



Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/yyufbed>



Araştırma Makalesi

Mısır Islahında *In Vivo* Dihaploid Teknolojisi ile Saf Hat Geliştirilmesi

Mehmet YILDIRIM¹, Önder ALBAYRAK¹, Merve BAYHAN*¹, Remzi ÖZKAN¹, Cuma AKINCI¹, Ferhat KIZILGEÇİ², Behiye Tuba BIÇER¹

¹Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 21280, Diyarbakır, Türkiye

²Artuklu Üniversitesi, Kızıltepe Meslek Yüksekokulu, Tohumculuk Programı, 47060, Mardin, Türkiye

Mehmet YILDIRIM, ORCID No: 0000-0002-6953-4479, Önder ALBAYRAK, ORCID No: 0000-0003-2440-7748, Merve BAYHAN, ORCID No: 0000-0002-3220-4548, Remzi ÖZKAN, ORCID No: 0000-0002-6457-5802, Cuma AKINCI, ORCID No: 0000-0002-3514-1052, Ferhat KIZILGEÇİ, ORCID No: 0000-0002-7884-5463, Behiye Tuba BIÇER, ORCID No: 0000-0001-8357-8470

*Sorumlu yazar e-posta: mervebayhan21@gmail.com

Makale Bilgileri

Geliş: 22.12.2022

Kabul: 09.03.2023

Online Ağustos 2023

DOI:10.53433/yyufbed.1222944

Anahtar Kelimeler

Bitki ıslah,
Haploid,
Hibrit çeşit,
İnduser,
Mısır,
Yerel çeşit

Öz: Klasik mısır ıslahında ıslah süresinin uzun olması, yüksek mali finans ve iş gücü gerektirmesi yeni hibrit çeşit geliştirmede özellikle küçük ve orta ölçekli ıslah kuruluşlarının mısır ıslahı yapmasını güçleştirmektedir. Bu bariyeri kırmak için son yıllarda uygulamaya konan in vivo haploidi tekniği yukarıda sayılan avantajlarının yanısıra seleksiyon etkinliğini artırmakta, tam homozigotluk sağlamakta, moleküler marker tekniklerinin uygulanması için uygun saflık sağlamaktadır. Bu çalışmada induser kullanarak in vivo maternal haploid bitki elde etme yönteminin mısır ıslahında kullanılma potansiyeli araştırılmıştır. Çalışmada kendilenmiş hat elde etmek için Karadeniz Bölgesi yerel mısır popülasyonları ve haploid bitki elde edilmesinde tozlayıcı olarak RWS ve RWK-76 induser (indirgeyici) genotipleri materyal olarak kullanılmıştır. Çalışmanın kromozom katlama, tohum çoğaltımı ve bitki yetiştirme işlemleri Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü laboratuvar, sera ve deneme arazisinde 2016, 2017 ve 2018 yıllarında yürütülmüştür. DH hatlar 3 adet ticari hibrit çeşidiyle melezlenmiş ve bu melezleme sonucunda 9 melezde tekerrürlü deneme kuracak kadar tohum elde edilmiştir. 2018 yılında DH hatlardan elde edilen test melezleri 3 tekerrürlü olarak tesadüf blokları deneme desenine göre ekilerek yetiştirilmiş ve bazı tarımsal özellikler yönünden değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre başta tane verimi olmak üzere bitki boyu, ilk koçan yüksekliği, gövde çapı, yaprak eni ve SPAD, koçan ağırlığı, koçan boyu, koçan çapı, koçanda sıra sayısı, koçan sırasında tane sayısı ve uç boşluk uzunluğu, sömek çapı, koçanda tane ağırlığı özellikleri yönünden standart çeşitleri aşan DH melez kombinasyonları saptanmıştır. In vivo haploid bitki elde etme yönteminde başarıyı en çok düşüren aşamanın DH bitkilerin kendilenmesi aşaması olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada mısır ıslahında bir bütün olarak başarıyla kullanılabileceği ortaya konmuştur. Yerel mısır çeşitlerimizin hem bu yöntemin uygulanmasına uygun olduğu hem de ıslahta doğrudan anaç olarak kullanmak için uygun genotipik potansiyele sahip olduğu belirlenmiştir. DZ-M-13 x Gariz, DZ-M-56 x Elioso, DZ-M-67 x Elioso-1 ve DZ-M-67 x Excel-1 DH melezleri tane verimi bakımından öne çıkan genotipler olmuşlardır. Ayrıca test melezlerinde incelenen özellikler arasında tane verimi ile bitki boyu, ilk koçan yüksekliği, koçanda tane sayısı ve koçan ağırlığı arasında pozitif ve önemli korelasyon ilişkileri saptanmıştır.

Inbred Line Improvement with Doubled Haploid Technology in Maize Breeding

Article Info

Received: 22.12.2022
Accepted: 09.03.2023
Online August 2023

DOI:10.53433/yyufbed.1222944

Keywords

Haploid,
Hybrid line,
Inducer,
Landrace,
Maize,
Plant breeding

Abstract: The fact that the length of the breeding period is long, high financial finance, and labor force makes it difficult for small and medium scale breeding institutions to make maize breeding. The in vivo haploid technique introduced in recent years to break this barrier increases the efficiency of selection as well as the above-mentioned advantages, providing full homozygosity and providing appropriate purity for the application of molecular marker techniques. In this study, the potential of inducer used in vivo maternal haploid technique in maize breeding was investigated. In the study, maize landrace populations belonging to the Black Sea region and RWS and RWK-76 inducers were used as the pollinator to obtain inbred lines. Chromosome doubling, seed reproduction, and plant growing operations of the study were carried out in 2016, 2017, and 2018 years in the laboratory, greenhouse, and experiment area of the Dicle University Faculty of Agriculture, Field Crops Department. Of these plants, 274 double-haploid (DH) seeds belonging to 6 genotypes were obtained. DH lines were hybridized with 3 commercial hybrid varieties and enough seed was obtained from 9 hybrids to establish a repeat experiment. In 2018, the test cross hybrids obtained from DH lines were planted in a randomized completed block design with 3 replications and evaluated for some agronomic properties. According to the results, DH hybrid combinations that exceed the standard types were determined for plant height, first ear height, stem diameter, SPAD, ear weight, ear length, ear diameter, number rows per ear, number grains per ear, grain weight per ear traits including grain yield. In this study, it has been shown that in vivo haploid plant obtaining method can be used successfully as a whole in maize breeding. It was determined that Turkish maize landraces were suitable both for the application of this method and for the genotypic potential to be used directly as the inbred line inbreeding. DZ-M-13 x Gariz, DZ-M-56 x Elioso, DZ-M-67 x Elioso-1 and DZ-M-67 x Excel-1 DH hybrids are superior genotypes in terms of grain yield. In addition, positive and significant correlations were found between grain yield and plant height, first ear height, number of grains per ear and ear weight in the test hybrids.

1. Giriş

Buğdaygiller (*Poaceae*) familyasının Maydeae oymağına giren mısır bitkisi, beslenme, hayvan yemi ve sanayide ham madde gibi geniş kullanım alanına, aynı zamanda tropik, subtropik ve ılıman iklim kuşakları gibi geniş adaptasyon yeteneğine ve yüksek verime sahip önemli bir bitkidir. Dünya Gıda Örgütü'nün 2019 yılı rakamlarına göre mısır, buğday ve pirinç'ten sonra en fazla ekim alanına sahip bitkidir (FAOSTAT, 2019). Türkiye'de ise ekim ve üretim bakımından mısır bitkisi tahıl bitkileri arasında üçüncü sırada yer almaktadır. Türkiye'de mısır bitkisinin ekim alanı yaklaşık 600 bin hektar, üretimi 5.7 milyon ton ve ortalama verim 963 kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir. Türkiye'de üretilen mısırın %78'i hayvan beslenmesinde yem maddesi olarak, %15'i nişasta sanayinde, %5'i yerel tüketim, %3'ü ise endüstriyel alanda değerlendirilmektedir. Toplam tüketim miktarı 7-7.5 milyon ton arasında değişim göstermektedir (TÜİK, 2019).

İnsan beslenmesi geçmiştten bugüne üzerinde önemle durulan konuların başında olmasına rağmen Dünya nüfusunun orantısız bir şekilde artmasıyla insan beslenmesi için mutlak gerekli olan tahıllar ve dolayısıyla mısır bitkisi temel bir besin kaynağı olarak büyük pay edinmiştir. Dünyadaki kullanılabilir tarım alanları sabit olduğundan ve arttırma imkânı olmadığından dolayı arazileri en iyi şekilde değerlendirerek birim alana düşen verimi arttırmak gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu da ancak mısır bitkisinde verim ve kalitenin artırılması, hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılığının geliştirilmesi, yeni ve daha geniş adaptasyon yeteneğine sahip olan çeşitlerin genetik yapılarının belirlenmesi ile birlikte çeşitli ıslah yöntemlerinin uygulanması ve geliştirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Klasik bitki ıslahı genetik faktörlerin yanında çevresel koşulların etkisinde olduğundan sonuca ulaşılması zaman almaktadır. Bir çeşidin ıslah edilebilmesi bitki türüne göre değişmekle birlikte

yaklaşık 10 ile 14 yıl sürmektedir. Bitki ıslahçıları bu süreci kısaltmak için yeni teknolojilere ve yöntemlere başvurmuşlardır. Bu sürenin kısaltılmasında haploid bitki elde etme teknikleri önemli avantajlar sağlamaktadır. Mısır ıslahında haploid tekniği ile elde edilen double haploid hatların potansiyeli uzun süre önce ortaya konmuştur (Chase, 1969). Mısır ıslah çalışmalarında haploid bitki elde etme tekniklerinin kullanılmasıyla kısa sürede %100 homozigot hatlar elde edilebilmektedir. Bu tekniğin kullanılmasıyla ıslah çalışmalarının süreci kısaltmakta, hızlı ve güvenilir bir şekilde etkinliği artmaktadır. Ayrıca sonuca çok daha kısa ve etkin bir şekilde ulaşılmasıyla maliyetin düşürülmesi açısından da önemli avantajlar sağlanabilmektedir.

Mısır'daki DH (doubled haploid) hatların eldesi, in vitro veya in vivo yöntemler kullanılarak çeşitli kurumlar tarafından gerçekleştirilmektedir. Ancak in vitro yöntemler, iyi bir laboratuvar, yüksek maliyet, vasıflı personel gerektirmesinin yanı sıra, mısır genotiplerinin in vitroya pek çoğunun yanıt vermemesi veya düşük oranda tepki vermesi nedeniyle kullanımı çok sınırlı kalmıştır. Buna karşılık, mısır genetikçilerinin “haploid inducer genetik stok”larını tanımlamadaki çabaları sayesinde mısırdaki in vivo haploid indüksiyon bazlı DH hat gelişimi nispeten daha kolaydır (Coe & Sarkar, 1964). Ayrıca hem tohum hem de fide aşamalarında haploidlerin zahmetsiz teşhisini kolaylaştırmak için indükleyici genetik materyale ait bir antosiyanın renk markörü kullanılmaktadır (Nanda & Chase, 1966; Greenblatt & Bock, 1967). In vivo haploid indüksiyonuna dayanan mısır yetiştiriciliğinde DH teknolojisi, dünya çapında, ıslah verimliliğini arttırmak için önemli bir araç olarak kabul edilmektedir. Son 10-15 yılda Avrupa'da (Kuzey Amerika) (Seitz, 2005) ve daha yakın zamanlarda Çin'de (Chen ve ark., 2009) haploid indükleyici hatların ılıman ortamlarda kullanılabilir hale gelmesiyle bu teknoloji bazı ticari mısır yetiştirme programları tarafından yaygın bir şekilde kullanılmaya başlamıştır (Prigge & Melchinger, 2011).

Bu çalışmada mısır bitkisinde kendilenme süresini ciddi oranda düşüren in vivo dihaploid yöntemi kullanılmış ve araştırma sonunda kendilenmiş hat elde edilmiştir. Ayrıca çalışmada bu kendilenmiş hatlar test melezleri ile melezlenip, hibrit mısır ıslahında anaç olarak kullanılabilirliği ortaya konmuştur. Bu yolla hibrit F1 bitkilerinin elde edilmesinde kullanılacak anaçların hem çok kısa sürede hem de daha az işgücü ve masrafla kendilenmiş hatta dönüştürülmesi ve bunlardan hibrit elde edilebilirliği belirlenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma 2015-2018 yılları arasında gerçekleşen 4 yıllık çalışma süresini kapsamaktadır. Araştırma Sakarya Mısır Araştırma Enstitüsünde ve Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümüne ait deneme alanı, kontrollü sera koşulları ve tam otomatik çimlendirme kabini olmak üzere 3 farklı ortamda yürütülmüştür.

Birinci yıl (2015): çalışmada kullanılacak genotipler Sakarya Mısır Araştırma Enstitüsünde inducer hatlarla haploid tohum elde etmek amacıyla melezlenmiş ve yıl sonunda melezlenen yerel genotiplerde tanedeki markör özelliklerine göre haploid tohumlar seçilmiştir.

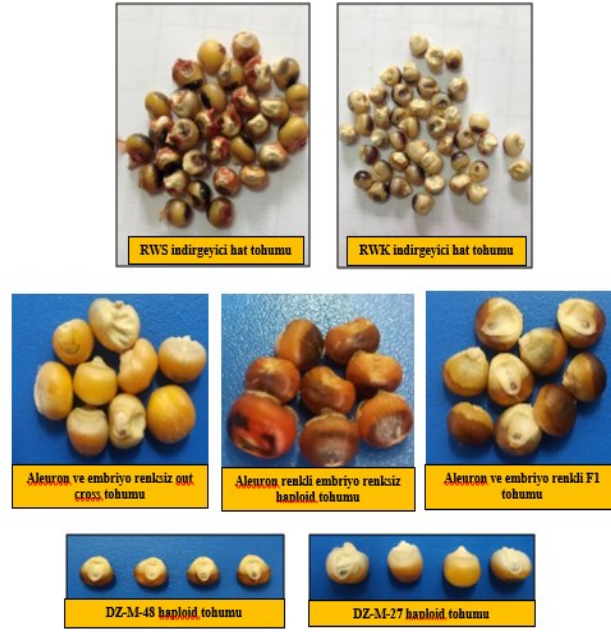
İkinci yıl (2016): Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde haploid tohumlar çimlendirilmiş ve kolşisinle muamele edilerek kromozom katlaması yapılmıştır. Bu bitkiler kendilenerek dihaploid tohumlar elde edilmiştir.

Üçüncü yıl (2017): Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Alanında kendilenmiş hatlar standart çeşitlerle birlikte tarla denemesinde ekilerek melezleme işlemi yapılmış ve double haploid hibrit tohumlar elde edilmiştir.

Dördüncü yıl (2018); Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Alanında double haploid hibrit tohumlar tarla denemesinde tekerrürlü ekilerek genotiplerin hibrit performansları test edilmiştir.

2.1. Materyal

Mısır bitkilerinde dihaploidliği sağlayan inducer hatlar Cimmyt'in (Uluslararası Buğday ve Mısır Geliştirme Merkezi) 'Global Maize Program' birimi tarafından geliştirilmiştir. Bu kapsamda araştırmada kullanılan ılıman inducer hatları; RWK-76 (WS14xKEMS induserlerinden resiprokal melezleme ile geliştirilmiş) ve RWS (Rusya induceri)'dir (Şekil 1).



Şekil 1. İndirgeyici hatlar ve haploid tohumların genel görünüşü (RWK-RWS İndirgeyici hatlar-Yorgancılar ve ark., 2019).

Kendilenmiş hat elde edilmesinde ana olarak kullanılmış bitkiler Karadeniz bölgesinden toplanan yerel mısır populasyonlarından oluşmuştur. Bu populasyonlara ait bilgiler Çizelge 1’de verilmiştir. Ayrıca test melezlemelerinde ve yerel mısırların morfolojik ve fizyolojik özelliklerinin incelendiği denemelerde DNA Tohumluk firmasına ait Gariz, Exel ve Elioso hibrit mısır çeşitleri kullanılmıştır.

Çizelge 1. Araştırmada induser hatlar ile melezlemede kullanılan yerel mısır genotiplerinin isimleri ve toplandıkları yerler

Hat Kodu	İl-İlçe-Mahalle	Kütük No	İl-İlçe-Mahalle
DZ-M-2	Rize-Çayeli-Çınar Tepe	DZ-M-54	Rize-Ardeşen-Seslikaya
DZ-M-3	Rize-Çayeli-Sefalı	DZ-M-56	Trabzon-Çaykara
DZ-M-6	Trabzon-Akçaabat-Dörtyol	DZ-M-57	Trabzon-Çaykara
DZ-M-7	Trabzon-Akçaabat-Dörtyol	DZ-M-59	Artvin-Arhavi-Lome-Kavak
DZ-M-8	Trabzon-Akçaabat-Dörtyol	DZ-M-60	Rize-Fındıklı-Sümer
DZ-M-13	Rize-Fındıklı-Ihlamurlu	DZ-M-63	Artvin-Borçka-Çat-Düzköy
DZ-M-14	Rize-Fındıklı-Yeniköy	DZ-M-67	Artvin-Borçka-Çat-Düzköy
DZ-M-17	Trabzon-Of-Yenimahalle	DZ-M-68	Artvin-Hopa-Çamurlu
DZ-M-24	Rize-Fındıklı-Sulak	DZ-M-69	Artvin-Merkez
DZ-M-25	Rize-Çayeli-Hayde-Beşikçiler	DZ-M-70	Artvin-Merkez
DZ-M-27	Rize-Fındıklı-Gültepe-Sulak	DZ-M-71	Karabük-Eskipazar-Ova
DZ-M-28	Rize-Merkez-Emekçiler	DZ-M-72	Giresun-Merkez
DZ-M-29	Artvin-Arhavi-Zeytinlik-Güngören	DZ-M-74	Ordu-Fatsa-Ilıca
DZ-M-30	Rize-Güneysu-Ortaköy	DZ-M-75	Samsun-Merkez
DZ-M-31	Rize-Güneysu-Ortaköy	DZ-M-76	Giresun-Görece-Hürriyet
DZ-M-34	Trabzon-Merkez	DZ-M-78	Tokat-Erbaa
DZ-M-36	Rize-Merkez-Ali Paşa	DZ-M-89	Ordu-Fatsa-Yukarı Mah.
DZ-M-37	Rize-Hemşin-Hilal	DZ-M-94	Ordu-Fatsa-Ilıcakavaklar
DZ-M-39	Rize-Güneysu-Ortaköy	DZ-M-96	Karabük-Ovacuma

Çizelge 1. Araştırmada inducer hatlar ile melezlemede kullanılan yerel mısır genotiplerinin isimleri ve toplandıkları yerler (devam)

Hat Kodu	İl-İlçe-Mahalle	Kütük No	İl-İlçe-Mahalle
DZ-M-41	Artvin-Arhavi-Zeytinlik-Güngören	DZ-M-99	Samsun-Merkez-Sarayköy
DZ-M-42	Artvin-Borçka-Caniti-Düzköy	DZ-M-100	Ordu-Fatsa-Ilıca
DZ-M-45	Artvin-Hopa-Madenli-Çamlı köy	DZ-M-104	Samsun-Tekkeköy
DZ-M-46	Artvin-Arhavi-Zeytinlik-Güngören	DZ-M-107	Sinop-Gerze-Bolalı
DZ-M-48	Rize-Ardeşen-Kurtuluş	DZ-M-110	Amasya-Merkez-Kovabayır
DZ-M-49	Rize-Ardeşen-Kurtuluş	DZ-M-124	Çorum-Laçın-Gökgözler

2.2. Yöntem

İnduser hatlar ile yerel mısır genotiplerinin melezlenmesi ve haploid tohum eldesi

Toplam 50 adet yerel mısır genotipinin inducer hatlar ile melezlenmesi Sakarya Mısır Araştırma Enstitüsünde gerçekleştirilmiştir. Kaynak populasyonları tek sıra halinde 20 cm sıra üzeri mesafe ile 5 m uzunluğundaki sıralara ekilmiştir. Benzer şekilde inducer hatlar da iki sıra kaynak populasyonu ve bir sıra inducer olacak şekilde yan yana ekilmiştir. Her iki sıra arasında 70 cm mesafe bırakılmıştır. Çalışmada hem yeteri kadar inducer tozu elde etmek hem de melezleme zamanlarını denk getirmek amacıyla ekim işlemi 20 gün arayla iki kez daha yapılarak toplamda 3 defa tekrarlanmıştır.

Ağustos ayı içerisinde inducer hatlar ile mevcut genotipler melezlenmiştir. Kaynak populasyonları ana, inducer hatlar ise baba olarak kullanılmıştır. Ana sıralarında tepe püskülü çıkıştan hemen sonra elle çekilerek kopartılmış ve koçan püskülü çıkmadan koçanlar önce izolasyon zarfı ile kapatılarak yabancı tozlanma önlenmiştir. Baba sıralarında tepe püskülü toz verir duruma geldiğinde tozlama işlemi yapılmış ve tekrar izolasyon zarfı ile kapatılmıştır. Her populasyon için en az 10 melezleme yapıp, melezleme sonucunda yeterli sayıda melez tohum elde edilmiştir. Elle hasat edilen koçanlar yine elle harman edilmiş ve elde edilen tohumların içerisinde embriyosu mor renkli olup endospermi ananın orijinal renginde olan tohumlar ayıklanmıştır. Bu amaçla 50 genotipin 45'inden haploid tohum başarıyla elde edilmiştir. Haploid bitkileri verecek melez tohumlar kendileme denemesi kurulana kadar 4°C de buzdolabında muhafaza edilmiştir.

Haploid tohumlarda kromozom katlaması

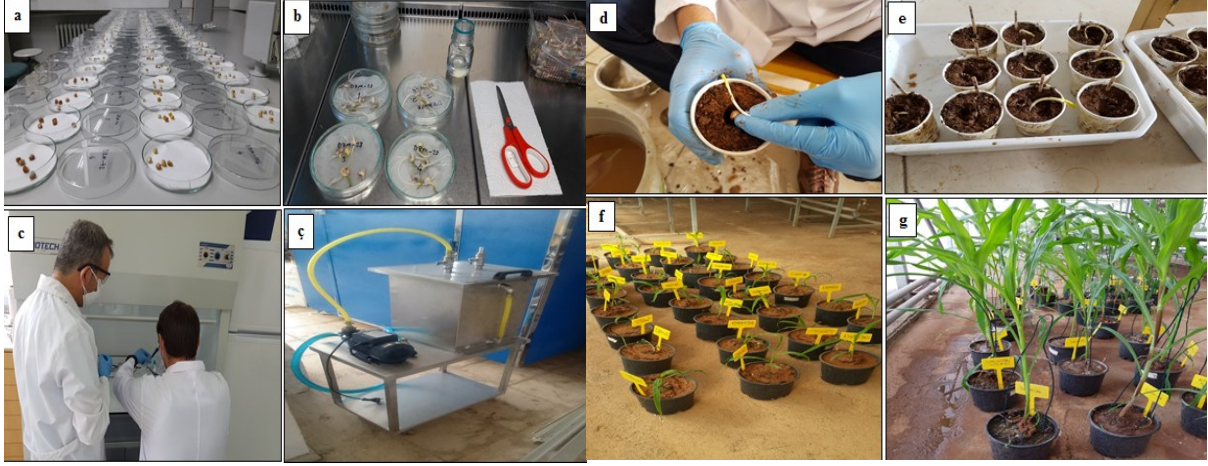
Çalışmanın ikinci yılında daha önceki dönemde inducerle melezlenmiş ve tanedeki markör özelliklerine göre haploid olan tohumlarda kolşisin ile kromozom katlaması işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla haploid hale getirilmiş 45 genotipten yeteri kadar tohuma sahip olan 42 genotip çimlendirmeye alınmıştır.

Çimlendirme denemesinde 9 cm çapında cam petri kaplarına iki kat kurutma kâğıdı koyulmuş ve her petriye 5 tohum gelecek şekilde (her genotip için bir petri kabı) hazırlanmıştır. Tohumlar tam otomatik çimlendirme kabinde ortam değerleri 27 °C sıcaklık %50 nem olacak şekilde 72 saat çimlendirmeye bırakılmıştır. Çimlendirmeye bırakılan 210 tohumdan 139'u çimlenmiştir. Çimlenen bu bitkiciklere kolşisin uygulaması yapılarak kromozom katlama işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 2. a-b).

Kolşisin uygulaması için, Sigma Aldrich firmasına ait Colchisin'den %0,04 çözelti hazırlanmış ve bu çözeltiye mutajenin bitkiciklere nüfuzunu kolaylaştırması için %0.5 ml DMSO eklenmiştir. Bu işlemlerin hepsi laboratuvar şartlarında çeker ocak içerisinde her türlü bulaşmaya karşı korumalı bir şekilde yürütülmüştür (Şekil 2. c-ç)

Kolşisin uygulamak için bitkiciklerin çim kını uçlarından 1 cm ve kökçüklerin uçlarından 2 cm bisti ile kesilmiştir. Daha sonra bu bitkicikler kolşisin çözeltisine koyularak 24 saat bekletilmiş ve 24 saat sonunda bitkiciklere saf suyla durulama işlemi yapılmıştır.

Kolşisin uygulanan bitkicikler, 1/1/1 oranlarında kum/toprak/torf karışımı olan küçük saksılara dikilerek, 27 °C sıcaklık, %50 nem ve 10/14 saat ışık olacak şekilde ayarlanan tam otomasyonlu bitki yetiştirme kabinde 10 gün süre ile tutulmuştur (Şekil 2. d-e).



Şekil 2. a: Kolşisin işleminde çimlendirme aşaması için hazırlanan haploid tohumlar, b: Kolşisin işlemi uygulanan çimlenmiş haploid tohumlar, c-ç: Kolşisin işleminin uygulanması için genotiplerin hazırlandığı steril ortam, d-e: Kolşisin işleminden sonra bitki yetiştirme kabinine alınan genotipler f-g: Dihaploid hale gelen bitkilerin serada yetiştirilmesi.

Dihaploid hale gelmiş bitkilerin kendilenmesi

Bitki büyüme odasından 10 günün sonunda hayatta kalan 80 bitki yarı kontrollü serada daha büyük saksılara şaşırtılmıştır. Büyük saksılara aktarılan bitkilere 20-20-0 kompoze gübreden verilmiş ve düzenli bir şekilde sulamaları yapılmıştır. Büyük saksılara şaşırtma işleminden 10 gün sonra bitkilere yatmalarını engellemek için kök boğazı doldurma ve kazıkla destekleme yapılmıştır. Saksılar gün aşırı sulanarak bitkilerin büyümesi sağlanmıştır. Ancak şaşırtma sonucunda 80 bitkiden 10 tanesi ölmüş ve 70 bitki büyümeye devam etmiştir.

Çalışma planına göre kromozom katlaması yapılmış olan dihaploid bitkilerin hem serada hem de tarlada yetiştirilip kendilenmesi düşünülmüştür. Ancak iki yıllık tarla gözlemlerine göre hem yerel genotiplerde hemde hibrit çeşitlerde çoğunlukla koçan püskülünün tepe püskülünden çok geç çıkması kendilemede sorunlara neden olmuş ve bu durum zaten hassas ve kırılğan olan Dihaploid bitkilerin tarla yetiştirilme aşamasının iptal edilmesine neden olmuştur. Bu sebeple Dihaploid bitkiler sıcaklık kontrolü olan seraya aktararak büyümeye alınmıştır (Şekil 2. f-g).

Sera şartlarında bitkilerde kendileme işlemi yapılarak saflaştırma ve tohum çoğaltımı gerçekleştirilmiştir. Bitkilerin kendileme işleminde tepe püskülü ve koçan püsküllerinin çıkışlarında zamanlama açısından uyumsuzluklar yaşanmıştır. Bu yüzden tepe püsküllerinden alınan çiçek tozları -20°C'de tepe püskülü çıkış tarihine kadar muhafaza edilip bu sorun giderilmiştir. Bitkilerin tozlanma dönemi Ocak-Şubat aylarına ve hasat tarihleri ise Nisan ayına denk gelmiştir. Harmanlanan tohumlar etiketlenip, cam şişelerde muhafaza altına alınmıştır. Kendilme yapılması planlanan bitkilerin yaklaşık olarak dörtte biri zayıf gelişme ve steril kalma nedeniyle denemeden çıkarılmıştır. Geriye kalan bitkilerin ise yarısında döllenme meydana gelmiş ve kendilemeye alınan bitkilerin ancak %40'ında tohum alınabilmiştir (Şekil 3. h-ı).

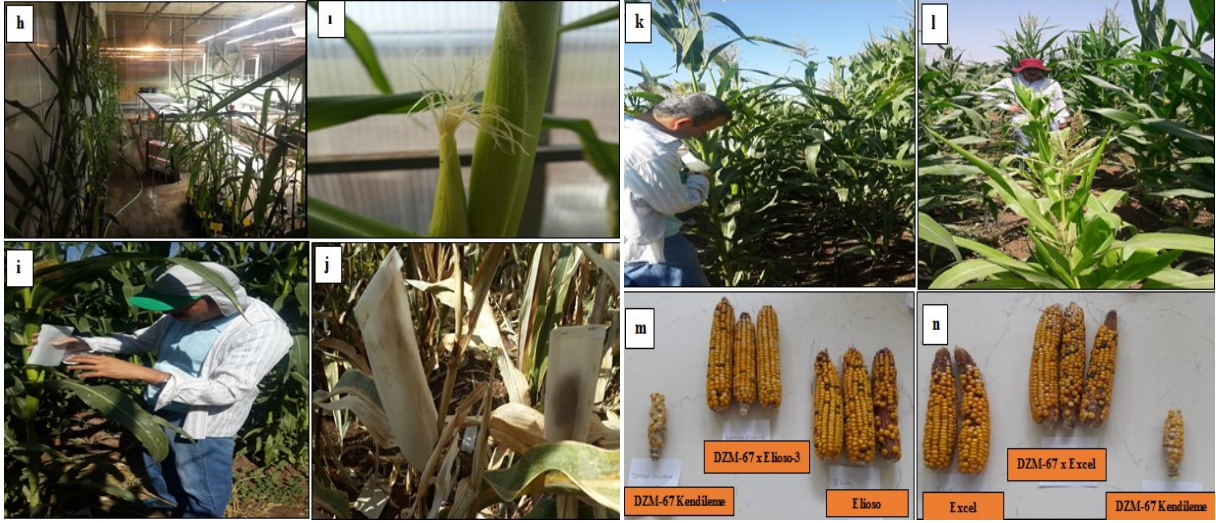
Kendilenmiş Dihaploid hatlarda test melezlemesi ve kendileme işlemi

2017 yılında daha önceki dönemde kendilenmiş ve saf hale gelmiş yerel mısır genotiplerinde hem test melezlemesi yapmak hemde kendilemeyi devam ettirmek amacıyla yaklaşık olarak 240 bitki sağlıklı bir şekilde tarla koşullarında yetiştirilerek ekilen tohumlarda %80 oranında çıkış sağlanmıştır. Tüm genotiplerde ticari hibrit çeşitlerle melezleme yapılmış ve denemede test melezlemesinde DNA tohumculuk firmasına ait Gariz, Exel ve Eliso çeşitleri kullanılmıştır.

Yerel çeşitlerden elde edilmiş kendilenmiş hatlar tozlanma döneminde hibrit çeşitlerle melezlenmiş ve F1 bitkilerini verecek olan melez tohumlar elde edilmiştir. Ayrıca melezlemede kullanılan kendilenmiş hatların devamlılığını sağlamak için bir taraftan da kendileme işlemine devam edilmiştir. Melezleme sonucunda bazı koçanlarda tane tutmama olmakla beraber 70 adet melez koçan elde edilmiştir (Şekil 3. i-j).

11 Ekim 2017 tarihinde koçanlar hasat edilmiş ve harmanlama aşamasına geçilmiştir. Harmanlanmadan önce tohumlarda endosperm ve embriyo renk yönünden incelenmiş ve anormallikler

belirlenmiştir. Test melezlemesinde elde edilen F1 tohumlarının tarla koşullarında performanslarının belirlenebilmesi için bir sonraki yetiştirme sezonuna kadar tohumlar muhafaza edilmiştir.



Şekil 3. h-ı: Serada yetiştirilen dihaploid bitkilerin kendileme işlemi, i-j-k: Kendilenmiş dihaploid hatların tarla koşullarında test melezlemesi ve kendileme işleminin devam ettirilmesi, l-m-n: Test melezlerinin tarla koşullarında ekilmesi ve performanslarının değerlendirilmesi.

Test melezlerinin tarla koşullarında ekilmesi ve performanslarının değerlendirilmesi

Bir önceki sezonda elde edilen kontrol melezleri melezlemede kullanılan standart hibrit çeşitler olan Gariz, Excell ve Elioso ile birlikte tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak ekilmiştir. Ekim işlemi 13.04.2018 tarihinde 2.5 m'lik sıralara deneme mibzeri ile 70 cm sıra arası olacak şekilde yapılmıştır. Ekim ile birlikte dekara 10 kg saf azot gelecek şekilde 20-20-0 kompoze gübresi verilmiştir.

Ekimden hemen sonra sulama ve fertigasyon amacıyla damlama sulama sistemi kurulmuştur. Her iki sıraya bir lateral gelecek şekilde kurulan sulama sistemiyle hem sudan tasarruf edilmiş hem de bitkilerin ihtiyacı olan su bitki kök bölgesine gübre ile birlikte verilmiştir. Sulama işlemleri ile birlikte 15 kg da⁻¹ saf N olacak şekilde 5 eşit parçada üre formunda üst gübreleme yapılmıştır. Deneme süresince toplamda 574 mm su, damlama sulama sistemi ile verilmiştir. Denemede yabancı ot kontrolü için elle mücadelenin yanında Foramsulfuron etken maddeli yabancı ot ilacı ile iki defa ilaçlama yapılmıştır.

Ekim işleminden sonra gelişen hibrit bitkilerde ve kontrol çeşitlerinde hem bitkisel özellikler hem de verime dayalı özellikler ölçülmüştür. Bu amaçla hasat öncesi, bitki boyu, ilk koçan yüksekliği, gövde çapı, yaprak eni ve SPAD değerleri alınmıştır. Hasatta bitkilerdeki tüm koçanlar el ile toplanmıştır. Hasat sonrası elde edilen tüm koçanlarda koçan ağırlığı, koçan boyu, koçan çapı, koçanda sıra sayısı, koçan sırasında tane sayısı ve uç boşluk uzunluğu alınmıştır. Harman işlemi tek koçan harman makinası ile yapılmıştır. Harman sonrası sömek çapı ve elde edilen tohumların tartımı ile koçanda tane ağırlığı ve tane verimi değerleri belirlenmiştir. Elde edilen veriler Jmp istatistik paket programı ile analiz edilmiştir (Şekil 3. k-l-m-n).

Çizelge 2. Araştırma yılına ve uzun yıllara ait iklim verileri

Aylar	Toplam Yağış (mm)		Ortalama Sıcaklık (°C)	
	2018	Uzun Yıllar	2018	Uzun Yıllar
Nisan	48.8	68.5	15.9	13.8
Mayıs	157.8	43.8	19.4	19.2
Haziran	14.4	8.2	26.5	26.1
Temmuz	0	0.7	31.2	31.1
Ağustos	0.8	0.4	31.5	30.4
Eylül	4.15	3.9	31.2	24.8
Toplam/Ortalama	225.95	125.5	25.95	24.23

Test melezlerinin tarla koşullarında denendiği 2018 yılına ait toplam yağış miktarı 225.95 mm ile 125.5 mm olan uzun yıllara ait toplam yağış miktarının üzerindedir (Çizelge 2). Toplam yağış miktarının aylara göre dağılımı incelendiğinde, en fazla yağışın Mayıs ayında olduğu gözlemlenmiştir. Ortalama sıcaklık değerleri incelendiğinde, denemenin yürütüldüğü 2018 yılında sıcaklık değerlerinin uzun yıllar ortalamasının üzerinde olduğu ve en yüksek sıcaklık değerlerinin Temmuz ve Ağustos aylarında yaşandığı belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 3. Deneme alanına ait toprak analiz sonuçları

Analiz Adı	Değerler	Nitelik
Saturasyon (%)	: 63.20	Killi Tınlı
Tuzluluk (Saturasyon Çamuru) (dS/m)	: 1.03	Tuzsuz
% Tuz (Hesaplama ile) TS 8334	: 0.042	Tuzsuz
pH (Saturasyon Çamuru)	: 8.15	Hafif Alkali
Kireç (Kalsimetrik) (%)	: 10.59	Orta
Organik Madde (Walkley Black) (%)	: 0.77	Düşük
Azot (Hesaplama ile) (%)	: 0.04	Düşük
Fosfor (Olsen Spektrometre)(ppm)	: 6.00	Düşük
Potasyum (A. Asetat-ICP) (ppm)	: 493.26	Çok Yüksek
Kalsiyum (A. Asetat-ICP) (ppm)	: 10.693.12	Çok Yüksek
Magnezyum (A. Asetat-ICP) (ppm)	: 616.32	Orta
Sodyum (A. Asetat-ICP) (ppm)	: 14.37	Düşük
Demir (DTPA-ICP) (ppm)	: 8.86	Çok Yüksek
Bakır (DTPA-ICP) (ppm)	: 1.72	Orta
Mangan (DTPA-ICP) (ppm)	: 23.10	Orta
Çinko (DTPA-ICP) (ppm)	: 0.29	Düşük

Deneme alanından alınan toprak örneklerine ait bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 3'te gösterilmiştir. Deneme alanı toprağı pH değeri 8.15 ile hafif alkalili, tuz içeriğı düşük, orta derecede kireçli ve organik maddece fakir olduğu görülmektedir. Ayrıca çalışmanın yürütüldüğü alan azot ve fosfor bakımından fakir, potasyum bakımından ise zengin içeriğe sahiptir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Haploid bitki elde etme yönünden başarı değerleri

Bu çalışmada in vivo maternal haploid tekniğı kullanılmış, bu nedenle induserler baba (tozlayıcı) bitki yapılmıştır. Ana bitki olarak genetik olarak farklı olan 50 yerel mısır popülasyonu kullanılmıştır (Çizelge 4).

İnducerlerle yapılan melezlemede 50 genotipin 46'sından haploid tohum elde edilmiştir. Dolayısıyla yerel genotiplerin haploid tohum elde etme yanıtı %92 olmuştur. Bu durum bazı genotiplerde inducerlerle uyumsuzluk olduğunun göstergesi olabilir. Melezlemeye olumlu yanıt veren genotiplerde, elde edilen haploid tohum sayısı 10-251 arasında değişmiştir.

Renk markörüne göre yapılan seleksiyona göre en yüksek haploid tohum sayısı DZ-M-60 hattında (251 tohum) elde edilirken, DZ-M-54, DZ-M-89, DZ-M-94 ve DZ-M-124 hatlarından haploid tohum elde edilmemiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda haploid tohum oranını [Dang ve ark. \(2011\)](#) %15.7 ile %15.0; [Cerit ve ark. \(2016\)](#) RWK-76 induser hattında %1.28 ile %7.80; [Zararsız ve ark. \(2019\)](#) %7.1 ile %12.8; [Cengiz & Korkut \(2020\)](#) %17.75 ile %20.42; [Almeida ve ark. \(2020\)](#) ise %0.61 ile %20.74 arasında saptamışlardır.

Kolşisin katlaması amacıyla her genotipten 5 adet olmak üzere 42 genotipe ait haploid 210 tohum çimlendirmeye alınmış ve kromozom katlaması yapılmıştır (Şekil 4). Kromozom katlaması sonucunda 70 adet bitki canlı kalabilmiştir. Bu bitkilerden steril ve döllenebilir olmaya uygun olmayanlar haricindeki fertil bitkilerde kendileme yapılmış ve 6 genotipte katlanmış Dihaploid tohum elde edilmiştir. Bu genotipler test melezlemesi yapmak amacıyla tarla koşullarında ekilmiş, yapılan melezleme sonucunda 9 melez kombinasyonunda tekerrürlü deneme kuracak kadar tohum elde edilmiştir.

Haploid bitkilerden kromozom katlanması ile %100 homozigot saf hat elde edilebilmektedir. Haploid tekniği, mutasyon ıslahı, melez ıslahı ve genetik transformasyon gibi ıslah teknikleri ile birlikte kullanılarak verim alınabilir (Soydemir ve ark., 2021).

Çizelge 4. Çalışmada kullanılan yerel hatlara ait haploid tohum sayısı, diploid bitki ve diploid tohum elde edilen genotipler

Sıra No	Hat No	Haploid Tohum Sayısı	Diploid Bitki Elde Edilen Genotipler	Diploid Tohum Elde Edilen Genotipler	Sıra No	Kütük No	Haploid Tohum Sayısı	Diploid Bitki Elde Edilen Genotipler	Diploid Tohum Elde Edilen Genotipler
1	DZ-M-2	59	+	-	26	DZ-M-54	0	-	-
2	DZ-M-3	25	+	-	27	DZ-M-56	37	+	-
3	DZ-M-6	98	+	-	28	DZ-M-57	31	+	-
4	DZ-M-7	108	+	-	29	DZ-M-59	168	+	+
5	DZ-M-8	123	+	-	30	DZ-M-60	251	+	-
6	DZ-M-13	25	+	+	31	DZ-M-63	13	+	-
7	DZ-M-14	38	+	-	32	DZ-M-67	38	+	+
8	DZ-M-17	5	-	-	33	DZ-M-68	27	-	-
9	DZ-M-24	5	-	-	34	DZ-M-69	42	+	-
10	DZ-M-25	60	+	-	35	DZ-M-70	45	+	-
11	DZ-M-27	30	+	-	36	DZ-M-71	5	-	-
12	DZ-M-28	45	+	+	37	DZ-M-72	118	+	-
13	DZ-M-29	47	+	-	38	DZ-M-74	10	-	-
14	DZ-M-30	55	+	+	39	DZ-M-75	74	+	-
15	DZ-M-31	35	-	-	40	DZ-M-76	18	+	-
16	DZ-M-34	46	+	-	41	DZ-M-78	115	+	-
17	DZ-M-36	66	+	-	42	DZ-M-89	0	-	-
18	DZ-M-37	25	+	+	43	DZ-M-94	0	-	-
19	DZ-M-39	62	+	-	44	DZ-M-96	79	-	-
20	DZ-M-41	46	-	-	45	DZ-M-99	42	+	-
21	DZ-M-42	54	+	-	46	DZ-M-100	52	+	-
22	DZ-M-45	176	+	-	47	DZ-M-104	37	+	-
23	DZ-M-46	124	+	-	48	DZ-M-107	32	+	-
24	DZ-M-48	111	-	-	49	DZ-M-110	5	-	-
25	DZ-M-49	236	+	-	50	DZ-M-124	0	-	-
Toplam		2943	36	6					



Şekil 4. Haploid bitkilerde kromozom katlaması sonucu elde edilen bitki sayısı.

3.2. DH test melezlerinin agronomik ve morfolojik performansları

SPAD değeri: SPAD değeri yaprakta klorofil miktarının genel göstergesi olup, yüksek değerler sağlıklı bitki ve yüksek fotosentez potansiyelini temsil etmektedir (Albayrak, 2019). Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre genotipler arasında SPAD değeri yönünden bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Bu sonuç test melezlerinde SPAD değerlerinin benzer seviyede olduğunu ve standart çeşitlerdeki gibi istenilen seviyede olduğunu göstermektedir (Çizelge 5). Daha önce yapılan çalışmalarda SPAD değerini Erdal (2014) 38.8-47.3; Topal (2016) 56.07-68.47; Alp & Kahraman (2017) ana ürün mısırda 48.5-56.4, ikinci üründe ise 53.8-59.8 arasında değerler saptamışlardır. Çalışmamızda kullanılan DH melezlerinin SPAD değerlerinin genel olarak standart çeşitlerden yüksek olması verim ve kuru madde üretme potansiyellerinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Bitki boyu: Varyans analizi sonuçlarına göre genotipler arasında bitki boyu bakımından önemli farklılık ortaya çıkmıştır. Bu sonuç test melezlerinde ilk koçan yüksekliğinin farklı dağılım gösterdiğini ve standart çeşitlerin altında ve üstünde arzu edilmeyen veya ulaşılması hedeflenen ekstrem değerlere sahip bireylerin bulunabileceğini göstermektedir (Çizelge 5). Melezlerde elde ettiğimiz sonuçlar bitki boyunun tane mısırı yetiştiriciliği yönünden bölge koşulları için uygun olduğunu, DZ-M-56 x Elioso ve DZ-M-67 x Excel-1 melezlerinin silajlık olarak kullanılma potansiyellerinin olduğunu göstermektedir. Daha önce yapılan çalışmalarda bitki boyunu Karaşahin & Sade (2011) 261.87-263.77 cm ve Öner (2011) 102-394 cm arasında değiştiğini bildirmiştir.

Yaprak eni: Varyans analizi sonuçlarına göre genotipler arasında bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Bu sonuç test melezlerinde yaprak eni değerlerinin benzer seviyede olduğunu göstermektedir. Genotiplere ait yaprak eni değerleri 7.46 cm ile 8.99 cm arasında değişmiş, maksimum ve minimum değere sahip genotipler arasında 1.53 cm'lik bir fark oluşmuştur (Çizelge 5). Daha önce yapılan çalışmalarda yaprak eni değerini Albayrak (2019) yürüttüğü iki yıllık çalışmasında birinci yıl 7.42-10.10 cm arasında, ikinci yıl ise 7.45-9.95 cm arasında değiştiğini; Yozgatlı ve ark. (2019) 8.46-9.70 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

İlk koçan yüksekliği: Mısır bitkisinde koçanların tüm bitkilerde aynı yükseklikte bulunması, hasadı kolaylaştırarak ve ürün kaybını minimuma düşürmektedir. Çalışmada ilk koçan yüksekliği bakımından genotipler arasında önemli bir farklılık ortaya çıkmamış ve test melezlerinde bu değer benzer seviyede olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 5). Daha önce yapılan çalışmalarda ilk koçan yüksekliğini Erdal (2014) 68.2-77.5 cm; Öner (2017) 12-195 cm; Albayrak (2019) yürüttüğü iki yıllık çalışmasında birinci yıl 57.07-144.27 cm arasında, ikinci yıl ise 65.67-180.93 cm arasında değiştiğini bildirmiştir. Makinalı hasada uygunluk bakımından ilk koçan yüksekliğinin fazla olmaması istenmekte ve bu durum göz önüne alındığında elde edilen melezlerin ilk koçan yüksekliği değişim sınırlarının uygun olduğu görülmektedir. Araştırmada ilk koçan yüksekliği yönünden en yüksek değere sahip olan DZ-M-67 x Excel-1 melezinin silajlık olarak değerlendirilebileceği belirlenmiştir.

Gövde çapı: Mısır üretiminde, özellikle yatmaya dayanıklı sağlam ve kalın gövdeli mısır çeşitleri tercih edilmektedir. Sağlam ve kalın gövdeye sahip çeşitler yatma eğilimi göstermemekte bu da hasatta kolaylık ve tane kayıplarının önüne geçmektedir (Kırtok, 1998). Varyans analizi sonuçlarına göre genotipler arasında gövde çapı değeri bakımından önemli farklılık ortaya çıkmıştır. Bu sonuç test melezlerinde gövde çapının farklı dağılım gösterdiğini ve standart çeşitlerin altında yatma sorunu yaşayabilecek ve çok kalın yatmaya dayanıklı ekstrem değerlere sahip bireylerin bulunabileceğini göstermektedir (Çizelge 5). Daha önce yapılan çalışmalarda gövde çapını Kırnak ve ark. (2003) 22.2-29.5 mm; Kuşçu & Demir (2012) ortalama gövde çapını 25.2 mm olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda gövde çapı değeri literatür bildirimlerine göre daha düşük bulunmuştur. Bununla birlikte 3 test melezinde gövde çapı değeri standart çeşitlerden daha yüksek bulunmuştur.

Bitkide koçan sayısı: Varyans analizi sonuçları bitkide koçan sayısının farklı dağılım gösterdiğini ve ekstrem değerlere sahip bireylerin bulunabileceğini göstermektedir (Çizelge 5). Yapılan çalışmalarda bitkide koçan sayısını Kuşvuran ve ark. (2015)'nin silajlık mısır çeşitlerinde 1.2-1.9 koçan/bitki; Topal (2016), atdışi mısırda 1.75-2.50 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bitkide koçan sayısının birden fazla olması tane veriminde istenmeyen bir özellik olmasına karşın, silajlık tiplerde avantaja sahip olabilir (Albayrak, 2019).

Koçan boyu: Genelde yüksek verime sahip çeşitlerin koçan boyu ve koçan çapı değerleri de yüksek olduğunu bildirmişlerdir (Tekkanat & Soylu, 2005). Ayrıca genotip ve çevre interaksyonunun koçan boyu üzerine önemli bir etkisinin bulunduğu bildirilmiştir (Özmen, 2008). Yapılan çalışmalarda

koçan boyu değerinin, Erdal (2014) 15.2-17.1 cm; İdikut ve ark. (2015) 12.93-17.50 cm; Sabancı (2016) 18.6-22.7 cm; Öner (2017) 5.8-20.02 cm; Kılınç ve ark. (2018) 19.5-22.0 cm arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmamızda DH melezlerinde koçan boyunun literatür bildirimleriyle benzer olduğu görülmektedir (Çizelge 5).

Koçan çapı: Yapılan varyans analizi sonuçları koçan çapının farklı dağılım gösterdiğini ve ekstrem değerlere sahip bireylerin bulunabileceğini göstermektedir (Çizelge 5). Bitkilerde ışık yetersizliği; fotosentez maddelerinde üretimin azalmasına, dolayısıyla koçana daha az karbonhidrat depolanmasına ve bu durumda, koçanda sıra sayısı ve tane uzunluğunu etkileyecek koçan çapının küçülmesine neden olmaktadır. Ayrıca gelişimin generatif periyodunda sıcak ve kuru havalardan olumsuz etkilenen çeşitlerin koçan kalınlığında azalmalar görülebildiği ve bitki sıklığının artmasıyla koçan çapının azaldığı saptanmıştır (Budak ve ark., 2005). Daha önce yapılan çalışmalarda koçan çapını Cömertpay (2008) 29-42 mm ve Öner (2011) 25.31-49.80 mm arasında değiştiğini bildirmiştir.

Çizelge 5. DH test melezlerinde incelenen özelliklere ilişkin ortalama değerler ve oluşun gruplar

Genotip	SPAD Değeri	BB (cm)	YE (cm)	İKY (cm)	GÇ (mm)	BKS (adet)	KB (cm)	KÇ (mm)
DZ-M-67 x Elioso-1	48.49 ± 1.0	199.42 ± 6.6 de	8.99 ± 1.3	71.67 ± 9.3	16.14 ± 1.1 c-e	1.46 ± 0.2 bc	15.22 ± 1.6 f	37.69 ± 1.4 ab
DZ-M-67 x Elioso-2	47.28 ± 5.6	207.20 ± 8.3 b-e	7.46 ± 0.7	59.83 ± 7.2	14.77 ± 1.2 a-e	1.25 ± 0.4 bc	18.27 ± 1.0 a-c	35.44 ± 2.5 b-d
DZ-M-67 x Elioso-3	48.17 ± 3.2	194.08 ± 5.2 e	7.77 ± 1.7	55.00 ± 5.9	19.40 ± 4.4 a	2.11 ± 0.4 a	17.16 ± 1.1 c-e	35.34 ± 3.6 b-d
DZ-M-56 x Elioso	50.58 ± 3.9	220.67 ± 17.0 ab	8.65 ± 0.2	77.17 ± 9.8	15.84 ± 1.5 a-e	1.48 ± 0.4 bc	19.19 ± 0.6 a-b	33.41 ± 4.6 cd
DZ-M-67 x Excel-1	49.99 ± 3.0	217.50 ± 10.4 a-c	7.77 ± 1.8	81.17 ± 7.5	16.51 ± 2.9 ab	1.24 ± 0.3 bc	17.77 ± 0.8 b-d	34.59 ± 4.0 cd
DZ-M-67 x Excel-2	49.10 ± 4.9	207.17 ± 3.9 b-e	7.59 ± 0.7	61.92 ± 7.2	19.64 ± 2.3 a-c	1.66 ± 0.2 ab	17.61 ± 2.1 b-d	32.49 ± 2.3 d
DZ-M-13 x Gariz	47.52 ± 6.2	211.11 ± 8.9 b-d	8.38 ± 1.3	70.89 ± 12.3	18.41 ± 0.4 de	1.39 ± 0.1 bc	16.46 ± 1.1 d-f	37.06 ± 1.3 a-c
DZ-M-56 x Gariz	44.48 ± 1.2	206.00 ± 8.4 c-e	8.85 ± 1.2	65.71 ± 13.3	15.05 ± 2.5 e	1.28 ± 0.2 bc	18.08 ± 0.7 a-d	35.32 ± 1.9 b-d
DZ-M-67 x Gariz	43.63 ± 4.1	197.00 ± 7.4 e	8.02 ± 0.7	63.92 ± 7.2	14.67 ± 2.5 e	1.14 ± 0.2 c	15.55 ± 0.7 ef	35.16 ± 2.3 b-d
Elioso	46.87 ± 11.3	228.00 ± 15.9 a	7.23 ± 1.1	76.29 ± 19.3	18.21 ± 2.0 b-e	1.41 ± 0.2 bc	19.59 ± 1.1 a	39.09 ± 2.1 ab
Excel	45.45 ± 6.7	216.50 ± 3.4 a-c	8.33 ± 0.8	61.67 ± 13.9	17.79 ± 1.1 e	1.58 ± 0.3 bc	19.82 ± 1.2 a	33.50 ± 3.5 cd
Gariz	46.92 ± 5.7	216.08 ± 5.8 a-c	8.77 ± 1.2	71.75 ± 6.9	14.89 ± 1.4 a-d	1.50 ± 0.6 bc	16.82 ± 1.3 c-f	39.68 ± 1.3 a
Ortalama	47.37	210.7	8.15	64.08	16.77	1.45	17.62	35.73
LSD	8.09	14.04**	öd	16.1	3.26*	0.46*	1.76**	4.14*
CV %	11.92	4.66	14.72	16.4	13.5	22.6	6.97	8.08

*: P<0.05, **: P<0.01 önem düzeyindedir. BB: Bitki Boyu, YE: Yaprak Eni, İKY: İlk koçan Yüksekliği, GÇ: Gövde Çapı, BKS: Bitkide Koçan Sayısı, KB: Koçan Boyu, KÇ: Koçan Çapı, ÖD: önemli değil.

Koçanda sıra sayısı: Koçanda sıra sayısının fazla olması istenen bir özellik olup genetik potansiyelin bir göstergesidir (Albayrak, 2019). Araştırmada elde edilen varyans analizi sonuçlarına göre genotipler arasında bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Bu sonuç test melezlerinde koçanda sıra sayısı değerlerinin benzer seviyede olduğunu ve standart çeşitlerdeki gibi arzu edilen seviyede olduğunu göstermektedir (Çizelge 6). Farklı araştırmacılar koçanda sıra sayısının İlarlan ve ark. (2002) 9.9-14.9 adet; Öner (2017) 7.2-14.3 adet; Shengu (2017) 12-15 adet arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Koçanda sıra sayısına çeşit özelliğinin etkisi çevresel faktörlerden daha baskındır, verimi belirlemede etkili olduğu gibi taze tüketim için kullanımda da öne çıkan özelliklerden olması nedeniyle, çeşitlere ait koçanda sıra sayısının bilinmesinde yarar vardır (Abendroth ve ark., 2011). Elde edilen melezlerin koçanda sıra sayısı değerleri denemedeki standart çeşitlerden düşük olmakla birlikte, literatür bilgilerine göre iyi bir seviyede olduğu söylenebilir.

Koçan sırasında tane sayısı: Test melezleri arasında koçan sırasında tane sayısı bakımından istatistiki yönden önemli bir fark olmadığı ve genotiplerin sırada tane sayısı değerlerinin 18.69-27.67 adet arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 6). Koçan sırasında tane sayısı, çeşit özelliği olmasıyla birlikte çevresel faktörlerden en fazla etkilenen bir özelliktir (Abendroth ve ark., 2011). Bu nedenle çevresel faktörlere göre değişimi çok hızlıdır. Öner (2017) koçan sırasında tane sayısını 7.2-36.6 adet arasında değiştiğini bildirmiştir.

Koçanda uç boşluğu: Varyans analizi sonuçlarına göre koçanda uç boşluğu bakımından genotipler arasında farklılık ortaya çıkmamıştır. Bu sonuç test melezlerinde uç boşluğu değerlerinin benzer seviyede olduğunu ve standart çeşitlerdeki gibi arzu edilen seviyede olduğunu göstermektedir (Çizelge 6). Koçan uç boşluğu değerini Büyükerdem (2005) 1.1-1.5 cm; Albayrak (2013) 0.82-1.31cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Tek koçan ağırlığı: Tek koçan ağırlığı bakımından test melezleri ile hibrit çeşitler arasında önemli bir farklılık ortaya çıkmıştır. Genotiplerin tek koçan ağırlığı bakımından farklı dağılım

gösterdiği ve yüksek değerlere sahip bireylerin bulunabileceği belirlenmiştir. Tek koçan ağırlığı değeri bakımından genotiplerin ortalaması 41.55 g, en yüksek ve en düşük değere sahip genotipler arasında 37.63 g'lık bir fark oluşmuştur (Çizelge 6). Genotiplere ait tek koçan ağırlığı değerinin değişim sınırlarının çok geniş olduğu görülmektedir.

Koçanda tane ağırlığı: Çalışmada koçanda tane ağırlığının genotipler arasında farklı dağılım gösterdiğini ve test melezlerinde ekstrem değerlere sahip bireylerin bulunabileceğini göstermektedir. Koçanda tane ağırlığı bakımından en yüksek ve en düşük değere sahip genotipler arasında 32.91 g'lık fark oluşmuştur (Çizelge 6). Yapılan farklı çalışmalarda koçanda tane ağırlığını Cömertpay (2008) 66.3-173.3 g; Öner (2011) 23.54-186.86 g; Koca & Turgut (2012) 172.6-182.9 g olduğunu bildirmişlerdir. Elde ettiğimiz veriler literatür bilgileriyle kıyaslandığında mısırdaki tane verimini belirleyen en önemli unsurlardan olan koçanda tane ağırlığı değerlerinin çok düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bu düşüşün genetik etkiden ziyade çiçeklenme dönemindeki yüksek sıcaklıktan kaynaklanmış olduğu düşünülmektedir.

Sömek çapı: Nielsen (2002), mısırdaki küçük çaplı sömeklerin, büyük çaplı sömeklere oranla daha hızlı nem kaybettiğini ve hasada uygun hale geldiğini belirtmiştir. Çalışmada sonuçlar sömek çapının farklı dağılım gösterdiğini ve ekstrem değerlere sahip bireylerin bulunabileceğini göstermektedir. Çalışmada sömek çapı değerleri 21.89 mm ile 25.22 mm arasında değişmiştir (Çizelge 6). Babaoğlu (2003) 22.7-29.0 mm, Magorokosho (2006) 23-36 mm ve Öner (2011) sömek çapının 13.71-31.67 mm arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Tane verimi: Mısır bitkisinde tane verimi ekimden hasada kadar ekoloji ve yetiştirme tekniklerinin ortak etkilerinin genotiple olan etkileşimini sonucunda ortaya çıkan bir karakterdir. Varyans analizi sonuçları tane veriminin farklı dağılım gösterdiğini ve ekstrem değerlere sahip bireylerin bulunabileceğini göstermektedir (Çizelge 6). Denemede ele alınan melezlerde tane veriminin genel olarak beklenen değerden düşük olduğu görülmektedir. Bu durum tepe ve koçan püskülü çıkışı döneminde yaşanan yüksek sıcaklıklara bağlanabilir. Tane verimini DH melezlerinin performansını yönünden değerlendirdiğimizde dört melezin (DZ-M-13 x Gariz, DZ-M-56 x Elioso, DZ-M-67 x Elioso-1 ve DZ-M-67 x Excel-1) 448.2 kg da⁻¹ olan kontrol çeşitleri ortalamasından daha yüksek olduğu görülmektedir. Yapılan farklı çalışmalarda tane verimini Koca ve ark. (2010), ana üründe ortalama 1252.3 kg da⁻¹, ikinci üründe ise ortalama 980.3 kg da⁻¹; Erdal (2014), normal şartlarda 188.2-607.5 kg da⁻¹, kuraklık stresi altında 27.6-229.4 kg da⁻¹ arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ayrıca Turhal (2015) tane veriminin 648.0-1537.0 kg da⁻¹; Gönülal ve ark. (2015) 846-1191 kg da⁻¹ arasında ve Topal (2016) 1472.4-1849.7 kg da⁻¹; arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Turhal (2015), bitki sıklığının tane verimini arttırdığını, Gönülal ve ark. (2015), tane şekli ve iriliği ile verim arasında ilişki olmadığını ancak sulama ile verim arasında güçlü ilişki olduğunu bildirmiştir. Elde ettiğimiz veriler DH melezlerinin birçoğunun başarılı bir sonuç verdiğini göstermektedir.

Çizelge 6. DH Test melezlerinde incelenen özelliklere ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar

Genotip	KSS (adet)	KSTS (adet)	KUB (cm)	TKA (g)	KTA (g)	SÇ (mm)	TV (kg da ⁻¹)
DZ-M-67 x Elioso-1	11.29 ± 1.2	25.70 ± 2.8	1.44 ± 1.0	48.27 ± 15.5 a-d	38.22 ± 13.5 a-c	23.45 ± 0.7	608.84 ± 94.2 b
DZ-M-67 x Elioso-2	11.51 ± 0.8	22.18 ± 5.8	1.18 ± 0.6	41.77 ± 18.6 a-d	30.48 ± 15.2 a-d	23.20 ± 0.8	443.69 ± 164.7 c-e
DZ-M-67 x Elioso-3	11.67 ± 0.6	20.56 ± 2.7	1.50 ± 0.5	38.18 ± 31.1 a-d	29.71 ± 26.3 ab	21.89 ± 1.3	357.84 ± 96.6 ef
DZ-M-56 x Elioso	10.61 ± 1.0	18.73 ± 6.6	2.33 ± 1.1	34.42 ± 15.6 d	23.61 ± 13.4 cd	21.53 ± 0.8	549.55 ± 187.9 b-d
DZ-M-67 x Excel-1	12.03 ± 0.4	22.79 ± 4.9	1.51 ± 0.6	52.08 ± 17.5 cd	40.07 ± 15.8 cd	23.28 ± 1.4	612.68 ± 87.9 b
DZ-M-67 x Excel-2	11.58 ± 1.6	19.25 ± 5.4	1.44 ± 0.2	39.59 ± 7.0 ab	28.32 ± 7.4 a-d	21.77 ± 1.4	410.83 ± 38.2 de
DZ-M-13 x Gariz	12.29 ± 1.3	25.53 ± 0.7	1.22 ± 0.1	60.95 ± 19.9 a	47.91 ± 17.8 a	23.30 ± 1.4	832.82 ± 90.1 a
DZ-M-56 x Gariz	11.19 ± 1.6	20.71 ± 6.5	1.17 ± 0.5	28.09 ± 3.1 ab	19.59 ± 4.3 d	22.11 ± 1.0	286.32 ± 71.4 ef
DZ-M-67 x Gariz	11.61 ± 1.2	20.53 ± 4.6	1.31 ± 0.5	23.32 ± 2.7 ab	18.42 ± 1.3 ab	22.37 ± 0.7	199.22 ± 29.1 f
Elioso	13.27 ± 0.9	27.67 ± 4.7	1.68 ± 0.1	55.27 ± 11.5 b-d	38.03 ± 8.6 a-d	25.22 ± 1.4	582.83 ± 77.2 bc
Excel	12.19 ± 1.8	18.69 ± 4.0	1.81 ± 0.5	24.77 ± 5.2 d	20.25 ± 6.1 a-c	22.55 ± 0.6	311.75 ± 5.9 ef
Gariz	13.20 ± 1.4	23.67 ± 2.4	1.12 ± 0.2	51.93 ± 13.4 a-c	40.94 ± 12.6 b-d	23.08 ± 0.9	450.08 ± 187.1 b-e
Ortalama	11.87	22.17	1.48	41.55	31.29	22.81	470.53
LSD	öd	6.88	0.87	23.30*	15.00*	öd	164.75**
CV %	10.61	21.6	41.5	39.08	45.75	4.95	24.4

*: P<0.05, **: P<0.01 önem düzeyindedir. KSS: Koçanda Sıra Sayısı, KSTS: Koçan Sırasında Tane Sayısı, KUB: Koçan Uç Boşluğu, TKA: Tek Koçan Ağırlığı, KTA: Koçanda Tane Ağırlığı, SÇ: Sömek Çapı, TV: Tane Verimi, ÖD: önemli değil.

3.3. İncelenen özellikler arası korelasyon ilişkisi

Araştırmada test melezlerinde incelenen özelliklere ait korelasyon ilişkisine bakıldığında; tane verimi ile bitki boyu, ilk koçan yüksekliği, koçan sırasında tane sayısı ve tek koçan ağırlığı arasında pozitif ve önemli korelasyon ilişkisi olduğu belirlenmiştir. Ancak incelenen diğer özelliklerin tane verimi ile ilişkisi önemsiz bulunmuştur. Bitki boyu ile ilk koçan yüksekliği, koçan boyu, koçan sırasında tane sayısı, tek koçan ağırlığı, koçanda tane ağırlığı ve sömek çapı arasında pozitif ve önemli ilişki olduğu tespit edilmiştir. Bitki yaş ağırlığı, gövde çapı, sömek çapı, koçan sırasında tane sayısı gibi birçok özellik verimi doğrudan etkilemektedir (Mousavi ve ark., 2019). Tane verimi ile bitki boyu, sıradaki dane sayısı, koçan yüksekliği ve 100 tane ağırlığı arasında istatistiksel olarak yüksek korelasyona sahip olduğunu bildirmişlerdir (Aman ve ark., 2020). Benzer sonuçlar farklı araştırmacılar tarafından da saptanmıştır (Maryam ve ark., 2010; Izzam ve ark., 2017; Shengu, 2017). Ayrıca benzer çalışmalarda bitki boyu ile koçan sayısı, koçanda tane sayısı arasında pozitif; koçan sayısı ile koçanda tane sayısı arasında negatif bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir (Alaei, 2012; Noor ve ark., 2018).

Çizelge 7. Özellikler arası korelasyon ilişkisi

Özellik	SPAD	BB	YE	İKY	GÇ	BKS	KB	KÇ	KSS	KSTS	KUB	TKA	KTA	SÇ
BB	0.17													
YE	-0.13	-0.10												
İKY	0.11	0.61**	-0.02											
GÇ	-0.02	0.25	-0.09	-0.06										
BKS	0.08	0.05	-0.32*	-0.10	0.42**									
KB	-0.19	0.42**	-0.02	0.03	0.29*	-0.14								
KÇ	-0.21	0.27	-0.02	0.20	0.05	-0.06	-0.01							
KSS	0.11	0.18	0.19	0.07	-0.04	-0.34*	0.21	0.27						
KSTS	-0.07	0.28*	-0.07	0.19	0.17	-0.01	-0.05	0.75**	0.15					
KUB	-0.03	0.19	-0.09	0.04	0.33*	0.19	0.31*	-0.11	-0.23	-0.07				
TKA	-0.04	0.38**	-0.04	0.40**	0.16	0.40**	-0.16	0.47**	-0.01	0.55**	0.05			
KTA	-0.02	0.32*	-0.01	0.38**	0.12	0.37*	-0.23	0.53**	0.01	0.59**	0.03	0.99		
SÇ	-0.23	0.36*	-0.13	0.31*	0.09	-0.16	0.32*	0.68**	0.32*	0.49**	0.04	0.33*	0.30	
TV	0.15	0.31*	-0.10	0.40**	0.24	0.25	-0.05	0.26	-0.05	0.36*	0.05	0.69**	0.67	0.28

*: P<0.05, **: P<0.01 önem düzeyindedir. BB: Bitki Boyu, YE: Yaprak Eni, İKY: İlk koçan Yüksekliği, GÇ: Gövde Çapı, BKS: Bitkide Koçan Sayısı, KB: Koçan Boyu, KÇ: Koçan Çapı, KSS: Koçanda Sıra Sayısı, KSTS: Koçan Sırasında Tane Sayısı, KUB: Koçan Uç Boşluğu, TKA: Tek Koçan Ağırlığı, KTA: Koçanda Tane Ağırlığı, SÇ: Sömek Çapı, TV: Tane Verimi.

4. Sonuç ve Öneriler

Araştırmada in vivo DH tekniği bir bütün olarak uygulanmıştır. Bazı genotiplerde sadece birkaç haploid tohum elde edilmiştir. Haploid tohumlarda kromozom katlaması kolşisin uygulamasıyla gerçekleştirilmiş ve uygulama sonrasında 37 genotipte dihaploid bitkiler elde edilebilmiştir. Kolşisin uygulaması sonrası dihaploid bitkilerden tohum elde edilmesi için serada 37 kendileme işlemi gerçekleştirilmiş ve yalnızca 6 genotipte tohum çoğaltımı yapılmıştır. Bu çalışmaya göre in vivo DH tekniğinin başarı oranını en çok düşüren aşamanın DH bitkilerin kendilenmesinde yaşandığı tespit edilmiştir.

Araştırmadan elde edilen deneyimlere göre in vivo DH tekniğinden yüksek başarı elde etmek için haploid tohum elde etme oranının düşük olması nedeniyle induserle yapılan melez sayısının artırılması ve ülke koşullarına uygun yüksek performanslı inducerler geliştirilmesi gerekmektedir. Kromozom katlaması esnasında çimlenme ve çimlenme sonrasında kayıpların fazla olması nedeniyle bu yöntemin daha hassas uygulanması için araştırmaların yürütülmesi faydalı olacaktır. Ayrıca in vivo DH tekniğinde teorik olarak %100 homozigot bitkiler elde edilmektedir. Bu durumun kromozom sayı

ve yapısındaki değişiklikler ve mutasyon anormallikleri oluşup oluşmadığı yönünden araştırılması ilerleyen yıllarda in vivo DH tekniğinden daha etkin yararlanılmasına katkı yapacaktır.

Test melezlerinin tarla denemelerinden elde edilen sonuçlara göre başta tane verimi olmak üzere incelenen tüm özellikler yönünden standart çeşitleri geçen DH melezleri tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlarla in vivo DH tekniği uygulanarak mısırdaki tüm ıslah süreci tamamlanmış ve ümitvar sonuçlar elde edilmiştir. Çalışmada ele alınan melezlerde tane veriminin genel olarak beklenen değerden daha düşük saptanmıştır. Bu durumun temel sebebi tepe ve koçan püskülü çıkışı döneminde yaşanan yüksek sıcaklıklar gösterilebilir. DZ-M-13 x Gariz, DZ-M-56 x Elioso, DZ-M-67 x Elioso-1 ve DZ-M-67 x Excel-1 DH melezleri tane verimi bakımından kontrol çeşitlerinden (448.2 kg da⁻¹) daha yüksek performans göstermişlerdir. Ayrıca test melezlerinde incelenen özelliklerden tane verimi ile bitki boyu, ilk koçan yüksekliği, koçan sırasında tane sayısı ve tek koçan ağırlığı arasında pozitif ve önemli korelasyon ilişkileri saptanmıştır.

Teşekkür

TAGEM/2014 AR-GE/43 nolu proje ile çalışmayı destekleyen Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü'ne ve proje materyali olan inducer hatlar ile ilgili katkı sağlayan Sakarya Mısır Araştırma Merkezi Müdürü Sayın Yavuz AĞI'ya ve ıslah genetik bölüm başkanı Rahime CENGİZ'e teşekkür ederiz.

Kaynakça

- Abendroth, L. J., Elmore, R. W., Boyer, M. J., & Marlay, S. K. (2011). *Corn Growth and Development*, PMR 1009. Ames, IA, USA: Iowa State Univ.
- Alaei, Y. (2012). Correlation analysis of corn genotypes morphological traits. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 3(12), 2355-2357.
- Albayrak, Ö. (2013). *Diyarbakır koşullarına uygun şeker mısır (Zea mays L. saccharata sturt.) çeşitlerinin belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır, Türkiye.
- Albayrak, Ö. (2019). *Bazı yerel mısır popülasyonlarının kurağa tepkilerinin belirlenmesi*. (Doktora Tezi), Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır, Türkiye.
- Almeida, V. C., Trentin, H. U., Frei, U. K., & Lübberstedt, T. (2020). Genomic prediction of maternal haploid induction rate in maize. *The Plant Genome*, 13(1), e20014. doi:10.1002/tpg2.20014
- Alp, A., & Kahraman, Ş. (2017). Diyarbakır koşullarında ana ve ikinci ürün olarak yetiştirilen tane mısırın bazı tarımsal ve teknolojik özelliklerinin biplot analiz yöntemiyle karşılaştırılması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(4), 507-515. doi:10.29133/yyutbd.299291
- Aman, J., Bantte, K., Alamerew, S., & Sbhatu, D. B. (2020). Correlation and path coefficient analysis of yield and yield components of quality protein maize (*Zea mays L.*) hybrids at Jimma, Western Ethiopia. *International Journal of Agronomy*, 2020, 9651537. doi:10.1155/2020/9651537
- Babaoğlu, M. (2003). *Farklı kökenli mısır (Zea mays L.) genotiplerinin çeşitli agronomik ve kalite karakterleri bakımından karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi*. (Doktora Tezi), Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, Türkiye.
- Budak, B., Alan, Ö., & Akdemir, H. (2005, Eylül). *Küçük Menderes koşullarında bazı melez mısır (Zea mays L.) çeşitlerinin hasıl verimi üzerine bir araştırma*. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, Antalya.
- 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, Türkiye.
- Cengiz, R., & Korkut, K. Z. (2020). Development of doubled haploid maize lines by using in vivo haploid technique. *Biotech Studies*, 29(1), 1-7. doi:10.38042/biost.2020.29.01.01
- Cerit, İ., Cömertpay, G., Oyucu, R., Çakır, B., Hatipoğlu, R., & Özkan, H. (2016). Melez mısır ıslahında in-vivo katlanmış haploid tekniğinde kullanılan farklı inducer genotiplerin haploid

- indirgeme oranların belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25, 52-57. doi:10.21566/tarbitderg.280162
- Chase, S. S. (1969). Monoploids and monoploid-derivatives in maize (*Zea mays* L.). *The Botanical Review*, 35(2), 117-168.
- Chen, S., Li, L., & Li, H. (2009). *Maize Doubled Haploid Breeding*. Beijing, China: China Agricultural University Press.
- Coe, E. H., & Sarkar, K. R. (1964). The detection of haploids in maize. *Journal Heredity*, 55(5), 231-233. doi:10.1093/oxfordjournals.jhered.a107340
- Cömertpay, G. (2008). *Yerel mısır populasyonlarının morfolojik ve DNA moleküler işaretleyicilerinden SSR tekniği ile karakterizasyonu*. (Doktora Tezi), Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Türkiye.
- Dang, N. C., Munsch, M., Aulinger, I., Renlai, W., & Stamp, P. (2011). Inducer line generated double haploid seeds for combined waxy and opaque 2 grain quality in subtropical maize (*Zea mays* L.). *Euphytica*, 183, 153-160. doi:10.1007/s10681-011-0423-0
- 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, Türkiye.
- FAOSTAT. (2019). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/faostat/en/#home> Erişim Tarihi: 12.09.2022.
- Gönülal, E., Güngör, H., & Soylu, S. (2015). Mısırdaki (*Zea mays* L.) kısıtlı sulama ile farklı tane şekil ve iriliklerinin verim ve bazı verim unsurları üzerine etkisi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(2), 24-31.
- Greenblatt, I. M., & Bock, M. (1967). A commercially desirable procedure for detection of monoploids in maize. *Journal Heredity*, 58(1), 9-13. doi:10.1093/oxfordjournals.jhered.a107543
- Izzam, A., Rehman, H., Sohail, A., Ali, S., Manzoor, H., & Hussain, Q. (2017). Genetic variability and correlation studies for morphological and yield traits in maize (*Zea mays* L.). *Pure and Applied Biology*, 6(4), 1234-1243. doi:10.19045/bspab.2017.600131
- İdikut, L., Zülkadir, G., Yürürdurmaz, C., & Çölkesen, M. (2015). Yerel cin mısırdaki genotiplerinin Kahramanmaraş koşullarında tarımsal özelliklerinin araştırılması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 18(3), 1-8.
- İlarslan, R., Kaya, Z., Kandemir, İ., & Bretting, P. K. (2002). Genetic variability among Turkish pop, flint and dent corn (*Zea mays* L.) races: Morphological and agronomic traits. *Euphytica*, 128, 173-182. doi:10.1023/A:1020896805265
- Karaşahin, M., & Sade, B. (2011). Farklı sulama yöntemlerinin hibrit mısırdaki (*Zea mays* L. *indentata* S.) dane verimi ve verim unsurları üzerine etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(2), 47-56.
- Kılınç, S., Karademir, Ç., & Ekin, Z. (2018). Bazı mısırdaki (*Zea mays* L.) çeşitlerinde verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(6): 809-816. doi:10.18016/ksutarimdoga.vi.463813
- Kırnak, H., Gençoğlu, C., & Değirmenci, V. (2003). Harran Ovası koşullarında kısıtlı sulamanın II. ürün mısır verimine ve bitki gelişimine etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(2), 117-123.
- Kırtok, Y. (1998). *Mısır Üretimi ve Kullanımı*. İstanbul, Türkiye: Kocaoluk Basım ve Yayınevi.
- Koca, Y. O., Turgut, İ., & Ereku, O. (2010). Tane üretimi için yetiştirilen mısırdaki birinci ve ikinci üründeki performanslarının belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 47(2), 181-190.
- Koca, Y. O., & Turgut, İ. (2012). Mısırdaki (*Zea mays* L.) farklı ekim zamanlarının tane verimine, kuru madde birikimine, yaprak alanı indeksine ve bazı büyüme parametrelerine etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(1), 1-10.
- Kuşçu, H., & Demir, A. O. (2012). Responses of maize to full and limited irrigation at different plant growth stages. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(2), 15-28.
- Kuşvuran, A., Kaplan, M., Nazlı, R. İ., Saruhan, V., & Karadağ, Y. (2015). Orta Kızılırmak Havzası ekolojik koşullarında bazı mısırdaki (*Zea mays* L.) çeşitlerinin silajlık olarak yetiştirilme

- olanaklarının belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(1), 57-67.
- Magorokosho, C. (2006). *Genetic diversity and performance of maize varieties from Zimbabwe, Zambia and Malawi*. (PhD), Texas A&M Üniversitesi Lisansüstü Çalışma Ofisi, Teksas, ABD.
- Maryam, A. B., Siah Sar, B., Khavari, S., Golbashy, M., Mehdi Nejad, N., & Alizadeh, A. (2010) Effects of genotype by environment interactions on morphological traits, yield and yield components of new grain corn (*Zea mays* L.) varieties. *Journal of Agroecology*, 2(1), 136-145. [doi:10.22067/jag.v2i1.7612](https://doi.org/10.22067/jag.v2i1.7612)
- Mousavi, S. M. N., Mohammed, S., & Nagy, J. (2019, April). *Studying the relationships of various agronomic traits in maize using correlation analysis*. 18th Alps Adria Scientific Workshop At Cattolica, Italy.
- Nanda, D. K., & Chase, S. S. (1966). An embryo marker for detecting monoploids of maize (*Zea mays* L.). *Crop Science*, 6(2), 213-215. [doi:10.2135/cropsci1966.0011183X000600020036x](https://doi.org/10.2135/cropsci1966.0011183X000600020036x)
- Nielsen, R. L. (2002). *Post-Maturity Grain Dry-Down in the Field* (pp. 5). Agronomy Depart., Purdue Univ., <http://www.kingcorn.org/news/timeless/GrainDrying.html>
- Noor, M., Khan, A. S., Ullah, H., Shahwar, D., Fahad, S., ... & Adnan, M. (2018). Heritability and correlation analysis of morphological and yield traits in maize. *Journal of Plant Biology Crop Research*, 2: 1008.
- 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, Türkiye.
- Öner, F. (2017). Ordu ili yerel mısır (*Zea mays* L.) genotiplerinin morfolojik karakterizasyonu. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 3(2), 108-119. [doi:10.24180/ijaws.344833](https://doi.org/10.24180/ijaws.344833)
- Özmen, İ. (2008). *Bazı melez mısır çeşit ve genotiplerinin değişik ekim bölgelerindeki adaptasyon ve uyum yeteneklerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar*. (Doktora Tezi), Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye.
- Prigge, V., & Melchinger, A. E. (2011). Production of Haploids and Doubled Haploids in Maize. In: V. M. Loyola-Vargas, & N. Ochoa-Alejo (Eds.), *Plant Cell Culture Protocols, Methods in Molecular Biology* (3rd Ed). New Jersey, UK: Humana Press Springer Verlag. [doi:10.1007/978-1-61779-818-4_13](https://doi.org/10.1007/978-1-61779-818-4_13)
- Sabancı, S. (2016). *Ege Bölgesinde yetiştirilen bazı mısır (Zea mays L.) çeşitlerinin verim, kalite ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın, Türkiye.
- Seitz, G. (2005). *The Use of Doubled Haploids in Corn Breeding* (pp. 1-7). In: Proc. 41st Annual Illinois Corn Breeders' School 2005, Urbana-Champaign, Illinois,.
- Shengu, M. K. (2017). Genetic study of some maize (*Zea mays* L.) Genotypes in humid tropic of ethiopia. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 7(1), 281-287.
- Soydemir, H. E., Yılmaz, A., & Çiftçi, V. (2021, December). *Bitki islahında haploid tekniğinin avantajları*. ISPEC 8th International Conference on Agriculture, Animal Sciences and Rural Development, Bingol, Turkey.
- Tekkanat, A., & Soylu, S. (2005). Cin mısırı çeşitlerinin tane verimi ve önemli kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(37), 51-60.
- Topal, B. (2016). *Mısırdaki (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, Türkiye.
- Turhal, K. (2015). Eskişehir koşullarında değişik tohum sıklıklarının bazı melez mısır (*Zea mays* L.) çeşitlerinin tarımsal özelliklerine etkileri. *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 16(2), 67-70.
- TÜİK. (2019). Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Verileri. <http://tuik.gov.tr/Start.do>. Erişim Tarihi: 05.06.2021.
- Yorgancılar, M., Yaşar, M. A., & Atalay, E. (2019). Mısır islahında indirgeyici hatların kullanımı ve dihaploidizasyon. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 8(1), 170-177.

- Yozgatlı, O., Başaran, U., Gülümser, E., Mut, H., & Doğrusöz M. Ç. (2019). Yozgat ekolojisinde bazı mısır çeşitlerinin morfolojik özellikleri, verim ve silaj kaliteleri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(2), 170-177. doi:10.18016/ksutarimdog.vi.450938
- Zararsız, D., Öztürk, L., Yanikoğlu, S., Turgut, İ., Kızık, S., & Bilgin, B. (2019). Production of double haploid plants using in vivo haploid techniques in corn. *Journal of Agricultural Sciences*, 25(1), 62-69. doi:10.15832/ankutbd.539000