



Research Article

Journal of Agricultural Biotechnology (JOINABT) 4(2), 75-83, 2023

Received: 31-May-2023 Accepted: 18-Sep-2023

homepage: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/joinabt>

<https://doi.org/10.58728/joinabt.1307616>



SAKARYA UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

Mısır (*Zea mays* L.) Bitkisinin Çimlenme Döneminde Düşük Sıcaklık Stresine Toleransı

Rahime CENGİZ¹ , Şahadet MÜŞTAK^{2*}

¹Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Türkiye

²Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Türkiye

ÖZ

Küresel iklim değişikliği sebebiyle yüksek sıcaklıklara bağlı olarak kuraklık söz konusudur. Özellikle ülkemiz ılıman iklim kuşağında olduğundan yazlık bitkiler için kuraklıktan kaçma ve ilkbahar yağışlarından daha çok faydalanabilmek için soğuk toleransı önem arz etmektedir. Yazın meydana gelen kuraklıktan sakınmak için mısır ekimi erken bahar aylarında yapılırsa da erken dikim, tohum çimlenmesi ve fide büyümesi sırasında karşılaşılan soğuk stresi riskini artırmaktadır. Bu çalışma, mısır bitkisinde soğuğa toleransın çimlenme ve fide dönemlerinde fenotipik olarak incelenmesi, genotipler arasındaki farklılıkların tespit edilmesi amacıyla, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Laboratuvarında Faktöriyel Düzende Tesadüf Parselleri Deneme Deseni'ne göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırmada Maize Genetics and Genomics Database (Maize GDB) den temin edilen 50 adet durulmuş mısır hattı materyal olarak kullanılmıştır. Mısır hatları FAO 600-700 olum grubunda sarı atdışi, atdışi gibi ve sert gibi tane tipindedir. Çimlendirme denemelerinde; 50 mısır hattı 10, 8 ve 6°C sıcaklıklarda 24 saat süre ile iki hafta boyunca iklim kabininde tutulmuştur. Gözlemler 7'inci gün ve 14'üncü günlerde alınmıştır. Bitkinin çimlenme süresi, çıkış oranı, çıkış sayısı, kök uzunluğu, tohum canlılık indeksi ve koleoptil uzunluğu izlenerek ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre, 6°C uygulamasında 7'nci günde hatların hiçbirinde çimlenme görülmez iken 14'üncü günde yapılan ölçümlerde 21 adet hatta kök uzunluğu ölçülebilmştir. 8°C uygulamasında 14'üncü günde hem kök hem koleoptil uzunluğu ölçülebilmştir. 10°C uygulamasında ise 14'üncü günde 47 hatta hem kök hem de koleoptil uzunluğu ölçülebilmştir.

Anahtar Kelimeler: Mısır, soğuk toleransı, çimlenme, abiyotik stres

Low Temperature Stress Tolerance of Maize (*Zea mays* L.) Plant During Germination

ABSTRACT

Drought occurs due to high temperatures due to global climate change. Especially since our country is in the temperate climate zone, cold tolerance is important for summer plants to avoid drought and benefit more from spring precipitation. Although maize is planted in early spring to avoid summer drought, early planting increases the risk of cold stress encountered during seed germination and seedling growth. This study was carried out in the Sakarya University of Applied Sciences Faculty of Agriculture Laboratory with 3 replications according to the Factorial Random Plots Trial Design in order to phenotypically examine the cold tolerance in the germination periods of the maize and to determine the differences between the genotypes. The research used 50 settled maize lines obtained from Maize Genetics and Genomics Database (Maize GDB) as material. Maize lines are in FAO

* Sorumlu yazar : sahadet.mustak@tarimorman.gov.tr

600-700 maturity group, such as yellow dent, dent-like, and flint-like grain type. In germination trials; 50 maize lines were kept in the climate chamber for two weeks for 24 hours at 10, 8, and 6°C. Observations were taken on the 7th and 14th days. The germination time of the plant was measured by monitoring the emergence rate, the number of emergences, root length, seed viability index, and coleoptile length. According to the results obtained, while no germination was observed in any of the lines on the 7th day in the 6°C application, the root length number of 21 lines could be measured in the measurements made on the 14th day. Both root and coleoptile length could be measured on the 14th day in 8°C application. In 10°C application, both root and coleoptile length could be measured in 47 number lines on the 14th day.

Keywords: *Maize, cold tolerance, germination, abiotic stress*

1. Giriş

Mısır bitkisi binlerce yıldır bilinen bir bitki olup üretimi Dünya'nın neredeyse her yerine yayılmış önemli bir bitkidir. Mısır (*Zea mays* L.), tüm dünyada üretilen gıdanın %40'luk payını karşılayan çok önemli bir tahıl bitkisidir (Bouis ve Welch, 2010).

Mısırın bizim topraklarımıza gelişi 1600'lü yıllarda Suriye üzerinden Mısır Limanı'na getirilip İstanbul'da dağıtılmasıyla Osmanlı Devleti'nde başlamıştır. Yayılım sürecinde mısır bitkisine Mısır Buğdayı denilmiş zamanla Mısır olarak adlandırılmıştır. Bu denli kabul gören bir bitki olmasındaki en büyük faktörler toprak ve iklim isteğinin zorlayıcı olmayıp tek tohum ile yüzlerce tane elde edilmesiyle üretim açısından avantajlı olmasıdır (Babaoğlu, 2005; İşler, 2018).

Geçmişten günümüze tüm dünyada mısır tarımı yapılan yerlerde abiyotik faktörler arasından soğuk stresi üretimi olumsuz etkileyen bir faktör olarak kendini göstermektedir. (Sthapit ve Witcombe, 1998). Mısır bitkisi tropik kökenli bir bitki olduğu için sıcaklıklara karşı hassasiyet göstermektedir.

Mısır bitkisinin çimlenmeye başlayabilmesi için 10-11°C uygun sıcaklık değeridir. Bu sıcaklık 15°C ye geldiğinde çimlenme pozitif artış gösterir. Çimlenme devam ederken mısırın kök ve sapının gelişmesi 10-30°C aralığında idealdir. 32°C gibi bir sıcaklık çimlenmeyi olumsuz etkilerken 40°C sıcaklık bitkiyi öldürür. Aksi takdirde sıcaklık 9°C'ye inerse kök uzaması son bulur. Mısır bitkisi aşırı sıcaklar olmaması kaydıyla sıcaklığı seven bir bitki türüdür (Cerit ve ark., 2001).

İklim değişiklikleri göz önüne alındığında pozitif ivme gösteren sıcaklığa ve kuraklığa bağlı olarak mısır yetişirken çimlenme, fidelenme süreçlerinde vejetatif büyümeyi olumsuz etkilediği gözlemlenmiştir (Miedema, 1982; Allen ve Ort, 2001; Hund ve ark., 2008). Optimum altı sıcaklıklarda fide büyümesi, yaprak ve kök uzaması ile sınırlıdır. Soğuk stresinden hem sürgün hem de kök negatif etkilenmektedir (Stone ve ark., 1999).

Ilıman iklim tahıllarından biri olan mısır bitkisi, yüksek sıcaklığı sever ve soğuk stresine oldukça duyarlıdır. Düşük sıcaklık hücre bölünmesi oranını düşürür. Böylece fideler zayıflar ve tane verimi düşer. Düşük sıcaklık stresi karşısında mısırın büyümesi önemli derecede azalır, mahsul verimliliği olumsuz etkilenir. Tüm bu faktörler göz önüne alınarak araştırmanın konusu; mısır bitkisinin çimlenme ve fide döneminde düşük sıcaklık stresine toleransını belirlemektir.

Mısırın, gerek ilk donlardan zarar görmemesi gerekse kendisinden sonra ekilecek bir serin iklim tahılı için tarlayı zamanında terk edebilmesi için fizyolojik olgunluğu tamamlamış ve tane rutubeti olabildiğince düşmüş olması gerekir. Bunun için; ekimin olabildiğince erkene alınabilmesi, bu koşullarda çimlenip, çıkabilen ve yetiştirme süresi başındaki düşük sıcaklıklardan olumsuz etkilenmeyen ya da az zarar gören genotiplerin bulunup yetiştirilmesi önemli hale gelmiştir.

Çalışmanın amacı, melez mısır çeşitlerinin ebeveynleri olan kendilenmiş mısır hatlarının soğuğa toleranslarının çimlenme ve fide döneminde belirlenmesi ve toleranslı yerli hibrit çeşitlerin geliştirilmesine imkân sağlanmasıdır. Böylece birçok bitkide olduğu gibi mısır bitkisinde de sorun haline gelebilen küresel iklim değişikliği ile mücadeleye katkı sağlayabilmesidir.

2. Metodoloji

Araştırmada Maize Genetics and Genomics Database (Maize GDB) den temin edilen 50 adet durulmuş mısır hattı materyal olarak kullanılmıştır. Mısır hatları FAO 600-700 olum grubunda sarı atdışi, atdışi gibi ve sert gibi tane tipindedir.

Tablo 1: *Mısır tohumlarının isim listesi*

Homozigot Mısır Tohum Hatları				
Gems-0023	Gemn-0229	Gems-0072	Gems-0281	Gemn-0037
Gemn-0128	Gemn-0136	Gems-0290	Gemn-0287	Gemn-0107
Gemn-0045	Gemn-0130	Gemn-0179	Gems-0269	Gemn-0225
Gems-0016	Gems-0227	Gems-0286	Gems-0278	Gems-0061
Gems-0012	Gemn-0221	Gemn-0177	Gemn-0259	Gems-0068
Gems-0030	Gemn-0114	Gems-0082	Gemn-0246	Gemn-0043
Gemn-0048	Gems-0218	Gemn-0097	Gemn-0173	Gemn-0195
Gems-0010	Gems-0063	Gemn-0155	Gemn-0238	Gemn-0104
Gems-0029	Gemn-0060	Gemn-172	Gemn-0135	Gemn-0123
Gems-0008	Gems-0086	Gemn-171	Gemn-0109	Gems-0066

Öncelikle kullanılacak 50 mısır hattına ait tohumlar, çimlendirme öncesinde sodyum hipoklorit (NaClO, %5) çözeltisinde 10 dakika bekletildikten sonra dört kez saf suyla yıkanıp filtre kâğıdında kurutularak sterilize edilmiştir. Çimlenme dönemindeki çalışmalar için kullanılacak tohumların tamamı mantari hastalıklara karşı fludioxylin ve metalaxyl-m etken maddeleri içeren fungusit ile ilaçlanmıştır.

Kaba filtre kağıtları dikdörtgen katlanarak çift kat yapılarak ve %5 sodyum hipoklorit solüsyonuna batırılarak ıslatılmıştır. Her hat için 3 tekrarlamalı olacak şekilde (20 tohum × 3 tekrar) kaba filtre kağıdına tohumların hepsi aynı yöne bakacak şekilde dizilmiştir. Dizilirken tohumun embriyosu kâğıda yatık taç kısmı üste bakacak ve koçana bağlanan kısmı aşağı bakacak şekilde dizilim yapılmıştır.

Üzeri kaba filtre kâğıdı ile kapatılarak ve rulo şeklinde sarılarak tekerrür numarası yazılmış ardından açılmaması için paket lastiği ile sabitlenmiştir ve her 3'lü rulo paketine etiket takılarak hat ismi yazılmıştır.

Tüm hatların filtre kağıtlarına yerleştirilmeleri bitince derin bir kaba yerleştirilerek ve kabın alt kısmına 1 cm yüksekliğe kadar %5 sodyum hipoklorit solüsyonu çimlendirme suyu olarak doldurulmuştur. Çalışma süresince çimlendirme suyu azaldıkça ilave edilmiştir.

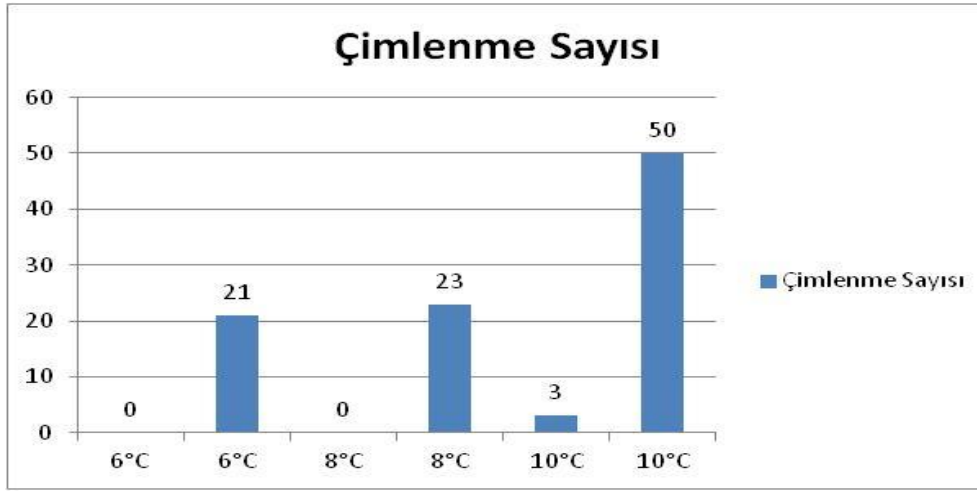
Çimlendirme denemelerinde; 50 mısır hattı 10, 8 ve 6°C sıcaklıklarda 24 saat süre ile iki hafta boyunca iklim kabinde tutulmuştur. Gözlemler 7'nci gün ve 14'üncü günlerde alınmıştır.

Tohumlarda kökçük görüldüğü takdirde çimlenme olduğu kanaatine varılmıştır. Üçer tekerrürde de ölçüm yapılmıştır. Bitkinin çimlenme süresi, çıkış oranı, çıkış sayısı, kök uzunluğu, tohum canlılık indeksi ve koleoptil uzunluğu izlenerek ölçülmüştür. İzlem sonucu elde edilen ölçüm verileri Faktöriyel

Düzende Tesadüf Parselleri Deneme Deseni'ne göre 3 tekerrürlü yürütülmüş olup istatistiksel veri analizi MSTAT-C programı ile yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

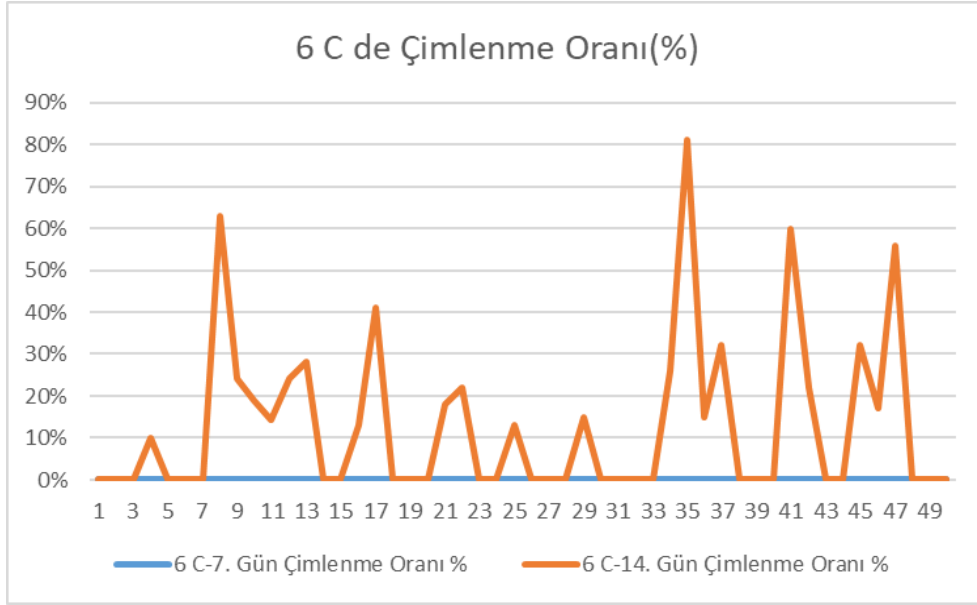
Elde edilen sonuçlara göre, 6°C uygulamasında, 7. günde hatların hiçbirinde çimlenme görülmez iken 14. günde 21 adet hatta kökçük uzunluğu ölçülebilmştir. 8°C uygulamasında 7. günde ölçüm yapılamazken 14. günde 23 mısır hattında kökçük, 3 mısır hattında ise hem kökçük hem koleoptil uzunluğu ölçülebilmştir. 10°C uygulamasında ise 7. günde 3 adet mısır hattında kökçük gözlenmiş, 14. günde 50 mısır hattında kökçük, 41 mısır hattında ise hem kökçük hem de koleoptil uzunluğu ölçülebilmştir (Şekil 1).



Şekil 1: 6°C, 8°C ve 10°C'de çimlenen hatların sayısı

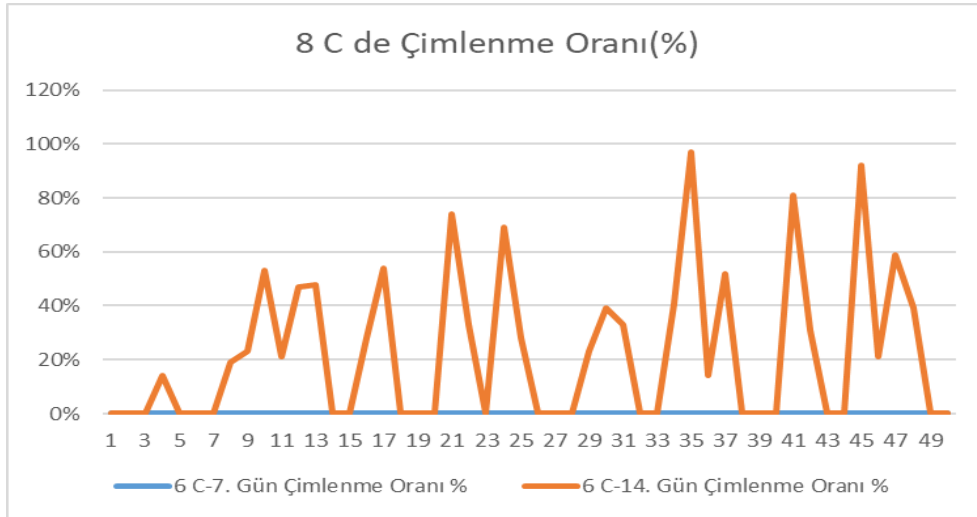
Ülkemizin yanı sıra Dünya'da da benzer çalışmalar yapılmıştır. Mısır tohumlarının düşük sıcaklıklarda çimlenmesinde desatüraz enziminin etkisi incelenmiştir. Bu çalışmada Oxxgoode (Avrupa çeşidi) ve W2080 (Amerikan çeşidi) isimli melez tohumlar kullanılarak filtre kağıtlarında ve petri kaplarında çimlendirilmiştir. 5°C, 10°C, 15°C ve 20°C sıcaklık değerleri uygulanan kontrollü kabinlerde çimlenmenin gerçekleşmesi beklenmiştir. Çimlenme oranı, çimlenme hızı, mısır desatüraz genleri, kantitatif PCR analizi gibi gözlemler düşük sıcaklık stresi altında yapılmıştır. 5°C'de çimlenme olmadığı gözlemlenirken 10°C ve 15°C'de çimlenme olduğu gözlemlenmiştir (Sanchez, 2021). Denemede 10°C'de 50 adet hatta çimlenme gözlemlendiğinden bu sıcaklık için literatürle örtüşen bir sonuç elde edilmiştir (Şekil 1).

Hindistan'da yapılan bir araştırmada, 1300 adet mısır hattının tarlada soğuk stresine maruz kalması gözlemlenmiştir. Tohumların çimlendiği günler, çimlendikten sonra gövde renginin nasıl olduğu, çimlenen mısır tohumunun kök rengi, bitkinin canlılığı, oluşan koçan sayısı ve bitkinin uzunluğu gibi birçok veri elde edilmiştir. Genel olarak veriler, hem çimlenme hem de fide döneminde düşük sıcaklığa maruz kalan mısır bitkilerinin soğuktan olumsuz etkilendiğini ispatlar nitelikte olmuştur. Bitkilerin büyüme ve gelişme hızı düşmüştür. Yapraklanan bitkide klorofil miktarının az olduğu, yaprak renklerinde büyük oranda sararma olduğu, fidelenmenin güçlü olmadığı ve tepe püskülü çıkarma miktarında azalma olduğu tespit edilmiştir. Mısır hatlarının düşük sıcaklığa toleransında farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir. 52 adet hat soğuğa daha toleranslı olup nispeten daha olumlu sonuçlar vermiştir (Meena ve ark., 2018). Bu araştırmada da bazı mısır hatlarının diğerlerine oranla daha olumlu sonuç verdiği ispatlanır niteliktedir. 14'üncü gün izleminde 6°C'de çimlenme oranı en yüksek mısır hattı 35 numaralı hat olmuştur (Şekil 2).



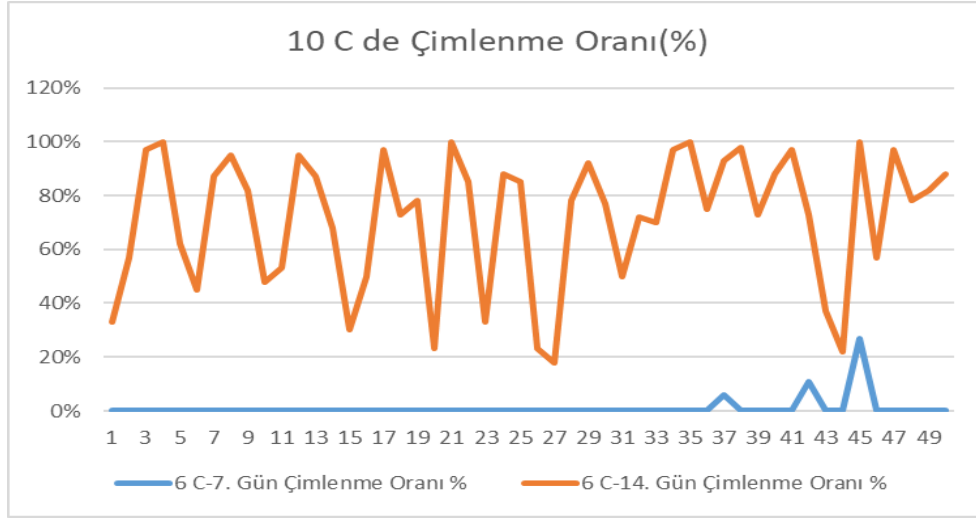
Şekil 2: 6°C'de hatların çimlenme oranı

Güney Kore'de yapılan bir çalışmada, 22 adet homozigot mısır hattı 5°C, 10°C, 23°C'de çimlendirilerek düşük sıcaklık toleransları ölçülmüştür. Bu çalışmada kökçüklerin 2 mm uzunluğa gelmesiyle çimlenmenin başladığı kabul edilmiştir. Çıkan değerler ile çimlenme analizi ve istatistiksel analiz kullanılmıştır. 5 ve 10°C'de çimlenme gözlenirken 23°C'de neredeyse tüm hatlarda çimlenme gözlemlenmiştir. 14'üncü gün izleminde 8°C'de çimlenme oranı en yüksek mısır hattı olan 35'i 45 numaralı mısır hattı takip etmiştir (Şekil 3).



Şekil 3: 8°C'de hatların çimlenme oranı

Yapılan çalışmada uygulanan 10°C’de 7’nci gün izleminde 42, 45 ve 37 numaralı mısır hatlarında çimlenme oranları ölçülebilirken 14’üncü günde tüm hatlarda çimlenme oranları gözlenebilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4: 10°C’de hatların çimlenme oranı

Tablo 2: Düşük sıcaklık uygulamalarının 7’inci gün çimlenme oranı – sıcaklık interaksiyon veri tablosu (%)

Hat No	6°C	8°C	10°C	Sıcaklıkların Ortalaması
37	0 d	0 d	0,6 c	0,22 b
42	0 d	0 d	1,1 b	0,39 b
45	0 d	0 d	2,6 a	0,89 a
Hatların Ortalaması	0 b	0,7 b	1,43 a	
LSD: 0,03919		CV: 33,33%		

Çalışmadan elde edilen veriler ile yapılan istatistik analizlere göre mısır hatlarının düşük sıcaklık değerleri ile arasındaki interaksiyon önemli bulunmuştur (Tablo 2).

Tablo 3: Düşük sıcaklık uygulamalarının 7’nci gün kök uzunluğu-sıcaklık interaksiyon veri tablosu (cm)

Hat No	6°C	8°C	10°C	Sıcaklıkların Ortalaması
37	0 c	0 c	0,1 b	0,03 b
42	0 c	0 c	0,1 b	0,03 b
45	0 c	0 c	0,12 a	0,04 a
Hatların Ortalaması	0 b	0 b	0,11 a	
LSD: 0,03919		CV: 33,33%		

Mısır hatlarına çimlenme döneminde uygulanan 6, 8 ve 10°C düşük sıcaklıkların 7’nci gün ölçülen kök uzunluk verileri ile interaksiyonu önemli bulunmuş ve değerler Tablo 3’te verilmiştir. 6 ve 8°C’de kök uzunlukları ölçülemezken 10°C’de 37, 42 ve 45 numaralı hatlarda kök uzunlukları sırasıyla 0,03, 0,03 ve 0,04 cm olmuştur.

Tablo 4: Düşük sıcaklık uygulamalarının 14'üncü gün çimlenme oranı-sıcaklık interaksiyon veri tablosu (%)

Hat No	6°C	Hat No	8°C	Hat No	10°C
35	0,81 f-h	35	0,95 ab	45	1 a
8	0,63 o	45	0,92 cd	21	1 a
41	0,6 op	41	0,81 fgh	35	1 a
50	0 Zl	6	0 Zl	26	0,23 Zd-Zf
24	0 Zl	5	0 Zl	44	0,22 Zd-Zf
49	0 Zl	38	0 Zl	27	0,18 Zf-Zh
LSD : 0,04322			CV: %5,71		

Mısır hatlarına uygulanan 6, 8 ve 10°C düşük sıcaklıkların 14'üncü gün ölçülen çimlenme oranı ile sıcaklık interaksiyonu önemli bulunmuş ve değerler Tablo 4'te verilmiştir. 10°C'deki çimlenme oranı beklenildiği gibi yüksek olmuştur.

Tablo 5: Düşük sıcaklık uygulamalarının 14'üncü gün kök uzunluğu-sıcaklık interaksiyon veri tablosu (cm)

Hat No	6°C	Hat No	8°C	Hat No	10°C
35	0,51 z	45	0,35 Ze	45	1,39 a
41	0,33 Zf	41	0,26 Zg	21	1,35 b
45	0,26 Zg	35	0,25 Zg	42	1,25 c
44	0 Zm	47	0 Zm	44	0,13 Zk
49	0 Zm	50	0 Zm	1	0,13 Zk
50	0 Zm	38	0 Zm	27	0,1 Zm
LSD : 0,1159			CV: %18,94		

Çalışmada yer alan mısır hatlarına çimlenme döneminde uygulanan 6, 8 ve 10°C düşük sıcaklıkların 14'üncü gün ölçülen kök uzunluk verileri ile interaksiyonu önemli bulunmuştur (Tablo 5). En yüksek kök uzunluğu 10°C'de 45, 21 ve 35 nolu hatlardan elde edilmiştir. En düşük değerler ise 26, 44 ve 27 numaralı hatlarda ölçülmüştür.

Tablo 6: Düşük sıcaklık uygulamalarının 14'üncü gün sürgün uzunluğu-sıcaklık interaksiyon veri tablosu (cm)

Hat No	6°C	Hat No	8°C	Hat No	10°C
-	--	15	0,20 g-1	12	0,37 a
-	--	41	0,15 lm	16	0,36 ab
-	--	12	0,1 o	45	0,34 b
1	0 r	2	0 r	44	0 r
2	0 r	15	0 r	49	0 r
5	0 r	14	0 r	50	0 r
LSD : 0,02468			CV: %21,38		

Mısır hatlarına çimlenme döneminde uygulanan 6, 8 ve 10°C düşük sıcaklıkların 14'üncü gün ölçülen koleoptil uzunluk verileri ile interaksiyonu önemli bulunmuş ve değerler Tablo 6'da verilmiştir. 6°C'de koleoptil uzunlukları ölçülemezken 8°C'de 0-0,20 cm ve 10°C'de 0-0,37 cm arasında koleoptil uzunlukları ölçülmüştür.

4. Sonuç ve Tartışma

Yapılan çalışmadan elde edilen bulgulara göre 7'nci gün ölçümlerinde 6°C ve 8°C'de hiçbir mısır hattında çimlenme gözlemlenmezken sadece 10°C'de üç mısır hattında çimlenme belirtileri gözlemlenmiştir. Uygulanan her üç sıcaklığın 7'nci gününde sürgün gelişimi gerçekleşmemiştir. 14'üncü günde ise 6°C sıcaklık uygulamasının sürgün gelişimine rastlanmamış fakat 8°C ve 10°C'de sürgün gelişimi gözlemlenmiştir. 10°C 14'üncü günde tüm mısır hatları başarıyla çimlenmiştir. Orta Anadolu'da yapılan benzer bir çalışmada 8°C 'de çimlenmenin gerçekleşmediği (çimlenmede baz alınan

kökçüğün çıkması), 9°C’de ise tüm tohumların çimlendiği sonucuna varılmıştır (Kınacı ve Kün, 1999). İki çalışma arasındaki farka göre bu çalışmada kullanılan mısır çeşitlerinin düşük sıcaklığa daha toleranslı olduğu yorumu yapılabilir.

Bu çalışmada homozigot 50 mısır hattına uygulanan üç düşük sıcaklık uygulamasının çimlenme döneminde kökçük ve koleoptil gelişimleri dikkate alındığında hatların bazılarında düşük sıcaklığa toleransın olduğu belirlenmiştir. Bu hatlar kullanılarak geliştirilecek mısır çeşitlerinin de düşük sıcaklığa çimlenme döneminde tolerans gösterebilecekleri söylenebilir.

Güney Kore’de yapılan bir çalışmada, 22 adet homozigot mısır hattı 5°C, 10°C, 23°C’de çimlendirilerek düşük sıcaklık toleransları ölçülmüştür. Bu çalışmada kökçüklerin 2 mm uzunluğa gelmesiyle çimlenmenin başladığı kabul edilmiştir. 5 ve 10°C’de çimlenme gözlenirken 23°C’de neredeyse tüm hatlarda çimlenme gözlemlenmiştir (Farooqi ve Lee, 2016). Güney Kore’de yapılan bu çalışma ile bu çalışmada uygulanan düşük sıcaklıklarda ve çimlenme sonuçlarında paralellik gözlemlenmiştir.

Pakistan’da ilkbahar aylarında yapılan ekimlerde çimlenme dönemindeki düşük sıcaklıklar mısır tarımı açısından sorun teşkil ettiği için araştırmacılar mısır çeşitlerini düşük sıcaklığa maruz bırakarak genetik olarak toleranslı ve hassas çeşitleri tespit etmeye çalışmıştır. Gündüz 10°C ve gece 8°C olmak üzere kontrollü şartlarda toprağın 6.5 pH olduğu torbalarda 76 mısır çeşidine ait tohumlar yetiştirilmiştir. Düşük sıcaklığa toleranslı hatlar bu sayede tespit edilerek yüksek toleranslı hibritler geliştirmek amaçlanmıştır. Ayrıca soğğun, mısır tohumlarının karakterizasyonu, klorofil miktarı, absisik asit miktarı gibi etmenlerdeki etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda bulunan sonuçlarda, çimlenip iyi gelişim gösteren mısır hatları ile klorofil miktarları arasında doğru orantı olduğu ve soğğa toleransın genetik özellikler ile bağlantılı olduğu gözlemlenmiştir (Bano ve ark., 2015). 10°C düşük sıcaklık uygulamasının gerek araştırmamızda gerekse Pakistan’da yapılan bu çalışmada benzer sonuçlar gösterdiği söylenebilir.

Sonuç olarak bu çalışmada, iklim değişiklikleri sebebiyle oluşan kuraklıkla mücadele edebilme ve ilkbahar yağışlarından faydalanabilme amacı ile kullanılan mısır çeşitlerinden başarısıyla öne çıkan çeşitlerin ıslah çalışmaları ile geliştirilerek yerli tohum üretimine katkı sağlayabilmesi açısından ümit verici bir çalışma olmuştur.

Kaynakça

- Allen, D. J. and, Ort, D. R. (2001). Impacts of chilling temperatures on photosynthesis in warm-climate plants. *Trends in plant science*, 6(1), 36-42.
- Babaoğlu, M. (2005). Mısır ve tarımı. *Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Edirne*.
- Bouis, H. E. and, Welch, R. M. (2010). Biofortification-a sustainable agricultural strategy for reducing micronutrient malnutrition in the global south. *Crop science*, 5-20.
- Cerit, İ., Turkay, M. A., Sarıhan, H. ve Şen, H. M. (2001). Mısır yetiştiriciliği. *Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Çukurova Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü Müdürlüğü, Adana*.
- Farooqi, M. Q. U. and, Lee, J. K. (2016). Cold stress evaluation among maize (*Zea mays* L.) inbred lines in different temperature conditions. *Plant breeding and biotechnology*, 4(3), 352-361.
- Hund, A., Fracheboud, Y., Soldati, A. and, Stamp, P. (2008). Cold tolerance of maize seedlings as determined by root morphology and photosynthetic traits. *European Journal of Agronomy*, 28(3), 178-185.
- İşler, N. (2018). Mısır tarımı. *Hatay: MKÜ. Ziraat Fakültesi Yayınları*.
- Kınacı, E., & ve Kün, E. (1999). Orta Anadolu’da ilk gelişme dönemlerinde düşük sıcaklığa toleranslı mısır genotiplerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar II. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 23, 197-201.
- Meena H.S., Mishra U., Gadag R.N. and, Pathak H. (2015), Cold tolerance in maize (*Zea mays*): Physiological and Morphological Traits, *National Academy of Agricultural Science (NAAS)*, 33 (4), 2603-2606

Mellado Sánchez, M. (2021). Understanding the impact of low temperatures in maize seed germination, *University of Hertfordshire, Sicilya, İtalya*

Miedema, P. (1982). The effects of low temperature on *Zea mays*. *Advances in agronomy*, 35, 93-128.

Sthapit, B. R. and, Witcombe, J. R. (1998). Inheritance of tolerance to chilling stress in rice during germination and plumule greening. *Crop Science*, 38(3), 660-665.

Stone, P. J., Sorensen, I. B. and, Jamieson, P. D. (1999). Effect of soil temperature on phenology, canopy development, biomass and yield of maize in a cool-temperate climate. *Field crops research*, 63(2), 169-178.



© 2020 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).