araştırmada incelenen özelliklere ilişkin korelasyon katsayısı değerleri

Özellik	BB (cm)	İKY (cm)	GÇ (mm)	BKA (g/bitki)	KB (cm)	KUB (cm)	KÇ (mm)	TKA (g)
İKY (cm)	0,568**							
GÇ (mm)	0,352*	0,391**						
BKA (g/bitki)	0,538**	0,619**	0,417**					
KB (cm)	0,392**	0,450**	0,290*	0,586**				
KUB (cm)	0,080	-0,053	0,226	0,079	0,047			
KÇ (mm)	0,257	-0,044	0,172	0,236	-0,086	0,231		
TKA (g)	0,394**	0,268	0,26	0,674**	0,425**	0,144	0,483**	
SÇ (mm)	0,105	0,064	0,039	0,307*	0,063	0,289**	0,438**	0,401**

*: %5 düzeyinde önemli, **: %1 düzeyinde önemli. **BB**: Bitki boyu, **İKY**: İlk koçan yüksekliği, **GC**: Gövde çapı, **KB**: Koçan boyu, **KÇ**: Koçan çapı, **KUB**: Koçan uç boşluğu, **TKA**: Tek koçan ağırlığı, **SÇ**: Sömek çapı, **BKA**: Bitki kuru ağırlığı.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Dünya’da gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde mısır bitkisinin ticari önemi her geçen gün artmaktadır. Ayrıca mısır bitkisi sahip olduğu besin değerleri ile hızla artan nüfusun besin ihtiyacını karşılamak konusunda potansiyel kaynak durumundadır. Hem dünya için hem de ülkemiz için bu kadar değerli olan mısır bitkisinde diğer bitkilerde olduğu gibi değişen iklim ve toprak koşullarına uyum sağlayabilecek yüksek verimli güncel hibrit çeşitlerin geliştirilmesine olan ihtiyaç giderek artmaktadır. Her ne kadar ülkemizde mısır tohumluğunda yerli üretimin payı %100’e yakın olsa da, çeşit geliştirme yönünden dışa bağımlılığımız yüksek oranlardadır. Yapılan bu çalışma ile *in-vivo* double haploid yöntemi ile yerel mısır çeşitlerinden elde edilen saf hatların sera koşullarında bitki gelişim yönünden performanslarının standart saf hatlarla benzer veya daha fazla olduğu belirlenmiştir. Saf hatların melezlemesiyle ortalama 60 adet tohum elde edilerek ıslah çalışmalarında hibrit kombinasyonlarını tarla koşullarında test etmek için yeterli sayıya ulaşılmıştır. Sonuçların serada 6 aydan kısa sürede elde edilmiş olması ıslah süresini 1 yıl kısaltma yönünden ıslahçılara zaman kazandıracaktır. İncelenen özellikler bakımından standart saf hatları geçerek yüksek performans gösteren DZM-25 kendilenmiş hattı birden fazla özellik bakımından ön plana çıkmıştır. Ayrıca melezleme işlemi ile elde edilen koçanlara ait tane sayısı ve tane verimi değerleri bakımından da DZM-25 yüksek melez tohum elde edilme kapasitesi göstermiştir. Bu durum yerel çeşitlerin mısır ıslahında doğrudan saf hat olarak kullanılabilceğini

göstermektedir. Elde edilen sonuçlar ile mısır gelişimi için iklim koşullarının uygun olmadığı Ocak-Şubat ayları arasındaki dönemde tozlanma ve dölleme işleminin başarıyla gerçekleştirilebileceği ortaya konulmuştur.

KAYNAKLAR

- Albayrak, Ö. 2013. Diyarbakır koşullarına uygun şeker mısır (*Zea mays* L. *saccharata* sturt.) çeşitlerinin belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi) Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Albayrak, Ö. 2019. Bazı yerel mısır popülasyonlarının kurağa tepkilerinin belirlenmesi. (Doktora Tezi) Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Atakul, Ş. 2011. Diyarbakır koşullarında farklı ekim zamanlarının beş şeker mısırı (*Zea mays* L. *saccharata* sturt.) çeşidinde taze koçan ve tane verimi ile bazı tarımsal özelliklere etkisi. (Yüksek Lisans Tezi) Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Babaoğlu, M. 2003. Farklı kökenli mısır (*Zea mays* L.) genotiplerinin çeşitli agronomik ve kalite karakterleri bakımından karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi. (Yüksek Lisans Tezi) Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.

- Bayhan, M., Özkan, R., Albayrak, Ö., Yıldırım, M., Akıncı, C. 2021. İn vivo double haploid tekniği ile yerel çeşitlerden elde edilen haploid bitkilerin saf hat olarak kullanılabilirliğinin belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg., 24(5): 1029-1036.
- Begum, S., Amiruzzaman, M., Matin, Q.I., Alam, SS., Rohman, MM. 2016. Estimation of combining ability of baby corn (*Zea mays* L.) for cob and fodder yield using line \times tester design. J. of Bio. and Nat. 6(4): 181-188.
- Büyükerdem, N.İ. 2005. Farklı çinko içerikli gübre uygulamalarının şeker mısırın (*Zea mays* L. *saccharata sturt.*) verim ve agronomik özelliklerine etkileri. (Yüksek Lisans Tezi) Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Can, M., Akman, Z. 2014. Uşak ekolojik şartlarında farklı azot dozlarının şeker mısırın (*Zea mays* L. *saccharata sturt.*) verim ve kalite özelliklerine etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 9(2): 93-101.
- Cömertpay, G. 2008. Yerel mısır popülasyonlarının morfolojik ve dna moleküler işaretleyicilerinden SSR tekniği ile karakterizasyonu (Doktora Tezi) Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Çarpıcı, E.B., Çelik, N. 2010. Farklı bitki sıklıkları ve azot dozlarının silajlık mısırın stoma özellikleri üzerine etkileri. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 25(1): 79-86.
- Elezi, F., Hajkola, K., Ibraliu, A. 2013. Morphological characterization of some maize landraces. Albanian J. Agric. Sci., 12(3): 449-453.
- Elmalı, H., Soylu, S. 2008. Melez atdışi mısırdaki farklı taban gübresi çeşitlerinin tane verimi, verim unsurları ve kalite üzerine etkileri. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 22(44): 104-112.
- Erdal, Ş. 2014. Kendilenmiş mısır (*Zea mays* L.) hatlarının kuraklık stresine tolerans düzeylerinin belirlenmesi ve moleküler karakterizasyonu. (Doktora Tezi) Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Farnia, A., Mansouri, M. 2015. Study on morphological characteristics of maize (*Zea mays* L.) cultivars under different plant densities. Indian Journal of Natural Sciences, 5(30): 8391-8397.
- Garcia, A.G., Guerra, L.C., Hoogenboom, G. 2009. Impact of planting date and hybrid on early growth of sweet corn. Agronomy Journal, 101: 193-200.
- IGC, 2021. Uluslararası Tahıl Konseyi (IGC), <https://124.im/kH5oMe>, (Erişim tarihi: 06.07.2022).
- Kapoor, R., Batra, C. 2015. Genetic variability and association studies in maize (*Zea mays* L.) for green fodder yield and quality traits. Electronic Journal of Plant Breeding, 6(1): 233-240.
- Kara, B. ve Akman, Z. 2002. Şeker mısırında (*Zea mays* L. *saccharata sturt.*) koltuk ve uç alma ile yaprak sıyrmanın verim ve koçan özelliklerine etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15(2): 9-18.

- Kırnak, H., Gençoğlan, C., Değirmenci, V. 2003. Harran ovası koşullarında kısıntılı sulamanın II. ürün mısır verimine ve bitki gelişimine etkisi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 34(2): 117-123.
- Kırtok, Y. 1998. Mısır üretimi ve kullanımı. Kocaoluk Basım ve Yayınevi, İstanbul.
- Kizilgeci, F., Yıldırım, M., Albayrak, O., Bicer, B.T., Hossain, A., EL Sabagh, A., Akinci, C. 2018. Evaluation of Turkish maize landraces through observing their yield and agromorphological traits for genetic improvement of new maize cultivars. Acta fytotechnica et zootechnica. 21(2): 31-43.
- Kula, N., Karadoğan, T. 2017. Örtü altı koşullarında yetiştirilen şeker mısırı (*Zea mays L. saccharata sturt.*) çeşitlerinde uygun dikim zamanlarının belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 12(1): 39-48.
- Kün, E. 1994. Tahıllar II (Sıcak İklim Tahılları). Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayınları, Ankara.
- Lucchin, M., Barcaccia, G., Parrini, P. 2003. Characterization of a flint maize (*Zea mays L. convar. mays*) Italian landrace: I. Morpho-phenological and agronomic traits. Genetic Resources and Crop Evolution, 50: 315-327.
- Nielsen, R.L. 2002. Post-maturity grain drydown in the field. Agronomy Depart. Purdue Univ., Indian.
- Öktem, A., Öktem, A.G. 2006. Bazı şeker mısır (*Zea mays L. saccharata sturt.*) genotiplerinin Harran ovası koşullarında verim karakteristiklerinin belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(1): 33-46.
- Öner, F. 2011. Karadeniz bölgesindeki yerel mısır (*Zea mays L.*) genotiplerinin agronomik ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. (Doktora Tezi) Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Öz, A., Kapar, H. 2005. Samsun koşullarında geliştirilen bazı tek melez mısır çeşitleri üzerine araştırmalar. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(2): 229-23.
- Öz, A., Özata, E., Kapar, H. 2013. Hibrit mısır (*Zea mays L. indentata sturt*) çeşidi ıslahı üzerine bir araştırma. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 6(2): 19-23.
- Özata, E., Geçit, HH., Öz, A. 2013. Atdışı hibrit mısır adaylarının ana ürün koşullarında performanslarının belirlenmesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 3(1): 91-98.
- Pekbağrıyanık, A., Tosun, M., İştipliler, D., Aykut Tonk, F. 2020. şeker mısır ile at dişi mısır kendilenmiş hatları arasındaki melezlerin bazı agronomik performanslarının belirlenmesi. Işparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15(2): 143-150.
- Sarı, O. 2009. Bazı melez mısır çeşitlerinin Manisa koşullarında ikinci ürün ekimindeki verim ve verim öğelerinin saptanması. (Yüksek Lisans Tezi) Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.

- Selvaraj, C.I., Nagarajan, P. 2011. Interrelationship and path coefficient studies for qualitative traits, grain yield and other yield attributes among maize (*Zea mays* L.). *International Journal of Plant Breeding and Genetics*, 5(3): 209-223.
- Shull, GH. 1909. The composition of a field of maize. *Rep Am Breeders' Assoc* 4:296–301
- Tekkanat, A., Soylu, S. 2005. Cin mısırdı çeşitlerinin tane verimi ve önemli kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(37): 51-60.
- Tezel, M. 2017. Mısırdı (*Zea mays* L.) verim ve verim unsurları için kalıtım parametrelerinin belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi) Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Topal, B. 2016. Mısırdı (*Zea mays* L. *indentata sturt.*) koçan yaprağı klorofil miktarı ile tane verimi ve verim öğeleri arasındaki ilişkilerin path analizi ile saptanması. (Yüksek Lisans Tezi) Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Turgut, İ. 2003. Mısırdı (*Zea mays* L. *indentata sturt.*) line x tester analiz yöntemiyle uyum yeteneği etkilerinin ve heterosisin belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2): 33-46.
- Turgut, İ., Duman, A. 2004. Atdı mısırdı (*Zea mays* L. *indentata sturt.*) kombinasyon kabiliyeti etkileri ve heterosisin belirlenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2): 189-197.
- TÜİK, 2020. Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim İstatistikleri (TÜİK), <https://124.im/pMHWIN>, (Erişim tarihi: 12.07.2022).
- TÜİK, 2021. Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim İstatistikleri (TÜİK), <https://124.im/pMHWIN>, (Erişim tarihi: 06.07.2022).