



In Vivo Double Haploid Tekniği ile Yerel Çeşitlerden Elde Edilen Haploid Bitkilerin Saf Hat Olarak Kullanılabilirliğinin Belirlenmesi

Merve BAYHAN¹, Remzi ÖZKAN², Önder ALBAYRAK³, Mehmet YILDIRIM⁴, Cuma AKINCI⁵

¹⁻²⁻³⁻⁴⁻⁵Tarla Bitkileri Bölümü, Dicle Üniversitesi, Sur/DİYARBAKIR

¹<https://orcid.org/0000-0002-3220-4548>, ²<https://orcid.org/0000-0002-6457-5802>, ³<https://orcid.org/0000-0003-2440-7748>

⁴<https://orcid.org/0000-0002-6953-4479>, ⁵<https://orcid.org/0000-0002-3514-1052>

✉: mervebayhan21@gmail.com

ÖZET

Double haploid (DH) teknolojisi son yıllarda gelişmiş ıslah programlarında yaygın olarak kullanılan bir araç haline gelmiştir. Mısır ıslahında *in vivo* double-haploid yöntemiyle saf hat elde etme, ıslahta zaman ve maliyet yönünden büyük avantaj sağlamakta ve ıslah süresini 6 yıl kadar kısaltmaktadır. Ayrıca daha fazla kendilenmiş hattın kolayca elde edilmesi ıslahtan elde edilecek başarı oranını artırmaktadır. Double-haploid saf hatlar %100 homozigot olmaları nedeniyle konvansiyonel yöntemle elde edilmiş kendilenmiş hatlara kıyasla daha yüksek genetik stabiliteye sahiptirler. Araştırmada maternal *in vivo* double-haploid yönteminin yukarıda sayılan avantajlarından faydalanılması hedeflenmiş ve haploid tohumlara kromozom katlaması tekniği başarıyla uygulanmıştır. DH tekniği ile geliştirilen n kromozomlu 12 adet haploid genotip, 2019 yılında Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri bölümüne ait laboratuvar, bitki yetiştirme kabini ve sera koşullarında incelenmiştir. Çalışmada kullanılan 12 genotipte kromozom katlanma işlemi başarıyla gerçekleştirilmiş ve bu genotiplere ait bazı agronomik özellikler incelenmiştir. Kendilenmiş double-haploid bitkilerde incelenen agronomik özellikler neticesinde DZM-45 ve DZM-7 genotiplerinin diğer hatlara üstünlük sağlayarak kendilenmiş hat olabilme potansiyelinde olduğu gözlemlenmiştir.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 12.11.2020

Kabul Tarihi : 22.01.2021

Anahtar Kelimeler

Mısır

Double haploid

Kromozom katlaması

Colchicine

The Availability for Inbred of Individual Obtained From Local Varieties with *In Vivo* Double Haploid Technique

ABSTRACT

Double haploid (DH) technology has become a widely used tool in advanced breeding programs in recent years. Obtaining an inbred line in corn breeding with the *in vivo* double-haploid method provides a great advantage in terms of time and cost in breeding and shortens the breeding period by 6 years. In addition, easily obtaining more inbred lines increases the success rate of breeding programme. Since double-haploid inbred lines are 100% homozygous, it has higher genetic stability compared to inbreds line obtained by conventional method. In study, it was aimed to benefit from the advantages of the maternal *in vivo* double-haploid method mentioned above and the chromosome doubling technique was successfully applied to haploid seeds. Twelve haploid genotypes with n chromosomes were examined and grown 2019 in the laboratory, plant growing cabin and greenhouse conditions of the Dicle University Faculty of Agriculture Field Crops Department. Chromosome doubling process was successfully performed in 12 genotypes and their agronomic parameters were investigated. As a result of the agronomic parameters examined in inbred double-haploid plants, it was observed that DZM-45 and DZM-7 genotypes were suitable to use as inbred lines.

Research Article

Article History

Received : 12.11.2020

Accepted : 22.01.2021

Keywords

Corn

Double haploid

Chromosome doubling

Colchicine

- Atıf İçin:** Bayhan M, Özkan R, Albayrak Ö, Yıldırım R, Akıncı C 2021. *In Vivo* Double Haploid Tekniği ile Yerel Çeşitlerden Elde Edilen Haploid Hatların Saf Hat Olarak Kullanılabilirliğinin Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (5): 1029-1036. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.8251521.
- To Cite:** Bayhan M, Özkan R, Albayrak Ö, Yıldırım R, Akıncı C 2021. The Availability for Inbred of Individual Obtained From Local Varieties with *In Vivo* Double Haploid Technique. KSU J. Agric Nat 24 (5): 1029-1036. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.825121

GİRİŞ

Mısır, geçmişten günümüze kadar en fazla ıslah çalışmalarının yapıldığı bitki türüdür. Bu bitki türünde ıslah çalışmaları Dünya'da 1800'lü yıllarda ülkemizde ise 1950'li yıllarda başlamıştır. Bugüne kadar ülkemizde tescilli genotip sayısı 118 iken üretim izni verilen genotip sayısı ise 166'dır. (TTSM, 2020). Hibrit mısır ıslahında ilk ve temel aşama kendilenmiş hatların elde edilmesidir. Kendilemede amaç homozigot hatların oluşturulmasıdır. Kendileme işlemi için en az yedi yıl gerekmektedir. Bir materyalin teknik olarak yedi yıl kendileme yapılmasıyla %99'luk bir homozigotlukta kendilenmiş hat elde edilmektedir. Çeşit geliştirme süreci içerisinde en fazla zamanı, anaçların elde edilmesi almaktadır. Bu uzun sürecin kısaltılması için klasik bitki ıslahını destekleyici ve tamamlayıcı yeni yöntemlerin ortaya çıkması elzem olmuştur (Cengiz ve ark., 2013).

Klasik bitki ıslahı hem genetik faktörler hem de çevresel koşullar etkisinde olduğundan sonuca ulaşmak çok uzun bir süre almaktadır. Bitkiye göre farklılık göstermekle beraber yeni bir çeşidin ıslah edilmesi 10 - 14 yıl almaktadır. Mısır bitkisinde yüksek verimli ve kaliteli hibritlerin geliştirilmesi için sürekli olarak yeni saf hatların geliştirilmesi gerekmektedir. Böyle bir genetik varyabilitiyi elde etmek ancak geleneksel bitki ıslah yöntemlerinin etkinliğini arttırmak veya ıslah süresini kısaltmak için yeni yöntemler geliştirme ihtiyacını ortaya koymaktadır. Dolayısıyla bitki ıslahçıları bu süreci kısaltmak için yeni teknolojilere ve yöntemlere başvurmuşlardır. Bu sürenin kısaltılmasında haploid bitki elde etme teknikleri önemli avantajlar sağlamaktadır. Günümüzde *in vitro* ve *in vivo* koşullarda haploid bitkiler kısa sürede elde edilmektedir. Haploid bitkilerin kromozom setlerinin katlanması ve %100 homozigot saf hatların hızla geliştirilmesi, haploidi tekniğinin esasını oluşturmaktadır. Haploid tekniği ile kromozom katlanması ile homozigot saf hatların geliştirilmesi daha kısa sürede yapılmaktadır. Islahçılar, kromozom katlanmasında daha çok kimyasal maddeli uygulamaları kullanmaktadırlar. Kromozom katlanması pratikte çoğunlukla kimyasal madde uygulamalarıyla gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemlerle homozigot hatların elde edilmesi 1-2 yıl gibi kısa bir sürede olmaktadır (Geiger, 2009). Mısır ıslah çalışmalarında son 3-5 yıl içerisinde *in vivo* haploid tekniği yaygın olarak kullanılan bir yöntem haline gelmiştir. Dünya'da yapılan çalışmalarda katlanmış haploid hatların haritalama popülasyonları

olarak, bağlantı analizlerinde ve haplotip analizlerinde kullanılabilirliği belirlenmiştir (Röber ve ark. 2005). Türkiye'de Sakarya Mısır Araştırma Enstitüsü ve Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü ortaklığı ile SAMADA-07 hibrit çeşidi ve Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü ile Sakarya Mısır Araştırma Enstitüsü'nün hibrid çeşidi AGA silajlık olarak tescil edilmiş ve üretim hakkı özel sektöre devredilmiştir (Cengiz, 2016).

Kromozom katlaması için genelde bitki ıslahçıları colchicine kimyasal maddesini kullanmaktadırlar. Bu kimyasal madde, güz çiğdemi (*Colchicum autumnale* L.) bitkisinin köklerinden elde edilen sadece su ve alkolde eriyebilen zehirli bir alkaloiddir. Uygulandığı dokularda mitoz bölünmenin metafaz aşamasında iğiplerinin oluşumuna engel olarak kromozomların kutup köşelerine çekilmesini önler, böylece kromozomun iki katına çıkmasını sağlar (Elliatioğlu ve ark., 2001). Türkiye'de hibrit mısırın tohumluğunun neredeyse tamamı ithal edilmektedir. Mısır tarımında kullanılan tohumluğun %95'i yurtdışından sağlanırken; sadece %5'i yerli çeşitlerden oluşmaktadır (Cerit ve ark., 2016) Bu ithal edilen çeşitler için yabancı firmalara her yıl büyük meblağlarda paralar ödenmektedir. Mısır bitkisinin yabancı döllenenmesinden dolayı kendilenmiş hat elde etme ve bu kendilenmiş hatların anaç olarak kullanılabilirliğinin test edilmesindeki zorluklar kamu ve özel kuruluşları yurtdışı kaynaklı anaç tohumluklara yönlendirmektedir. Çalışmada hibrit mısır ıslahının kolaylaştırılması amacıyla, mısırdaki kendilenmiş hatların elde edilmesinde süreyi 6 yıl kadar kısaltan *in vivo* double haploid yöntemi kullanılarak elde edilen kendilenmiş hatlarda kromozom katlanması ve bu hatların hibrit mısır ıslahında anaç olarak kullanılabilme potansiyeli belirlenmeye çalışılmıştır.

MATERYAL ve METOD

Çalışmada Karadeniz bölgesine ait yerel mısır çeşitlerinin inducer hatlar ile melezleme sonucunda elde edilmiş olan *n* kromozom yapısına sahip 12 adet haploid genotip (*n*=10) materyal olarak kullanılmıştır. Araştırma 2019 yılında Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri bölümüne ait serada kontrollü koşullar altında yürütülmüştür.

Double Haploid (Diha ploid-DH) Bitki Elde Etme Çimlendirme kabini

Çalışmanın çimlendirme aşamasında haploid hale getirilmiş 12 genotipin her birinden 20 tohum olacak

şekilde 4 petri kabına 5'er tohum (toplamda 48 petri kabı 240 tohum) yerleştirilmiş ve 9 cm çapındaki cam petri kaplarına kurutma kağıdı konulmuştur (çizelge 1). Daha sonra tohumlar tam otomatik çimlendirme kabininde 27 °C sıcaklık %50 nem değerlerinde 5 gün süresince çimlendirmeye bırakılmıştır. Çimlendirme süresince her gün kontrol edilmiş ve ihtiyaç duyuldukça su verilmiştir. Çimlenen bu bitkicikler colchicine uygulaması ile kromozom katlama işlemi yapılmak üzere laboratuvar ortamında çeker ocak içerisine alınmıştır.

Colchicine uygulaması

Deimling ve ark. (1997)'e göre bir litre solüsyon için 600 mg toz colchicine, 5 ml DMSO ve 995 ml su gerekmektedir. Çalışmada, 875 ml suya Colchisin'den % 0.035 ml ve aynı zamanda çözeltinin bitkiciklere nüfuzunu kolaylaştırmak amacıyla kullanılan DMSO çözeltisinden % 0.43 ml eklenerek çözeltinin tamamı beher içerisinde ve vorteks üzerinde karıştırılarak çözülmüştür. Çimlendirilmiş materyalin tamamını kapatacak kadar solüsyon hazırlanmıştır.

Çimlendirme işlemi sonucunda elde edilen bitkiciklerin her birinin çim kını uçtan 1 cm ve kökçüklerinin ucundan 2'şer cm olacak şekilde bistüri yardımıyla kesilmiş ve bitkicikler çözeltinin nüfuzu için uygun hale getirilmiştir. Ancak çözelti içerisinde genotip karışımını engellemek adına bitkicikler her genotip için ayrı ayrı olmak üzere delikli poşetlere koyularak etiketlenmiştir. Daha sonra çimlendirilmiş ve kesme işlemi yapılmış olan haploid bitkicikler colchicine uygulama tankına yerleştirilmiştir. Bitkicikler colchicine çözeltisi içerisinde 24 saat bekletilmiştir. 24 saatin sonunda bitkiciklere en az üç kez saf suyla durulama işlemi yapılmıştır.

Bitki büyütme ve alıştırma odası

Colchicine uygulama işlemi bittikten sonra bitkicikler 1/1/1 oranındaki toprak/kum/torf karışımı ile hazırlanmış olan mini saksılara aktarılmış ve tam otomasyonlu bitki büyütme ve alıştırma odasına alınmıştır. 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 sulama suyuna 20-20-0 kompoze gübreden ilave edilmiştir.

Double Haploid (Dihaploid) Hale Gelmiş Bitkilerin Kendilenmesi

Bitki büyütme ve alıştırma odasında canlı kalan bitkiler tam otomasyonlu serada toprak doldurulmuş büyük saksılara şaşırtılmıştır. Şaşırtma sonunda bitkilere 20-20-0 kompoze gübre verilmiş ve düzenli olarak sulamaları yapılmıştır. Sera ortamında 10.

günün sonunda zayıf gelişmeleri nedeniyle büyüyen bitkilerde destek amaçlı kök boğazı doldurma ve yatmalarını engellemek için kazıkla destekleme yapılmıştır. Mısır bitkisine bir üretim sezonu boyunca verilmesi gereken gübre miktarı baz alınarak toplamda 6 defa olmak üzere 2 defa 20-20-0, 4 defa üre gübrelemesi ve buna ek olarak bitkilerde görülen ihtiyaç dolayısıyla bir defada mikro element gübrelemesi yapılmıştır.

Sera şartlarında büyüyen bitkilerde kendileme yapılarak bitkilerin saflaştırılması işlemi gerçekleştirilmiştir. Kendileme işleminde genellikle tepe püskülü ve koçan püskülü çıkışlarında zamanlama yönünden uyumsuzluklar yaşanmış ve bu sorun serada tepe püskülü çıkış döneminde çiçek tozlarının alınıp -20°C'de muhafaza edilip koçan püskülü çıkış tarihine kadar bekletilmesi suretiyle giderilmiştir. Tozlanma dönemi Nisan ve Mayıs aylarına denk gelmiş ve toz alma işlemi çiçeklenme sonuna kadar devam etmiştir. Tozlanma sonrasında tane gelişimi için bitkiler uygun koşullarda büyümeye bırakılmış ve haziran ayında koçanlar hasat edilmiştir. Hasat edilen koçanlar daha sonra elle harmanlanmıştır.

İncelenen Özellikler ve İstatistik Analiz

Çalışmada kullanılan 12 genotipten sağlıklı Double haploid bitkiler elde edilmiştir. Bu genotipler her saksıda bir bitki olacak şekilde 4 tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre aşağıda verilen bazı morfolojik, fizyolojik verim ve verim öge özellikleri incelenmiştir.

SPAD değeri (klorofil içeriği): SPAD- 502 Plus (Minolta SPAD-502, Osaka, Japan) cihazı ile yaprağın ortasından ve orta damara gelmeyecek şekilde, *bitki boyu:* bitkinin toprak yüzeyinden tepe püskülünün ucuna kadar, *ilk koçan yüksekliği:* bitkinin toprak yüzeyinden ilk koçanın bağlandığı boğuma kadar, *gövde çapı:* koçanın olduğu boğumun hemen altından, dijital kumpas ile mm olarak ölçülerek, *koçan boyu:* koçanın dip kısmından en uç kısmına kadar, *koçan çapı:* koçanların orta kısımlarından dijital kumpas ile ölçülerek ortalaması "mm" olarak, *koçan uç boşluğu:* koçanların uç boşluk uzunlukları cm cinsinden ölçülmesi ile, *koçanda sıra sayısı:* koçanların her birindeki sıralar sayılarak, *koçan sırasında tane sayısı:* koçanların herhangi bir sırasındaki taneler sayılarak, *tek koçan ağırlığı:* koçanların her birinin tartılması ile, *sömek çapı:* sömeklerin orta kısımlarından dijital kumpas ile ölçülerek ortalaması "mm" olarak, *koçanda tane sayısı:* koçanda sıra sayısı x koçan sırasında tane sayısı formülü ile, *tek koçan tane verimi:* koçan harman edilerek koçanda tane ağırlığı gram olarak, *biyolojik verim:* saksıdan alınan tüm toprak üstü bitki kısımlarının ağırlıklarının tartılması ile belirlenmiştir.

Çalışmadan elde edilen veriler Tesadüf Parselleri Deneme Deseni'ne göre JMP Pro 13 paket programı ile varyans analizine tabi tutulmuştur. Varyans analizi sonucunda ortaya çıkan farklılıkların gruplandırılmasında LSD çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Haploid Hatlarda Kromozom Katlama ve Canlılık Sayısı

Genotiplere ait çimlenme sayıları ve colchicine uygulamasından sonra yaşayan bitki sayıları çizelge 1.'de verilmiştir.

Colchicine uygulaması için çimlendirmeye bırakılan 240 tohumdan toplamda 195 bitki çimlenmiştir. Colchicine çözeltisine 195 bitkicik konulmuş, ancak bunlardan 10 tanesi durulama ve mini saksılara

aktarma sırasında zarar gördüğünden büyütme odasına toplamda 185 tanesi saksıya aktarılmış ve bu bitkiciklerden 132 tanesi sera ortamında canlı kalabilmiştir. (çizelge 1). Sera ortamının 12. gününde bu 12 genotipe ait 97 bitki sağlıklı bir şekilde yetiştirilmiştir.

Çizelge 1-2'de görüldüğü gibi bitki boyu (cm), ilk koçan yüksekliği (cm), klorofil içeriği (SPAD), koçan boyu (cm), koçan çapı (mm), koçan uç boşluğu (cm), koçandaki sıra sayısı (adet), koçan sırasında tane sayısı (adet), tek koçan ağırlığı (g), koçanda tane ağırlığı (g/koçan), sömek çapı (mm), koçanda tane sayısı (adet), tek koçan tane verimi (g/koçan) ve bitki kuru ağırlığı (g/bitki) bakımından katlanmış double-haploid genotipler arasında $P < 0.001$; gövde çapı (mm) ise $P < 0.05$ düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuştur.

Çizelge 1. Genotiplere ait çimlenme sayıları ve colchicine uygulamasından sonra yaşayan bitki sayısı

Table 1. Germination numbers of genotypes and number of living plants after colchicine application

Genotip (Genotype)	Çimlenmeye Alınan Bitki Sayısı (Number of Plants for Germination)	Çimlenen Tohum Sayısı (Number of Germinated Seeds)	Colchicine Uygulamasından Sonra Yaşayan Bitki Sayısı (Number of Plants Surviving After Colchicine Application)	Saksıya Aktarılan Fide Sayısı (Number of Seedlings Transferred to the Pot)	Serada 12.Günde Yaşayan Bitki Sayısı (Number of Plants Surviving on the 12th Day in the Greenhouse)
DZM-6	20	15	13	12	9
DZM-7	20	17	16	12	10
DZM-8	20	18	16	12	11
DZM-39	20	17	16	13	9
DZM-45	20	14	14	6	6
DZM-46	20	18	18	10	8
DZM-48	20	17	17	11	7
DZM-49	20	17	15	12	8
DZM-56	20	15	14	9	5
DZM-57	20	15	15	10	7
DZM-78	20	18	18	15	8
DZM-104	20	14	13	10	9
Total Toplam	240	195	185	132	97

SPAD Değeri (Klorofil İçeriği)

SPAD değeri yapraktaki klorofil miktarını ve yüksek fotosenteze sahip sağlıklı bitki profilini tanımlayan fizyolojik bir özelliktir. SPAD değeri bakımından en düşük değer 23.07 ile DZM-39 genotipinden, en yüksek değer ise 46.92 ile DZM-46 genotipinden elde edilmiştir. Tüm genotiplerin ortalaması 32.63 olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). SPAD ölçümlerinin mısırdaki yaprak N içeriği ile pozitif ilişkili olduğu ve SPAD ölçümünün bu parametrenin tahmin edilmesinde kolay ve ucuz bir yöntem olduğu bildirilmiştir (Chapman ve Bareto, 1997). Albayrak (2019), SPAD değerinin birinci yıl 37.13-56.57, ikinci yılında ise 38.13-59.20; Tunali ve ark. (2012), 30.7-49.1 arasında değiştiğini, bildirmişlerdir. Çalışmada kullanılan genotiplerden elde edilen SPAD okumalarının genel olarak literatürde belirtilen değerlerden düşük olması

çalışmanın saksı bazında olmasından ve kromozom katlaması sonucu bitkilerin zayıf gelişmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bitki Boyu

En uzun bitki boyu değeri 190 cm ile DZM-45 genotipinden elde edilirken, en kısa bitki boyu değeri ise 103.75 cm ile DZM-46 genotipinden elde edilmiştir. Diğer genotipler bu değerler arasında yer alırken, genotiplerin genel ortalaması olarak bitki boyu değeri 132.50 cm olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Daha önce yapılan çalışmalarda Albayrak (2019), birinci yıl 154.70-230.83 cm; ikinci yıl ise 174.30-321.49 cm arasında, Öner (2011), 102-394 cm; Cömertpay (2008), 121.5-243.0 cm; Can ve Akman (2014), 147.1-165.9 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 2. Double Haploid bitkilerde incelenen özelliklere ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar

Table 2. Average values and groups of parameters examined in Double Haploid plants

Genotipler (Genotype)	SPAD Değeri (SPAD Value)	Bitki Boyu (cm) (Plant Height)	İlk Koçan Yüksekliği(cm) (First Ear Height)	Gövde Çapı (mm) (Stem Diameter)	Koçan Boyu (cm) (Ear Length)	Koçan Çapı (mm) (Ear Diameter)	Tip Koçan Uç Boşluğu (cm) (Unfilled Cob)
DZM-6	33.47 ± 1.19 b-e	135.25 ± 3.33 bc	50.00 ± 4.72 cd	6.54 ± 0.42 c	7.15 ± 0.48 a	29.21 ± 2.43 ab	2.63 ± 0.15 a
DZM-7	29.27 ± 1.02 d-f	121.00 ± 8.93 cd	43.25 ± 2.85 de	6.63 ± 0.45 c	6.37 ± 0.44 a-c	32.27 ± 0.20 a	1.13 ± 0.14 e-g
DZM-8	28.17 ± 0.7 e-g	120.75 ± 3.78 cd	48.75 ± 2.48 c-e	7.71 ± 0.28 a-c	7.55 ± 0.49 a	28.93 ± 3.42 ab	1.45 ± 0.11 cd
DZM-39	23.07 ± 1.86 g	130.00 ± 4.33 bc	45.00 ± 3.06 de	7.52 ± 0.51 a-c	6.50 ± 0.42 ab	27.85 ± 1.37 ab	0.95 ± 0.06 g
DZM-45	27.22 ± 1.68 fg	190.00 ± 8.71 a	83.25 ± 2.42 a	7.99 ± 0.46 ab	7.50 ± 0.48 a	29.93 ± 2.15 ab	1.75 ± 0.05 b
DZM-46	46.92 ± 1.41 a	103.75 ± 4.03 e	29.00 ± 2.56 f	6.91 ± 0.47 bc	4.95 ± 0.18 d	26.69 ± 2.36 b	1.08 ± 0.08 fg
DZM-48	34.60 ± 1.55 b-d	114.00 ± 4.99 de	37.25 ± 2.55 ef	6.66 ± 0.38 c	4.17 ± 0.21 d	19.50 ± 0.87 c	1.38 ± 0.07 de
DZM-49	37.55 ± 3.64 bc	141.75 ± 5.36 b	52.25 ± 6.6 b-d	7.99 ± 0.32 ab	5.37 ± 0.4 b-d	31.72 ± 0.53 ab	1.33 ± 0.06 d-f
DZM-56	31.02 ± 1.09 d-f	120.50 ± 4.83 cd	38.00 ± 4.58 ef	8.11 ± 0.25 a	7.12 ± 0.4 a	32.44 ± 0.64 a	1.13 ± 0.09 e-g
DZM-57	28.60 ± 1.67 e-g	138.25 ± 2.63 b	63.00 ± 4.29 b	7.45 ± 0.55 a-c	5.00 ± 0.43 d	26.63 ± 1.5 b	1.85 ± 0.05 b
DZM-78	32.67 ± 2.72 c-f	141.75 ± 3.19 b	58.75 ± 2.17 bc	8.45 ± 0.30 a	7.42 ± 0.56 a	29.95 ± 1.69 ab	1.68 ± 0.15 bc
DZM-104	39.07 ± 2.81 b	133.00 ± 5.47 bc	48.25 ± 5.38 c-e	7.71 ± 0.31 a-c	5.25 ± 0.33 cd	31.21 ± 1.74ab	1.40 ± 0.13 c-e
Mean (Ortalama)	32.63	132.5	49.72	7.47	6.19	28.85	1.47
LSD	5.86**	15.95**	11.65**	1.17*	1.21**	5.39**	0.28**
CV(%)	12.5	8.38	16.31	10.97	12.48	13.03	13.6

* %5, ** %1 düzeyinde önemli

İlk Koçan Yüksekliği

Genotiplerin ilk koçan yüksekliği 29.0 cm ile 83.25 cm arasında değişerek, en yüksek ve en düşük değere sahip genotipler arasında 54.25 cm'lik bir fark oluşmuştur. Tüm genotiplerin ortalaması 49.72 cm olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Erdal (2014), ilk koçan yüksekliğinin 68.2-77.5 cm; Can ve Akman (2014), 26.9-32.1 cm; Büyükerdem (2005), 24.7- 30.1 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Gövde Çapı

Genotiplere ait gövde çapı değeri 6.54-8.45 mm arasında değişim gösterirken, en düşük gövde çapı değeri DZM-6 genotipinden, en yüksek gövde çapı değeri ise DZM-78 genotipinden elde edilmiştir. Diğer genotipler bu değerler arasında yer alırken, genotiplerin genel ortalaması 7.47 mm olarak belirlenmiştir. Albayrak (2019), gövde çapı değerinin birinci yıl 15.0-21.77 mm, ikinci yıl ise 14.31-19.73 mm; Kırnak ve ark. (2003), 22.2-29.5 mm; Öner (2011), 8.76- 40.40 mm; Cömertpay (2008), 15.9-22.6 mm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmada double-haploid bitkilerden elde edilen gövde çapı değerleri bitkilerin saksı ortamında yetiştirilmesi ve yerel çeşit olmalarından dolayı literatür bildirimlerine göre daha düşük bulunmuştur. Mısır üreticileri, özellikle yatmaya dayanım yönünden sağlam ve kalın gövdeli mısırları tercih etmektedirler. Gövde kalınlığı ve sağlamlığı, yatmayı engellemekle birlikte, hasat kolaylığı sağlamak ve tane kaybının önüne geçmektedir (Kırtok, 1998).

Koçan Boyu

En uzun koçan boyu değerine sahip genotip 7.55 cm ile DZM-8 olurken, en kısa koçan boyu değerine sahip genotip 4.17 cm ile DZM-48 olmuştur. Tüm genotiplerin ortalaması 6.19 cm olarak belirlenmiştir. Öner (2011), koçan boyunun 9.7-24.33 cm; Cömertpay (2008), 13.6-20.4 cm; Erdal (2014), 15.2-17.1 cm; Topal

(2016), 21.02-22.82 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmada double-haploid bitkilerde elde edilen koçan boyunun literatür bildirimlerinden düşük olduğu saptanmıştır. Bunun temel sebebi çalışmanın saksı bazında olmasından ve kromozom katlaması sonucu bitkilerin zayıf gelişmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Koçan Çapı

Genotiplere ait koçan çapı değeri 19.50-32.44 mm arasında değişim gösterirken, en düşük koçan çapı değeri DZM-48 genotipinden, en yüksek koçan çapı değeri ise DZM-56 genotipinden elde edilmiştir. Diğer genotipler bu değerler arasında yer alırken, genotiplerin genel ortalaması 28.85 mm olarak belirlenmiştir. Albayrak (2019), koçan çapı değerinin birinci yıl 19.67-44.61 mm; ikinci yıl ise 16.94-44.31 mm; Öner (2011), 25.31-49.80 mm; Cömertpay (2008), 29-42 mm; Topal (2016), 45.80-49.60 mm arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Koçan Uç Boşluğu

En kısa koçan uç boşluğu değerine sahip genotip 0.95 cm ile DZM-39 olurken, en uzun koçan uç boşluğu değerine sahip genotip 2.63 cm ile DZM-6 olmuştur. Tüm genotiplerin ortalaması 1.47 cm olarak belirlenmiştir. Önder (2013), koçan uç boşluğu değerinin 0.82-1.31cm; Büyükerdem (2005), 1.1-1.5 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Koçanda Sıra Sayısı

Genotiplere ait koçanda sıra sayısı değeri 7.25-12.50 adet arasında değişim gösterirken, en düşük koçanda sıra sayısı değeri DZM-48 genotipinden, en yüksek koçanda sıra sayısı değeri ise DZM-7 genotipinden elde edilmiştir. Genotiplerin genel ortalaması 10.35 adet olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Mısırdaki verim unsurlarından olan koçanda sıra sayısının, çevre koşullarından çok az etkilendiği, daha çok çeşidin

genetik yapısına bağlı olduğu bildirilmiştir (Nielsen, 2002). Albayrak (2019), koçanda sıra sayısının birinci yıl 5.47-15.73 adet, ikinci yıl ise 4.04-15.82 adet; Shengu (2017), 12-15 adet; Öner (2017), 7.2-14.3 adet; İlarıslan ve ark. (2002), 9.9-14.9 adet arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Koçan Sırasında Tane Sayısı

En düşük koçan sırasında tane sayısı değerine sahip genotip 4.00 adet ile DZM-48 olurken, en yüksek koçan sırasında tane sayısı değerine sahip genotip 12.75 adet ile DZM-78 olmuştur. Tüm genotiplerin ortalaması 8.97 adet olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Sırada tane sayısının fazla olması istenen bir özellik olup, genetik potansiyelin yanı sıra çevre etkisinde bir özelliktir. Özellikle tozlanma ve dölleme problemleri olduğunda sıra sayısında meydana gelen azalmalar tane veriminin düşmesine de neden olmaktadır. Nielsen (2002), koçan sırasındaki tane sayısı daha çok yetiştirme dönemindeki çevre koşullarına bağlı olduğunu bildirmektedir. Öner (2017), koçan sırasında tane sayısının 7.2-36.6 adet; Albayrak (2019), birinci yıl 12.33-40.83 adet arasında, ikinci yıl ise 3.25-36.11 adet; Ruiz de Galarreta ve Alvarez (2001), 12-48 adet; Çeçen ve ark. (1998), 11.7-19.7 adet arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Tek Koçan Ağırlığı

Genotiplere ait tek koçan ağırlığı değeri 3.83-24.29 g arasında değişim gösterirken, en düşük tek koçan ağırlığı değeri DZM-48 genotipinden, en yüksek tek koçan ağırlığı değeri ise DZM-7 genotipinden elde edilmiştir. Diğer genotipler bu değerler arasında yer alırken, genotiplerin genel ortalaması 16.72 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Önder (2013), tek koçan ağırlığının 166.3-232.0 g; Öktem ve ark. (2006), 182.0-251 g; Eşiyok ve ark. (2004), 271.2-342.0 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Sömek Çapı

En düşük sömek çapı değerine sahip genotip 13.57 mm ile DZM-48 olurken, en yüksek sömek çapı değerine sahip genotip 21.57 mm ile DZM-56 olmuştur. Tüm genotiplerin ortalaması 19.24 mm olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Nielsen (2002), mısırdaki erken hasat nemine ulaşmak için küçük çaplı sömeklerin tercih edilmesi gerektiğini belirtmektedir. Sömek çapının, koçanın nem kaybedip kurumaması açısından önemli olduğunu, küçük çaplı sömeklerin büyük çaplı sömeklere oranla daha hızlı nem kaybettiğini ve hasada uygun hale geldiğini belirtmiştir. Babaoğlu (2003), sömek çapının küçük veya büyük olmasının tane verimi ile yakından ilgili olduğunu belirtmiş ve çalışmasında sömek çapı değerlerinin 22.7-29.0 mm arasında değiştiğini, Albayrak (2019), birinci yıl 16.42-25.28 mm, ikinci yıl ise 15.62-24.56 mm; Öner (2011), 13.71-31.67 mm

arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Koçanda Tane Sayısı

Genotiplere ait koçanda tane sayısı değeri 11.75-95.25 adet arasında değişim gösterirken, en düşük koçanda tane sayısı değeri DZM-48 genotipinden, en yüksek koçanda tane sayısı değeri ise DZM-78 genotipinden elde edilmiştir. Diğer genotipler bu değerler arasında yer alırken, genotiplerin genel ortalaması 56.02 adet olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Büyükerdem (2005), koçanda tane sayısı değerinin 266.4-345.4 adet; Öktem ve Öktem (2006), 531-749 adet/koçan olduğunu bildirmişlerdir.

Tek Koçan Tane Verimi

En düşük tek koçan tane verimi değerine sahip genotip 6.96 g/koçan ile DZM-57 olurken, en yüksek tek koçan tane verimi değerine sahip genotip 19.70 g/koçan ile DZM-7 olmuştur. Tüm genotiplerin ortalaması 12.25 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Albayrak (2019), tek koçan tane verimi değerinin birinci yıl 10.13-168.11 g/koçan, ikinci yıl ise 3.92-149.55 g/koçan; Koca ve Turgut (2012), 172.6-182.9 g/koçan; Öner (2011), 23.54-186.86 g/koçan; Cömertpay (2008), 66.3-173.3 g/koçan arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Biyolojik Verim

En düşük bitki kuru ağırlığına sahip genotip 12.60 g/bitki ile DZM-48 olurken, en yüksek bitki kuru ağırlığına sahip genotip 53.18 g/bitki ile DZM-45 olmuştur. Tüm genotiplerin ortalaması 34.91 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 3).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışma neticesinde çimlendirmeye alınan haploid tohumlardan oransal olarak %77'si çimlendirme ve kromozom katlaması sonrası seraya aktarılmış %17'si haploid ve steril kalma nedeniyle kendilemeye alınmamıştır. Geriye kalan bitkilerin ise %36'sında dölleme sorunu meydana gelmiş, %41'inden kendileme sonucu tohum elde edilebilmiştir. Dolayısıyla double haploid bitki elde etme başarısı %40'ın üzerinde gerçekleşmiştir.

Çalışmada kromozom katlaması tekniğinin uygulanmasında literatürde belirtildiği üzere başından sonuna kadar dikkat ve tecrübe gerektiği gözlemlenmiştir. Bu nedenle tekniğin uygulanmasında sorun teşkil eden önemli noktalarda dikkat edilmeli ve hata payı azaltılmalıdır. Öncelikle tohum çimlendirme aşamasında iken uygun nem ve sıcaklık belirlenmeli, tohum veya kullanılan diğer materyallerin sterilizasyonu doğru bir şekilde yapılmalıdır. Çimlenen tohumlarda çim kımı ve kökçüğün optimum seviyede büyümesini sağlayacak süre belirlenmelidir. Çimlenen bitkiciklere uygulanacak solüsyon miktarı yeterli olmalı ve

solüsyonun bitkiciklere nüfuz etmesinin kolaylaştırılmasını sağlayan bitki aksanları yöntemde belirtildiği üzere uygun bir şekilde hazırlanmalıdır. Çim kınını 4 cm'den çim köklerinin ise 5 cm'den küçük olması ideal görünmektedir. Katlanma işlemi uygulandıktan sonra saksıya aktarma aşamasında

zayıf ve cılız gelişen bitkiciklere hassas davranılmalı kök ve gövde yapısına zarar verilmemelidir. Aksi takdirde, fide sayısında tarla veya serada yetiştirilecek double-haploid bitkilerin sayısında azalma olması muhtemel bir durumdur.

Çizelge 3. Double Haploid bitkilerde incelenen özelliklere ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar
Table 3. Average values and groups of parameters examined in Double Haploid plants

Genotip (Genotype)	Koçanda Sıra Sayısı (adet) (Ear row number)	Koçan Sırasında Tane Sayısı (adet) (Row Grain Number)	Tek Koçan Ağırlığı (g) (Grain Weight at One Ear)	Sömek Çapı (mm) (Cob Diameter)	Koçanda Tane Sayısı (adet) (Grain Number at Ear)	Tek Koçan Tane Verimi (g/koçan) (Grain Weight at One Ear)	Biyolojik Verim (g/bitki) (Biological Yield)
DZM-6	11.00 ± 0.59 a-c	10.50 ± 0.60 b-d	15.00 ± 1.71 bc	18.26 ± 1.77 b	55.50 ± 3.66 c	10.03 ± 0.89 cd	46.85 ± 2.53 ab
DZM-7	12.50 ± 0.85 a	12.00 ± 0.76 a-c	24.29 ± 1.59 a	21.52 ± 0.52 a	79.50 ± 1.66 b	19.70 ± 0.78 a	43.80 ± 1.62 bc
DZM-8	12.00 ± 0.83 ab	5.75 ± 0.62 gh	14.78 ± 1.25 bc	19.43 ± 1.37 ab	48.75 ± 6.93 c	10.34 ± 1.13 c	25.03 ± 2.76 d
DZM-39	11.00 ± 0.67 a-c	8.25 ± 0.70 ef	15.53 ± 1.49 bc	20.00 ± 0.62 ab	54.75 ± 2.82 c	9.89 ± 0.83cd	38.40 ± 3.17 c
DZM-45	9.75 ± 0.30 cd	12.25 ± 0.52 ab	22.68 ± 1.21 a	20.19 ± 1.21 ab	80.00 ± 2.46 b	17.40 ± 0.9 ab	53.18 ± 0.97 a
DZM-46	8.50 ± 0.94 de	6.25 ± 0.42 g	13.21 ± 0.88 cd	17.68 ± 0.70 b	29.75 ± 4.36 d	7.17 ± 1.18 de	16.63 ± 1.48 e
DZM-48	7.25 ± 0.37 e	4.00 ± 0.43 h	3.83 ± 0.5 e	13.57 ± 0.09c	11.75 ± 1.37 e	2.36 ± 0.39 f	12.60 ± 1.34 e
DZM-49	10.50 ± 0.35 bc	10.00 ± 0.50 de	18.07 ± 1.25 b	19.29 ± 0.33 ab	57.25 ± 3.19 c	15.33 ± 1.04 b	26.58 ± 2.6 d
DZM-56	10.25 ± 0.26 b-d	7.50 ± 0.58 fg	16.83 ± 1.02 bc	21.57 ± 1.43 a	46.50 ± 3.56 c	11.04 ± 0.92 c	38.78 ± 1.30 c
DZM-57	10.00 ± 0.43 cd	8.25 ± 0.60 ef	10.75 ± 0.60 d	18.92 ± 0.49 ab	33.50 ± 2.43 d	6.96 ± 0.66 e	38.98 ± 2.5 c
DZM-78	11.00 ± 0.81 a-c	12.75 ± 0.64 a	23.70 ± 1.20a	20.02 ± 1.34 ab	95.25 ± 1.93 a	18.48 ± 1.16 a	40.00 ± 1.93 c
DZM-104	10.50 ± 0.60 bc	10.25 ± 0.69 cd	22.00 ± 1.15 a	20.55 ± 1.46 ab	79.75 ± 5.63 b	18.40 ± 1.33 a	38.18 ± 3.52 c
Ortalama	10.35	8.97	16.72	19.24	56.02	12.25	34.91
LSD	1.86**	1.76**	3.61**	3.22**	11.16**	2.88**	6.82**
CV(%)	12.56	13.71	15.07	11.69	13.9	16.4	13.63

* %5, ** %1 düzeyinde önemli

Çalışmada sera ortamında yetiştirilen ve kendileme yapılması planlanan double-haploid bitkilerde; zayıf gelişim gösterme, kısa bitki boyu, tepe püskülü ve koçan püskülünün aynı anda olgunlaşmaması, tepe püskülü ve koçan püskülünün aynı yerden çıkması, zayıf polen dökümü, ddipten koçan verme (İlk koçan yüksekliğinin bulunmaması), koçanların küçük kalması, tane dolduramama, koçan sırasındaki tanelerin farklı dağılım göstermesi, koçan sayısında azalma gibi anormallikler gözlemlenmiştir.

Çalışmada inducerle melezlenen yerel mısır genotiplerinin haploid tohumlarında kromozom katlama ve katlanmış bitkilerde kendileme sonucu başarılı bir şekilde double haploid bitkiler elde edebileceği ortaya konmuştur. Anaç olarak kullanılabilir double haploid bitkiler agronomik performansları yönünden sıralanabilmiş ve bazı yerel genotipler (DZM-45 ve DZM-7 gibi) diğerlerine üstünlük sağlamıştır. Çalışmada kullanılan in-vivo double haploid yönteminin zaman, yer ve maliyetten tasarruf sağlama avantajları ile %100 homozigot bitki elde etme özelliği göz önüne alındığında yerel çeşitlerden saf hat geliştirmenin kolaylaşacağı söylenebilir. Özellikle yerel çeşitlerden bulunabilecek biyotik ve abiyotik stres faktörlerine dayanıklılık kaynaklarının belirlenmesinde double haploid bitkiler hem kolaylık sağlayacak hem de önemli rol oynayacaktır.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış

olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Albayrak Ö 2013. Diyarbakır Koşullarına Uygun Şeker Mısır (*Zea Mays* L. *Saccharata* Sturt.) Çeşitlerinin Belirlenmesi. Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Diyarbakır, 47s.
- Albayrak Ö 2019. Bazı Yerel Mısır Populasyonlarının Kurağa Tepkilerinin Belirlenmesi. Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı Doktora Tezi, Diyarbakır, 175s.
- Babaoğlu M 2003. Farklı Kökenli Mısır (*Zea Mays* L.) Genotiplerinin Çeşitli Agronomik ve Kalite Karakterleri Bakımından Karşılaştırmalı Olarak Değerlendirilmesi. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 108s.
- Büyükerdem N İ 2005. Farklı Çinko İçerikli Gübre Uygulamalarının Şeker Mısırın (*Zea Mays* *Saccharata* Sturt.) Verim ve Agronomik Özelliklerine Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Isparta,64.
- Can M, Akman Z 2014. Uşak Ekolojik Şartlarında Farklı Azot Dozlarının Şeker Mısırın (*Zea Mays*

- Saccharata Sturt.) Verim ve Kalite Özelliklerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 9(2): 93-101.
- Cengiz R, Cerit İ, Tezel M, Pamukçu M 2013. Kendilenmiş Hatların Elde Edilmesi. Melez Mısırla 100 Yıl Çalıştayı Kitabı. BİSAB Yayın No:1, 115-136.
- Cengiz R 2016. Türkiye’de Kamu Mısır Araştırmaları. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 25 (Özel sayı-1):304-310.
- Cerit İ, Cömertpay G, Oyucu R, Çakır B, Hatipoğlu R, Ozkan H 2016. Melez Mısır Islahında In-Vivo Katlanmış Haploid Tekniğinde Kullanılan Farklı Inducer Genotiplerin Haploid İndirgeme Oranların Belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi. 25 (özel sayı): 52-57. 10.21566/tarbitderg.280162.
- Chaikam V, Mahuku G 2012. Double Haploid Technology in Maize Breeding: Theory and Practise. CIMMYT, Mexico, pp. 24-29.
- Chapman SC, Barreto HJ 1997. Using A Chlorophyll Meter to Estimate Specific Leaf Nitrogen Of Tropical Maize During Vegetative Growth. Agronomy Journal, 89(4): 557-562.
- Cömertpay G 2008. Yerel Mısır Populasyonlarının Morfolojik ve Dna Moleküler İşaretleyicilerinden SSR Tekniği ile Karakterizasyonu. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, 118s.
- Çeçen S, Çakmakçı S, Turgut İ 1998. Bazı Kendilenmiş Mısır Hatları ve Yoklama Melezlerinin İkinci Ürün Koşullarında Karşılaştırılması. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 22:209-213.
- Ellialtıoğlu Ş, Sarı N, Abak K 2001. Bitki Biyoteknolojisi I. Doku Kültürü ve Uygulamaları. Babaoğlu M, Gürel E, Özcan S (edit.). 5: 137-189. Selçuk Üniversitesi Basımevi.
- Erdal Ş 2014. Kendilenmiş Mısır (*Zea Mays L.*) Hatlarının Kuraklık Stresine Tolerans Düzeylerinin Belirlenmesi ve Moleküler Karakterizasyonu Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Isparta, 207s.
- Eşiyok D, Bozokalfa, MK, Uğur A. 2004. Farklı Lokasyonlarda Yetiştirilen Şeker Mısır (*Zea Mays L. Var. Saccharata*) Çeşitlerinin Verim Kalite ve Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 41(1): 1-9.
- İlarslan, RZ, Kaya İ, Kandemir PK, Bretting 2002. Genetic Variability Among Turkish Pop, Flint and Dent Corn (*Zea Mays L. Spp. Mays*) Races. Morphological and Agronomic Traits. Euphytica 128:173-182.
- Kırnak H, Gençoğlu 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. Kocaelik Basım ve Yayınevi. 445 Sayfa. İstanbul
- Koca, Y, Turgut, İ. 2012. Mısırdaki (*Zea Mays L.*) Farklı Ekim Zamanlarının Tane Verimine, Kuru Madde Birikimine, Yaprak Alanı İndeksine ve Bazı Büyüme Parametrelerine Etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 9 (1): 1-10. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/aduziraat/issue/26424/278166>
- Nielsen RL 2002. Post-Maturity Grain Drydown In The Field. Agronomy Depart. Purdue Univ. 5 p. www.agry.purdue.edu/ext/corn
- Öktem A, Öktem AG 2006. Bazı Şeker Mısır (*Zea Mays 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. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Samsun, 239s.
- Öner, F 2017. Ordu İli Yerel Mısır (*Zea mays L.*) Genotiplerinin Morfolojik Karakterizasyonu. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 3 (2): 108-119. DOI: 10.24180/ijaws.344833
- Röber FK, Gordillo GA, Geiger HH 2005. In Vivo Haploid İnduction in Maize-Performance of New Inducers and Significance of Doubled Haploid Lines in Hybrid Breeding. Maydica, 50: 275–283.
- Ruiz De Galarreta JI, Alvarez A 2001. Morphological Classification of Maize Landraces from Northern Spain. Genetic Resources and Crop Evolution, 48: 391–400.
- Shengu MK 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.
- Topal B 2016. Mısırdaki (*Zea Mays L. Indentata Sturt.*) Koçan Yaprak Klorofil Miktarı ile Tane Verimi ve Verim Ögeleri Arasındaki İlişkilerin Path Analizi ile Saptanması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 86s.
- TTSM, 2020. Milli Çeşit Listesi (Tarla Bitkisi Çeşitleri) (Field Crops). <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=85> (Erişim tarihi: 14.01.2020)
- Tunalı MM, Çarpıcı EB, Çelik N 2012. Farklı Azot Dozlarının Bazı Mısır Çeşitlerinde Klorofil İçeriği, Yaprak Alan İndeksi ve Tane Verimi Üzerine Etkileri. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 5(1): 131-133.