



T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BAZI TEŞVİK EDİCİ UYGULAMALARIN ERKEN EKİLEN MISIRIN
ÇIKIŞI ve FİDE GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

HALİL BUĞRA YALMAN

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HATAY
EYLÜL - 2024**



T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BAZI TEŞVİK EDİCİ UYGULAMALARIN ERKEN EKİLEN MISIRIN
ÇIKIŞI ve FİDE GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

HALİL BUĞRA YALMAN
ORCID:0000-0001-6909-7515

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman
Prof. Dr. Hüseyin GÖZÜBENLİ
ORCID: 0000-0003-4799-5749

HATAY
EYLÜL - 2024

T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAZI TEŞVİK EDİCİ UYGULAMALARIN ERKEN EKİLEN MISIRIN
ÇIKIŞI ve FİDE GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

HALİL BUĞRA YALMAN

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Prof. Dr. Hüseyin GÖZÜBENLİ danışmanlığında hazırlanan bu tez 11/09/2024 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından OYBİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Hüseyin GÖZÜBENLİ
Başkan

Prof. Dr. Leyla İDİKUT
Üye

Prof. Dr. Ömer KONUŞKAN
Üye

Kod No:

Prof. Dr. Cengiz KARACA
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

11/09/2024

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

Halil Buğra Yalman

ÖZET

BAZI TEŞVİK EDİCİ UYGULAMALARIN ERKEN EKİLEN MISIRIN ÇIKIŞI ve FİDE GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Bu çalışma, bazı teşvik edici (priming) uygulamaların (Saf su, %0,5 ZnSO₄•7H₂O, %0,5 CaCl₂.2H₂O ve 100ppm GA₃), üç farklı (M17G17, DKC6980 ve P2105) mısır çeşidinin çıkış performansı ve fide gelişimi üzerine etkilerini incelemek için yürütülmüştür. Çalışmada çıkış oranı, ortalama çıkış süresi, çıkış indeksi, V3 dönemine ulaşma süresi, sap ve kök uzunlukları, sap ve kök kuru ağırlıkları, kök/sap oranı ve toplam kuru ağırlık özellikleri incelenmiştir.

Çalışma sonucunda, incelenen özellikler yönünden çeşitler arasında farklılıklar olduğu, farklı teşvik edici uygulamaların çeşitlerin çıkış performansı ve fide gelişimi üzerinde olumlu etkisi olduğunu, tohumların 100ppm GA₃ çözeltisi ile muamele (priming) edilmesinin çıkış performansı üzerine olumlu etki yaptığı belirlenmiştir.

Ortalama çıkış indeksi yönünden çeşitler arasında farklılık olduğu belirlenmiştir. Farklı teşvik edici (priming) uygulamalarda belirlenen çıkış indeksi değerleri 1,94-2,32 arasında değişmiştir. Çıkış indeksi değeri DKC 6980 çeşidinde 2,18, M17G17 çeşidinde 2,13 ve P 2105 çeşidinde 2,05 olarak belirlenmiştir.. En yüksek çıkış indeksi değeri 2,32 ile 100ppm GA₃ uygulanan tohumlarda görülmüştür. En düşük çıkış indeksi değeri ise 1,94 ile kontrol uygulamasında belirlenmiştir.

2024, 53 sayfa

Anahtar Kelimeler: Mısır, Priming, ZnSO₄, CaCl₂, GA₃

ABSTRACT

EFFECTS of CERTAIN PRIMING TREATMENTS on EMERGENCE and SEEDLING DEVELOPMENT of EARLY-PLANTED MAIZE

This study was conducted to examine the effects of priming treatments (distilled water, 0.5% ZnSO₄•7H₂O, 0.5% CaCl₂•2H₂O, and 100 ppm GA₃) on the emergence performance and seedling development of three different maize hybrids (M17G17, DKC6980, and P2105). Emergence rate, mean emergence time, emergence index, time to reach the V3 stage, stem and root lengths, stem and root dry weights, root-to-stem ratio, and total dry weight were evaluated in the study.

The results indicated that the varieties exhibited differences in the traits analyzed, and that the various priming treatments had a positive effect on the emergence performance and seedling development of the maize varieties. Specifically, seed treatment with a 100 ppm GA₃ solution positively influenced emergence performance.

Regarding the mean emergence index, differences were observed among the hybrids. The emergence index values under different priming treatments ranged from 1.94 to 2.32. The emergence index was determined to be 2.18 for the DKC 6980, 2.13 for the M17G17, and 2.05 for the P2105. The highest emergence index value of 2.32 was observed in seeds treated with 100 ppm GA₃, while the lowest value of 1.94 was recorded in the control treatment.

2024, 53 pages

Key Words: Maize, Priming, GA₃, ZnSO₄, CaCl₂

TEŞEKKÜR

Mesleki ve akademik hayatımda önemli kararlar almam gerektiğinde sürekli yanımda olan ve varlığı ile benim için önemli bir rol model oluŐturan, gerek yüksek lisans tez konumunun belirlenmesinde gerek araştırılması ve yazımı sırasında sahip olduğu bilgi birikimi ve tecrübesi ile çalışmalarımı ışık tutan ve yardımını esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Hüseyin GÖZÜBENLİ'ye sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım. Çalışmamın her aşamasında yine desteklerini esirgemeyen Prof. Dr. Ömer KONUSKAN ve Doç. Dr. İbrahim ATIŐ'a da teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim hayatım boyunca beni maddi ve manevi olarak destekleyen, güvenen ve daima yanımda olan canım aileme sonsuz minnet ve Őükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	VII
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	19
3.1. Materyal.....	19
3.1.1. Deneme Kullanılan Toprağın Özellikleri	19
3.1.2. Deneme Süresince Gerçekleşen Sıcaklık Değerleri	19
3.2. Yöntem	20
3.2.1. Deneme Yöntemi.....	20
3.2.2. İncelenen Özellikler.....	21
3.2.3. Verilerin Değerlendirilmesi.....	22
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	23
4.1. Çıkış Oranı (%).....	23
4.2. Ortalama Çıkış Süresi (Gün)	24
4.3. Çıkış İndeksi	26
4.4. V3 Dönemine Ulaşma Süresi (Gün).....	29
4.5. Sap Uzunluğu (cm).....	31
4.6. Kök Uzunluğu (cm).....	34
4.7. Sap Kuru Ağırlığı (g/bitki)	37
4.8. Kök Kuru Ağırlığı (g/bitki)	40
4.9. Kök/Sap Oranı	42
4.10. Toplam Kuru Ağırlık (g/bitki)	45
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	47
KAYNAKLAR	50
ÖZGEÇMİŞ	53

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Deneme toprağının özellikleri.....	19
Çizelge 4.1. Çıkış oranına ait varyans analiz sonuçları	23
Çizelge 4.2. Tohumlarına farklı teşvik ediciler uygulanan bazı mısır çeşitlerinde çıkış oranına ait ortalama değerler	23
Çizelge 4.3. Ortalama çıkış süresi değerlerine ait varyans analiz sonuçları	24
Çizelge 4.4. Tohumlarına farklı teşvik ediciler uygulanan bazı mısır çeşitlerinde ortalama çıkış süresine ait ortalama değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre oluşan gruplar	25
Çizelge 4.5. Çıkış indeksine ait varyans analiz sonuçları	27
Çizelge 4.6. Tohumlarına farklı teşvik ediciler uygulanan bazı mısır çeşitlerinde ortalama çıkış indeksine ait ortalama değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre oluşan gruplar	27
Çizelge 4.7. V3 dönemine ulaşma süresi gün sayısına ait varyans analiz sonuçları.....	29
Çizelge 4.8. Tohumlarına farklı teşvik ediciler uygulanan bazı mısır çeşitlerinde V3 dönemine ulaşma süresine ait ortalama değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre oluşan gruplar.....	29
Çizelge 4.9. Belirlenen sap uzunluğuna ait varyans analiz sonuç ve değerlendirmeleri	31
Çizelge 4.10. Tohumlarına farklı teşvik ediciler uygulanan bazı mısır çeşitlerinde sap uzunluğuna ait ortalama değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre oluşan gruplar.....	32
Çizelge 4.11. Kök uzunluğuna ilişkin varyans analizi sonuçları	34
Çizelge 4.12. Tohumlarına farklı teşvik ediciler uygulanan bazı mısır çeşitlerinde kök uzunluğuna ait ortalama değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre oluşan gruplar.....	35
Çizelge 4.13. Belirlenen sap kuru ağırlığına ait varyans analiz sonuçları	38
Çizelge 4.14. Tohumlarına farklı teşvik ediciler uygulanan bazı mısır çeşitlerinde sap kuru ağırlığına ait ortalama değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre oluşan gruplar.....	38
Çizelge 4.15. Belirlenen kök kuru ağırlığına ait varyans analiz sonuç ve değerlendirmeleri	40
Çizelge 4.16. Tohumlarına farklı teşvik ediciler uygulanan bazı mısır çeşitlerinde kök kuru ağırlığına ait ortalama değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre oluşan gruplar.....	41
Çizelge 4.17. Elde edilen kök/sap oranına yönelik varyans analizi sonuçları	43
Çizelge 4.18. Tohumlarına farklı teşvik ediciler uygulanan bazı mısır çeşitlerinde kök/sap oranına ait ortalama değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre oluşan gruplar.....	43
Çizelge 4.19. Toplam kuru ağırlığına ilişkin varyans analizi sonuçları.....	45
Çizelge 4.20. Tohumlarına farklı teşvik ediciler uygulanan bazı mısır çeşitlerinde toplam kuru ağırlığa ait ortalama değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre oluşan gruplar	46

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Deneme süresince kaydedilen maksimum ve minimum sıcaklık değerleri	20
Şekil 4.1. Tohumlarına Farklı Teşvik Ediciler Uygulanan Bazı Mısır Çeşitlerinde Ortalama Çıkış Süresine Ait Değerler.....	26
Şekil 4.2. Tohumlarına farklı teşvik ediciler uygulanan bazı mısır çeşitlerinde çıkış indeksine ait ortalama değerler	28
Şekil 4.3. V3 Dönemine Ulaşma Süresi için çeşitli teşvik edici uygulamaların farklı mısır çeşitleri üzerindeki etkileri.....	30
Şekil 4.4. Çeşitli teşvik edici uygulamaların mısır çeşitleri üzerindeki sap uzunluğuna etkisi	33
Şekil 4.5. Çeşitli teşvik edici uygulamaların mısır çeşitleri üzerindeki kök uzunluğu etkileri.....	36
Şekil 4.6. Teşvik edici uygulamaların mısır çeşitleri üzerindeki sap kuru ağırlığına olan etkileri.....	39
Şekil 4.7. Farklı teşvik edici uygulamaların mısır çeşitlerinin kök kuru ağırlıkları üzerindeki etkileri.....	42
Şekil 4.8. Çeşitli teşvik edici uygulamaların mısır çeşitleri üzerindeki kök/sap oranlarına etkileri.....	44

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

Cm	: Santimetre
CO ₂	: Karbondioksit
GA ₃	Gibberellik asit
H ₂ O	: Su
Kg	: Kilogram
KNO ₃	: Potasyum Nitrat
Lt	: Litre
Mg	: Miligram
mm	: Milimetre
MPa	: Megapascal
NaCl	: Sodyum Klorür
NH ₄	: Amonyum
Ppm	: part per million (milyon birimde bir birim)
ZnSO ₄	: Çinko Sülfat
%	: Yüzde
°C	: Santigrat Derece

KISALTMALAR

CVG	: Çimlenme Hız Katsayısı
DG	: Çimlenmeye Kadar Geçen Günler
FAO	: Food and Agriculture Organization of the United Nations
GP	: Çimlenme Yüzdesi
MGT	: Ortalama Çimlenme Süresi
NP	: Nanopartikül
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
Vd.	: Ve Diğerleri

1. GİRİŞ

Tahıllar içerisinde birim alan başına düşen gelir miktarı yüksek olan bitkilerden birisi olan mısır (*Zea mays L.*) buğdaygiller *Gramineae* familyasının *Maydeae* oymağına giren, farklı iklim kuşaklarına adapte olmuş bir bitkidir (Shaw, 1988).

Mısır, 2019 yılında tüm dünyada yaklaşık 197 milyon ha ekim alanı ve 1.1 milyar ton ile en çok üretimi yapılan tahıl cinsi olmuştur (FAO, 2021). Ülkemizde de 2019 yılında 6 milyon ton ile buğday ve arpadan sonra en çok üretimi yapılan tahıl olmuştur (TÜİK, 2020). Hatay ilinde ise son on yılda ortalama 142 bin ha'lık alanında, 137 bin ton mısır üretilmiş ve ortalama 957 kg da-1 verim alınmıştır.

Mısırın büyüme ve gelişmesini etkileyen esas faktörler; sıcaklık, radyasyon, fotoperiyod ve suyun bulunma durumudur. Bu faktörler yer ve zamana bağlı olarak farklılık gösterdiğinden farklı tarihlerde ekilen bitkiler farklı çevresel etkilere maruz kalırlar. Bu faktörlerden olan sıcaklık, bitki gelişimi üzerinde en büyük etkiye sahiptir (Tsimba ve ark., 2013) Mısır ve daha birçok bitkide sap uzaması, yaprak çıkışı ve gelişmesi, yaprak alanının gelişimi, fotosentez, çiçeklenme ve tane bağlama gibi büyüme ve gelişme süreçleri yüksek oranda büyüme sıcaklığına bağlıdır. Ekim zamanının değişimi, farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde bitki gelişimini etkileyen sıcaklık, ışık şiddeti ve nem gibi iklimsel değerlerin de değişimine neden olmaktadır (Koca ve Turgut, 2012).

Sıcaklık, yaprak büyüklüğü ve birim yaprak alanının fotosentez kapasitesini etkileyerek kuru madde birikimini etkileyebilir. Düşük sıcaklıklarda yaprak alanının küçülmesi ve asimilat miktarının azalması fide gelişimi olumsuz etkileyebilir. Verheul (1996), yapılan birçok çalışmada düşük sıcaklıkların çimlenme çıkış, bitki büyüme ve gelişmesi üzerine etkilerinin önemli olduğunu bildirmiştir.

Bitki büyümesi, üç yaprak tam gelişinceye kadar heterotrofik, üç yaprak tam geliştikten sonra ise ototrofik büyüme olarak tanımlanmaktadır (Stamp, 1984). Verheul, (1996), heterotrofik büyüme döneminde, soğuğa toleranslı mısır hatlarında yaprak alanı ve kuru madde birikiminin, soğuğa duyarlı hatlardan daha yüksek olduğunu, ototrofik gelişme döneminde de nisbi büyüme hızı ve net asimilasyon oranının da soğuğa toleranslı hatlarda daha yüksek olduğunu bildirmiştir (Hadacre ve Turnbull, 1986).

Erken ekimlerde düşük sıcaklıklar çimlenme süreci ciddi şekilde gecikebilir ve bu da bitki gelişimini olumsuz yönde etkiler. Bu zorlukların üstesinden gelmek amacıyla

çeşitli tohum ön işlem teknikleri geliştirilmiştir. Tohuma yapılan ön uygulamalar (priming) çimlenme sürecini hızlandırmak ve bitkilerin çevresel streslere karşı dayanıklılığını artırmak için uygulanan yöntemlerdir (Chatterjee ve ark., 2018; Castañares ve Bouzo, 2018). Özellikle çinko (Zn) ile yapılan ön uygulama (priming), mısır tarımında yaygın olarak kullanılmakta ve olumlu sonuçlar vermektedir (Choukri ve ark., 2022; Harris ve ark., 2007). Zn primingi, bitkilerin çimlenme hızını artırmakta, fide gelişimini iyileştirmekte ve bitki büyümesini desteklemektedir (Mohammed ve Pekşen, 2020; Mousavi ve ark., 2012).

Ayrıca, Zn ön uygulaması (priming), mısır bitkilerinde stres toleransını artırarak çevresel koşullara daha iyi uyum sağlamalarına yardımcı olur (El-Sanatawy ve ark., 2021; Abraha ve Yohannes, 2013).

Gibberellik asit (GA3) gibi büyüme hormonları ile yapılan tohum primingi de mısır tohumlarının çimlenmesini ve erken gelişim süreçlerini destekleyen bir diğer etkili yöntemdir (Adhikari ve Subedi, 2022; Gnawali ve Subedi, 2021). GA3, özellikle düşük su potansiyeli gibi stres koşulları altında embriyonik büyümeyi hızlandırarak çimlenmeyi teşvik eder (Abraha ve Yohannes, 2013; Esper Neto ve ark., 2020).

Ajirloo ve ark., (2013), %1 lik KNO₃ ve CaCl₂ uygulamalarının mısırın çıkışı ve fide gelişimine etkisini belirlemek için yaptıkları çalışma sonucunda uygulamaların mısırın çıkışı ve fide gelişimi üzerine olumlu etkide bulunduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışma bazı teşvik ediciler (priming) uygulamaların (Saf su, %0,5 ZnSO₄•7H₂O, %0,5 CaCl₂.2H₂O ve 100ppm GA3), üç farklı (M17G17, DKC6980 ve P2105) mısır çeşidinin çıkış performansı ve fide gelişimi üzerine etkilerini incelemek için yürütülmüştür.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Harris ve ark., (2007) tarafından yapılan çalışmada, kireçli ve çinko eksikliği gösteren topraklarda yetişen mısır bitkilerine çinko sülfat ($ZnSO_4$) eklenmesinin etkileri incelenmiştir. Çalışma, çinko sülfatın toprağa toz olarak veya tohumların ekimden önce 16 saat seyreltilmiş çözeltilerde bekletilerek uygulanması şeklinde yapılmıştır. Çinko sülfat uygulaması, mısırın tane verimini, toplam kuru madde miktarını, koçan sayısını ve koçan ağırlığını önemli ölçüde artırmıştır. Özellikle, 2,75 kg/ha dozunda uygulanan çinko, mısırın tane verimini ortalama 720 kg/ha oranında artırarak, verimde %25'lik bir artış sağlamıştır. Ancak, 5,50 kg/ha gibi daha yüksek dozlar, koçan sayısı ve tane verimi açısından daha düşük performans göstermiştir. Araştırmada ayrıca, mısır tohumlarının %1 çinko çözeltisi ile muamele edilmesinin (priming), tohumların başlangıç çinko içeriğini 15 mg/kg'dan 560 mg/kg'ye çıkararak önemli bir iyileştirme sağladığı, ancak yıkanmamış tohumlar kullanıldığında bu değer 220 mg/kg'a düştüğü gözlemlenmiştir. Çinko ile muamele edilen tohumlardan elde edilen fideler, muamele edilmemiş tohumlardan elde edilen fidelere göre daha ağır ve daha uzun olmuş, ayrıca çinko konsantrasyonu da anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Yedi ilave denemede, çinko ile başlatılan tohumlardan elde edilen ürünlerin ortalama tane verimi %27 artarak 3,8 ton/ha'ya ulaşmıştır. Bu sonuç, suyun tek başına sağladığı %14'lük artışla birlikte, çinkonun toplam verim artışındaki etkisini göstermiştir. Çalışmanın mali analizlerine göre, toprak uygulamasının fayda-maliyet oranı 15 iken, %1 Zn çözeltisi ile tohum muamelenin fayda-maliyet oranı 236 olarak çok daha yüksek bulunmuştur. Bu durum, çinko sülfat kullanımının maliyetlerinin düşük olmasıyla ilişkilendirilmiştir. Sonuç olarak, çinko ile tohum başlatma işlemi, çinko eksikliği gösteren bölgelerde kaynakları kısıtlı mısır çiftçileri için cazip bir seçenek olarak değerlendirilmektedir.

Afzal ve ark., (2008) tarafından yapılan çalışmada, ilkbahar mısırında (*Zea mays* L.) düşük toprak sıcaklıkları ve düşük su potansiyelleri nedeniyle çimlenmede azalma ve gecikme olabileceği belirtilmiştir. Ancak, tohum primingi, çimlenme hızını ve hızını artırmak, normal ve stresli koşullar altında çimlenme için sıcaklık sınırlarını genişletmek amacıyla kullanılmaktadır. Bu nedenle, bu çalışmanın amacı düşük sıcaklık koşullarında priming uygulanmış mısır tohumlarının fizyolojik ve biyokimyasal temelini değerlendirmektir. Mısır tohumları 24 saat süreyle hidropriming, 100 mg L⁻¹ GA3 veya IAA çözeltileri ile hormonal priming ve 50 mM CaCl₂ veya 50 mg L⁻¹ ascorbate (ASA)

ile haloprining işlemine tabi tutulmuştur. Çimlenme öncesi tüm tohum işlemleri, daha yüksek bir çimlenme yüzdesi ve çimlenme indeksi, daha düşük ortalama çimlenme süresi ve ortalama çıkış süresi ile sonuçlanmıştır. Tüm tohum işlemleri, kontrol ile karşılaştırıldığında, daha yüksek fide taze ve kuru ağırlığı ile sonuçlanmış, en yüksek kuru ağırlık ASA, CaCl₂ ve GA3 ile işlem gören tohumlarda kaydedilmiştir. 24 saat boyunca CaCl₂ veya ASA ile işlem gören tohumların performansı, diğer priming ajanlarına göre daha iyi olmuştur. Bu durum, daha düşük T50, daha yüksek indirgenmiş ve toplam şekerler ile daha yüksek α -amylase aktivitesinin etkisi olarak atfedilebilir.

Farooq ve ark., (2008) tarafından yapılan çalışmada, mısırın çimlenme için optimum sıcaklık 25 ile 28 °C arasında olduğu belirtilmiştir. Suboptimal sıcaklıklarda kötü ve düzensiz çimlenme, erken ekimdeki en önemli engeldir. Bu çalışma, hibrit mısırdaki (*Zea mays* L.) salisilik asit (SA) ile tohum primingi yoluyla soğuğa dayanıklılık kazandırmak ve bu durumun biyokimyasal temelini açıklamak amacıyla yürütülmüştür. Tohum primingi için, Hycorn 8288 hibrit mısır tohumları 24 saat boyunca 50, 100 ve 150 ppm (mg/L) SA çözeltilerinde bekletilmiş ve ardından kurutulmuştur. İşlem görmüş ve işlem görmemiş tohumlar, kontrol altında 27 °C (optimal sıcaklık) ve 15 °C'de (soğuk stresi) ekilmiştir. Soğuk stres altında mısır fide performansı olumsuz etkilenmiştir. Ancak, SA ile tohum primingi, fide çıkışını, kök ve sürgün uzunluğunu, fide taze ve kuru ağırlıklarını, yaprak ve kök skorunu optimal ve düşük sıcaklıklarda kontrol ile karşılaştırıldığında önemli ölçüde iyileştirmiştir. Bununla birlikte, 50 mg/L SA çözeltisi ile priming daha etkili olmuş, ardından 100 mg/L SA çözeltisi ile priming gelmiştir. SA ile tohum primingi, özellikle katalaz, süperoksit dismutaz ve askorbat peroksidaz dahil olmak üzere antioksidanların aktivasyonu yoluyla hibrit mısırdaki soğuğa dayanıklılığı artırmıştır. Ayrıca, yüksek doku su içeriğinin korunması ve membran geçirgenliğinin azaltılması da soğuğa dayanıklılığa katkıda bulunmuştur.

Mousavi ve ark., (2012) tarafından yapılan çalışmada, tarla koşullarında tohum priming işlemleri ve ekim tarihlerinin mısırın çıkış özellikleri, verim, verim bileşenleri ve hasat indeksi üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla, 2010 yılında Hamedan'daki Bu-Ali Sina Üniversitesi araştırma çiftliğinde üç tekrarlamalı rastgele tam blok tasarımı bir deneme yapılmıştır. Ana parseller üç ekim tarihi içermekte olup; erken, zamanında ve geç ekim zamanlarını kapsamaktadır ve alt parseller dört tarla koşullarında tohum priming işlemi (musluk suyu ile priming, üre ve çinko çözeltileri ile priming ve priming

yapılmamış) temsil etmektedir. Sonuçlar, ilk ekim tarihinin çinko çözültisi kullanımı ile çıkış hızını %30 artırdığını göstermiştir. İlk ekim tarihinde çinko çözültisi kullanımı ile çıkış yüzdesi %10 artarken, ikinci ve üçüncü ekim tarihlerinde üre çözültisi kullanımı ile %13 artmıştır. Ancak, tüm ekim tarihlerinde musluk suyu ile priming yapılmış işlemler, priming yapılmamış işleme kıyasla maksimum tohum verimi üretmiştir. Bu deneyde, tohum priming işlemi metrekaşe başına koçan sayısını ve koçan başına tane sayısı artırmıştır. Ayrıca, musluk suyu ile priming, mısırın 100 tane ağırlığını artırmış, özellikle ilk ekim tarihinde musluk suyu ve üre çözültisi ile yapılan priming, koçan başına daha fazla tane sayısı sağlamıştır. İlk ekim tarihinde çinko ile yapılan priming, hasat indeksini artırmıştır. Genel olarak, çiftçilerin özellikle musluk suyu ve çinko çözültisi ile tohum priming yaparak mısırı daha erken ekebilecekleri ve böylece büyüme sezonunu artıracakları sonucuna varılmıştır.

Ajirloo ve ark., (2013) tarafından yapılan çalışmada, çevresel koşullarda çimlenme ve erken büyüme süreçlerinin tohum priming tekniğiyle iyileştirilebildiği belirtilmiştir. Bu nedenle, bu çalışma farklı tohum priming tekniklerinin üç mısır çeşidi (SC-301, SC-604 ve SC-711) üzerindeki etkilerini değerlendirmek için tasarlanmıştır; kontrol olarak ıslatılmamış tohumlar, hidro-priming (saf suyla ıslatma) ve halo-priming (KNO₃ ve CaCl₂ ile %1 çözülti). Deney, 2012 yılında doğal iklim koşullarında gerçekleştirilmiştir. Tüm priming işlemleri, yem mısırının taze ağırlığını, sürgün uzunluğunu, kök sayısını, kök uzunluğunu, canlılık indeksini, çıkışa başlama zamanını, %50 çıkış zamanını ve çıkış enerjisini önemli ölçüde etkilemiştir. Çeşitler ve priming tekniklerinin etkileşimi, ortalama çıkış süresi ve çıkışın homojenlik katsayısı için önemli bulunmamıştır. Sonuç olarak, tohum priming işleminin incelenen mısır çeşitlerinin çıkışını hızlandırmada uygun bir yöntemi olarak kullanılabilirliği sonucuna varılmıştır.

Sudozai ve diğerleri (2013), tarımsal bitkilerin çimlenme ve çıkış süreçlerini iyileştirmede farklı stratejiler arasında hidropriming (su ile ön işlem) yönteminin etkinliğini araştırmışlardır. Çalışma, rasgele tam blok tasarımı (faktöriyel) altında ve üç tekrarla gerçekleştirilmiştir. Araştırma, mısır (*Zea mays* L.) tohumlarının çeşitli hidropriming süreleri (0 (kontrol), 6, 12, 18 ve 24 saat) ve mevcut toprak nem seviyeleri (60-65%, 55-60% ve 50-55%) üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Sonuçlar, 18 saat hidropriming uygulanan mısır tohumlarının, fidelerde en yüksek sürgün uzunluğu, kök uzunluğu, sürgün kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı, yaprak sayısı, bitki

başına yaprak alanı ve bitki başına koçan sayısı gibi çeşitli gelişim özelliklerini ve tane başına dane sayısı, tane indeksi ve tane verimi gibi maksimum verim özelliklerini gösterdiğini belirtmiştir. Ayrıca, mevcut toprak nem seviyeleri açısından, en yüksek sürgün uzunluğu, kök uzunluğu, sürgün kuru ağırlığı, kök kuru ağırlığı, yaprak sayısı, bitki başına yaprak alanı, koçan sayısı, dane sayısı, tane indeksi ve tane verimi, sırasıyla %60-65 ve %55-60 mevcut toprak neminde ekilen mısır tohumlarında gözlemlenmiştir. Bu nedenle, hidropriming yöntemi, optimal ve sub-optimal toprak nem koşullarında tohum çıkışını ve fide kurulumunu artırmada etkili bir teknik olarak sonuçlandırılmıştır. Araştırma, mısırın %55-65 arası mevcut toprak neminde ekilmesi durumunda, maksimum çıkış, güçlü kök sistemi kurulumu ve eşit bitki dağılımı gibi gerekli gelişim ve verim faktörlerini elde etmek için ekimden önce 18 saat hidropriming uygulanmasını önermektedir.

Tian ve ark., (2014) tarafından yapılan çalışmada, mısır tohumlarının çimlenme, fidan gelişimi ve verim üzerine GA, NaCl ve PEG ön uygulamalarının etkileri araştırılmıştır. 10 mg/L GA, 50 mM NaCl ve %15 PEG uygulamalarının çimlenme özellikleri açısından faydalı olduğu saptanmış ve tohuma yapılan bu ön muamelenin çimlenme performansı, fide gelişimi ve verim üzerinde etkili olduğu önerilmiştir.

Mohsin ve ark., (2014) tarafından yapılan çalışma, mısırın (*Zea mays* L.) yüksek besin talep eden fakat toprakta çinko (Zn) eksikliğine duyarlı bir ürün olduğunu belirtmektedir. Çinko gübrelmesi, ürünün Zn talebini karşılamak ve aynı zamanda tanelerindeki Zn içeriğini artırmak için uygun bir seçenek olabilir. İki yıl süren tarla deneyleri, kumlu-tınlı toprak üzerinde mısır hibritlerinin verimliliği üzerine farklı Zn uygulama yöntemlerinin etkisini değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Çinko; tohum primingi (1.0, 2.0% Zn çözeltisi) veya yaprak uygulaması (1.0, 2.0% Zn yaprak spreyi) olarak tek başına veya kombinasyonlar halinde, üç tekrarlamalı faktöriyel düzenlemeye sahip rastgele tam blok tasarımda değerlendirilmiştir. Sonuçlar, Pioneer 30-Y-87 mısır hibridinin, Zn'nin tohum primingi (2.0%) ve yaprak spreyi (2.0%) ile birleşik uygulanması sonucunda bitki boyu, koçan uzunluğu, koçan çapı, 1000-tane ağırlığı, biyolojik verim, tane verimi ve hasat indeksinde önemli ölçüde iyileşme gösterdiğini ortaya koymuştur. Benzer şekilde, DK-919 mısır hibridi, Zn'nin tohum primingi (2.0%) ve yaprak spreyi (2.0%) ile birleşik uygulanması sonucunda önemli ölçüde daha yüksek tane çinko içeriği (mg kg^{-1}) üretmiştir. Ancak, Zn uygulaması, tane protein içeriğini

önemli ölçüde azaltmıştır. Bu sonuçlar, Zn'nin tohum primingi (2.0%) ve yaprak spreyi (2.0%) ile birleşik uygulanmasının mısır hibritlerinin performansını iyileştirebileceğini önermektedir.

Rehman ve ark., (2015) tarafından yapılan çalışmada, erken ekilen mısırın performansını artırmada tohum priming işlemlerinin potansiyeli değerlendirilmiştir. Maize hybrid FH-810 tohumları; su ile (hidropriming), CaCl₂ (2.2%, osmopriming), moringa yaprak ekstraktı (MLE 3.3%, osmopriming) ve salisilik asit (SA, 50 mg L⁻¹, hormonal priming) kullanılarak her biri 18 saat süreyle ıslatılmıştır. İşlem görmemiş ve hidropriming uygulanan tohumlar kontrol olarak alınmıştır. SA ile priming yapılan tohumlar, çıkışta daha az zaman almış ve erken ekilen mısırlarda yüksek canlılık göstermiştir. Uygulamalar arasında, hormonal priming, elektriksel iletkenliği azalttı, yaprak nispi ve klorofil içeriklerini artırdı ve bu etkiler, fidanlık aşamasında CaCl₂ ile osmopriming tarafından takip edildi. Benzer şekilde, bitki boyu, tane sıraları ve 1000-tane ağırlığı, tane ve biyolojik verim ile hasat indeksi de tohum primingi ile iyileştirildi; ancak bu açıdan hormonal priming ve MLE ile osmopriming daha etkili oldu. Erken ekimde hormonal priming veya MLE ile osmopriming ile iyileştirilen verim performansı, başlıca yaprak alan indeksindeki artış, mahsul büyümesi ve net asimilasyon oranlarındaki yükselme ve olgunlukta yeşil yaprak alanının korunmasına borçluydu. Sonuç olarak, düşük sıcaklıkta erken fide büyümesini teşvik ederek erken ekilen ilkbahar mısırının verimliliğini artırmada en ekonomik uygulamalar, MLE ile osmopriming ve SA ile hormonal priming olarak belirlenmiştir.

Soliman ve ark., (2016) tarafından yapılan araştırmada, büyüme düzenleyiciler ile, özellikle salisilik asit ile tohum priming işleminin, hastalıklara ve zararlılara karşı direnç oluşturucu önemli bir indükleyici olmasının yanı sıra tohum kalitesi ve verimi üzerinde de önemli etkilerde bulunduğu belirtilmiştir. Bakla tohumlarına uygulanan ekzojen salisilik asit (SA) 0.0, 0.5, 1.0 ve 3.0 mM SA konsantrasyonlarında, yüksek konsantrasyonlar hariç, tohum çimlenmesi ve fide büyümesinde önemli artışlar göstermiştir. SA'nın 3.0 mM'a kadar artırılması ile tohum çimlenmesi azalmıştır. Yüksek konsantrasyonlarda, 1.0 ve 3.0 mM SA, çimlenme üzerinde inhibe edici etkilere sahip olmuş ve fide büyümesini azaltmıştır; kontrol ile karşılaştırıldığında sap ve kök uzunlukları azalmıştır. Ayrıca, SA'nın bu en yüksek konsantrasyonları taze kök ağırlığı için olumsuz sonuçlar göstermiştir. Öte yandan, düşük konsantrasyonlarda SA'nın test

edilen tüm büyüme parametreleri üzerinde anlamlı bir etkisi olmamıştır ($P>0.05$). Bakla tohumlarının düşük konsantrasyonlarda SA ile priming yapılması, çimlenme süresini hızlandıracağı ve fide kurulumunu güçlendireceği belirtilmiştir. Ayrıca, bu işlem, özellikle tuzlu sulama suyu kaynaklarına sahip bölgelerde bu tür bir ürünün büyüme ve verimini artırmada etkili bir araç olacaktır. Ayrıca, işlem görmüş tohumlar, toprak kaynaklı patojenlere karşı daha az hassas olacaktır.

Gebreegziabher ve Qufa (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, tuzluluğun çimlenme, fide büyümesi ve verim gibi tarım performansları üzerindeki etkilerini azaltmak amacıyla çeşitli yöntemler uygulandığı belirtilmiştir; örneğin farklı priming yöntemleri, antioksidanlar ve bitki büyüme denetleyiciler. Bu çalışmada mısır tarımına en uygun olan tohum priming yöntemi, hidrasyon işlemiyle kontrol edilen ve önceden çimlenmeyi sağlayarak metabolik faaliyetlerin hızlanmasını sağlayan yeniden kurutma işlemi ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın amacı, priming uygulanan tohumların mısır bitkisinin performansını nasıl artırdığını ve bitkinin fizyolojik süreçlerini teşvik ederek verimleri nasıl iyileştirdiğini araştırmaktır. Burada, kalsiyum klorür ($CaCl_2$) ile muamele edilmiş (primng) tohumlar, priming uygulanmamış olanlara göre daha erken çimlenmiştir. Priming uygulanmış mısır tohumları, su absorpsiyonu için daha etkili olmuştur. $CaCl_2$ ile tohum primingi, çimlenme, erken büyüme, dal sayısı, koçan sayısı ve tane verimi üzerinde önemli etkiler yapmıştır. Büyüme özelliklerindeki bu artış, su ve besinler için rekabeti azaltmaya ve tohum verimindeki iyileşmelere yardımcı olmaktadır. Ayrıca, bu durum tohum priming uygulamasını sulama alanlarında mısır kullanımı için uygun bir seçenek haline getirmektedir. Vertisol toprakta yetiştirilen tohumlar, daha iyi bir bitki gelişimi ve tohum verimi için tohum primingini tercih ederken; litosol topraklardaki tohumlar daha iyi çimlenme ve daha fazla koçan sayısını artırmak için primingi tercih etmektedir.

Castañares ve Bouzo (2018), tarafından yürütülen çalışmanın amacı, farklı osmotik ajanların ve sürelerin kavun çimlenmesi üzerindeki etkilerini; 1) düşük sıcaklık stresi, 2) tuz stresi ve 3) düşük sıcaklık ve tuz stresi koşullarında karşılaştırmaktır. Osmotik ajanlar olarak polietilen glikol 6000, $KNO_3 + K_3PO_4$, $CaCl_2$ ve $NaCl$ kullanılmış ve bunların osmotik potansiyeli -1.5 MPa olarak belirlenmiştir. Priming süreleri 3 ve 6 gün olarak ayarlanmıştır. Çimlenme yüzdesi (GP) ve ortalama çimlenme süresi (MGT) ölçülmüştür. $12^\circ C$ 'de en iyi GP, %14 ile $CaCl_2/3$ -gün ile elde edilmiş, kontrolde çimlenme olmamıştır.

25°C'de en iyi GP, %100 ile CaCl₂/3-gün ile sağlanmıştır. MGT bir gün azalmıştır. -0.7 MPa'da GP, %100 ile CaCl₂/3-gün ve NaCl 3-gün ile elde edilmiştir. -1.0 MPa'da en iyi GP, sırasıyla NaCl ve CaCl₂ ile 3-günde %46 ve %50 olarak kaydedilmiş, kontrol işleminde çimlenme olmamıştır. 12°C ve -1.0 MPa'da en iyi GP, sırasıyla %14 ve %10 ile CaCl₂ /3-gün olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, 12°C'de GP'deki artış, priming kullanımını haklı çıkarmaz. 25°C'de priming, GP'yi artırmış ve MGT'yi azaltmıştır.

Hacisalihoglu ve ark., (2018) tarafından yapılan çalışmada, erken ilkbaharda toprağa ekilen tohumlar sıklıkla çimlenme ve erken bitki büyümesi sırasında toprakta düşük sıcaklık stresi yaşamaktadır. Priming gibi tohum ön işlemleri, bazı tarım ürünlerinde soğuk toprakların olumsuz etkilerini hafifletmeye yardımcı olduğu gösterilmiştir. Ancak, priming'in potansiyel yararlı etkileri Zea mays (mısır) için geniş çapta araştırılmamıştır. Tohum priming etkilerini araştırmak için, 24 farklı mısır iç hat tohumu, Micro-Cel E adlı sentetik katı bir matris kullanılarak priming işlemine tabi tutulmuş ve ardından 10°C toprak koşullarına maruz bırakılmıştır. Altı DSLR kamera, filizlenen fidelerin zaman atlamalı görüntülerini kaydetmiştir. Manuel skorlama, üç fide çıkış metriği üzerindeki priming etkilerini belirlemek için kullanılmıştır. Soğuklama, değerlendirilen 24 genotipten ikisinin toplam çıkışını önemli ölçüde azaltmıştır. Bu genotipler için priming, neredeyse tam çıkış sağlayarak koruma sağlamıştır. Priming, soğuğa hassas genotiplerin ortalama çıkış süresini önemli ölçüde azaltmış ve çıkış uniformitesini artırmıştır. Sonuçlar, soğuğa hassas genotiplerin priming ön işleminden fayda sağlayabileceğini öne sürmektedir.

Farooq ve ark., (2018) tarafından yapılan çalışmada, ayçiçeği ve mısırın fide çıkışı ve erken fide büyümesini iyileştirmek amacıyla sorgum su ekstraktı (SWE) kullanılarak tohum priming potansiyeli araştırılmıştır. Deneyle, (i) kontrol, (ii) hidropriming, (iii) %1 SWE ile tohum priming, (iv) %1.5 SWE ile tohum priming, (v) %2 SWE ile tohum priming, (vi) %2.5 SWE ile tohum priming, (vii) %3 SWE ile tohum priming ve (viii) %1 (w/v) kalsiyum klorür ile tohum priming olmak üzere çeşitli uygulamalardan oluşmuştur. Sonuçlar, tohumlara uygulanan çeşitli priming uygulamalarının, ayçiçeği ve mısırın bitki başına yaprak sayısı, bitki boyu, kök uzunluğu, sürgün uzunluğu, kök kuru ağırlığı ve sürgün kuru ağırlığı üzerinde önemli etkilerde bulunduğunu ortaya koymuştur. Mısırdaki, %1-1.5 SWE ve kalsiyum klorür ile tohum priming, kök/sürgün kuru ağırlığındaki iyileşme için faydalı olmuştur. Ayçiçeğinde, tohumlar %2.5 SWE ile priming

yapıldığında kök kuru ağırlığı en yüksek olmuşken, diğer SWE konsantrasyonları ile tohum primingi ayçiçeği sürgün kuru ağırlığının iyileşmesi için eşit derecede yararlı olmuştur. Özetle, mısır ve ayçiçeği fide büyümesini iyileştirmek için kalsiyum klorür ve %1 ile %3 arası SWE ile tohum primingi tercih edilmelidir.

Bhargaw ve ark., (2019) tarafından yürütülen çalışmada, haloprining, osmoprining ve hidropriming tekniklerinin taze ve hızlandırılmış yaşlanma uygulanmış bebek mısır tohumları üzerindeki etkilerini incelemek için yapılan çalışmada, farklı dozlarda ve sürelerde priming çözeltisi test edilmiştir. Kontrol grubu olarak işaretlenen T0-Unprimed, T1 Distile Su 12 saat, T2 Distile Su 24 saat hidropriming, T3 KNO₃ %1 12 saat, T4 KNO₃ %1 24 saat osmo priming, T5 CaCl₂ %1 12 saat ve T6 CaCl₂ %1 24 saat halo priming şeklinde gruplar belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, tüm priming uygulanan tohumların, taze ve yaşlanmış her iki tohum grubunda da çimlenme yüzdesi, fide boyu, fide kuru ağırlığı ve canlılık indeksi I ve II açısından birbirinden önemli farklılıklar gösterdiği gözlemlenmiştir. Özellikle, 24 saat hidropriming ile muamele edilen tohumların, yukarıda belirtilen tüm parametrelerde her iki tohum grubunda da maksimum değerleri gösterdiği belirlenmiştir.

Choukri ve ark., (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, mikroelementlerin tarımsal ürün verimliliği ve kalitesini artırma konusunda önemli roller oynadığı vurgulanmıştır. Mikrobesein elementlerinin sağlanmasında geleneksel yöntemler olan toprak ve yaprak uygulamaları, dünya genelinde çoğu tarımsal alanda maliyet ve fitotoksosite riskleri nedeniyle önemli zorluklar oluşturmaktadır. Nutri-priming bu nedenle bitkilerin mikrobesein ihtiyaçlarının karşılanması için çok umut verici ve uygulanabilir bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışma, yaygın fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.)'nin çimlenme, büyüme ve verim bileşenleri üzerine Mo-priming etkilerini araştırmaktadır. Araştırma amacına ulaşmak için çalışma iki aşamaya bölünmüştür. İlk aşama, Mo-priming'in çimlenme parametreleri üzerindeki etkilerini belirlemeyi amaçlamakta ve iki süre (5 ve 10 saat) incelenmiştir. Daha sonra, daha iyi çimlenme performansı gösteren primlenmiş tohumlarla bir sera saksı deneyi yapılarak, biyolojik azot fiksasyonu ve ürün verimi ile ilgili belirli parametreler üzerinde Mo-priming etkileri değerlendirilmiştir. Beş tohum ön işlemi incelenmiştir: 0, 0.025, 0.05, 0.1 ve 0.2% amonyum heptamolibdat ((NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O). Kontrol grubu olarak, önerilen doz ile veya doz olmadan toprak uygulaması yapılan işlem görmemiş tohumlar kullanılmıştır.

Hidropriming, tohum çimlenme performansını iyileştirmek için yeterli bulunmuştur. Ancak, %0.1 Mo-priming 10 saat süreyle uygulandığında, net CO₂ asimilasyon oranı, klorofil içeriği ve biyolojik azot fiksasyonu iyileşmiştir. Bu bitkilerde, kontrollere kıyasla altı kat daha fazla azot fikse edilmiş (65.8 kg ha⁻¹) ve tohum verimi kontrole göre %115 artmıştır. Böylece, toprak uygulamasına kıyasla, nutri-priming çok etkili bir deneysel yöntem olarak değerlendirilmiştir.

Ladumor ve ark., (2019) tarafından yapılan çalışmada, mısırdaki (*Zea mays* L.) çeşitli dozlarla çinko (Zn) uygulama yöntemleri incelenmiştir. Uygulanan yöntemler arasında tohum priming (1, 2 ve 3%), tohum uygulaması (2, 4 ve 6 g kg⁻¹ tohum), toprak uygulaması (4, 6 ve 8 kg ha⁻¹) ve yaprak uygulaması (0,25, 0,50 ve 0,75%) bulunmaktadır ve her biri üç seviyede gerçekleştirilmiştir. % 0.75 yaprak uygulaması başlangıçta fitotoksisteye neden olmuş, ancak 8-10 gün sonra fitotoksiste kaybolmuştur. Zn uygulama yöntemi ve düzeyinden bağımsız olarak, mısırın büyüme, verim, Zn içeriği ve kalitesi, mutlak kontrol üzerinde önemli ölçüde artırılmıştır. Tohum uygulaması, en ekonomik Zn uygulama yöntemi olarak bulunmuştur. Kg başına 4 g Zn ile yapılan tohum uygulaması, en yüksek mısır tane verimini, net gelirleri üretmiş ve mısır taneleri insan tüketimi için biofortifikasyonlu bir Zn kaynağı olarak uygun hale getirilmiştir. Maksimum kalıcı elemental Zn, %0.75 Zn ile yapılan yaprak uygulaması nedeniyle toprakta bulunmuştur. Ancak, kg başına 4 g Zn ile tohum uygulaması, tarımsal uygulamalar için çevre dostu ve sürdürülebilir bir Zn uygulama yöntemi olarak uygun bulunmuştur.

Nciizah ve ark., (2020) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, Güney Afrika'da mikrobelerin eksikliği, tarım ürünü verimliliği üzerinde büyük bir kısıtlama olarak belirtilmiştir. Mikrobelerin yetersiz topraklarda bitki gelişimini önemli ölçüde iyileştirebilecek agronomik müdahalelerden biri olan priming uygulaması prosedürlerin etkinliğine bağlıdır. Laboratuvar ve sera çalışmaları, Zn, B ve Mo'nun NSP konsantrasyonunun ve priming süresinin mısır çimlenmesi, fide çıkışı ve erken büyüme üzerindeki etkilerini belirlemek için yapılmıştır. Laboratuvar deneyi için beş konsantrasyon: %0.01, %0.05, %0.1, %0.5 ve %0 (kontrol) ile üç priming süresi: 24 saat, 12 saat ve 8 saat kullanılmış, sera deneyinde ise %0.5 konsantrasyon ve 8 saat süre hariç tutulmuştur. Tohum priming süresi, konsantrasyon seviyeleri ve bunların etkileşimleri çimlenme yüzdesi (GP), çimlenme hızı (GR), çimlenme hız katsayısı (CVG), çimlenmeye

kadar geçen günler (DG) ve ortalama çimlenme süresi (MGT) üzerinde önemli ($P < 0.05$) etkilere sahiptir. Bu parametreler, mikrobelerin düşük konsantrasyonunda daha uzun süre priming yapılarak iyileştirilmiştir. Benzer şekilde, sera koşullarında, en düşük konsantrasyonda ancak en uzun süre için yapılan priming, kontrol ile karşılaştırıldığında fide çıkışını %50 oranında daha erken sağlamıştır. %0.01 Bo ile yapılan priming, fide çıkışına kadar geçen gün sayısını %94 oranında azaltmış, taze ve kuru fide ağırlığı ile klorofil içerik indeksini sırasıyla %29, %47 ve %58 oranında artırmıştır. Daha erken fide çıkışı, kontrol ile karşılaştırıldığında üstün taze ve kuru fide kütlesi ile daha yüksek sürgün ve kök kütlesine de katkıda bulunmuş olabilir. Ayrıca, priming uygulaması klorofil içerik indeksini artırmış, bu da nihayetinde daha iyi sürgün büyümesine yol açmış olabilir. Bu durum, optimum mikrobelerin konsantrasyon seviyeleri ve uygun priming süresi ile priming uygulamasının çimlenme ve fide büyümesini iyileştirebileceğini ve dolayısıyla verim parametrelerinin maksimize edilmesine yardımcı olabileceğini önermektedir.

Neto ve ark., (2020) tarafından yapılan çalışmada, tarımda sürdürülebilir mikrobelerin sağlamak amacıyla nanogübrelerin giderek daha fazla araştırıldığı belirtilmiştir. Tohumların ekimden önce nanogübrelerle önceden işlem görmesi, nanopartikül (NP) gübrelerin hedef dışı dağılımıyla ilgili endişeleri azaltmaktadır; ancak, priming formülasyonları ve konsantrasyonları, çimlenme inhibisyonu ve toksisiteyi önlemek amacıyla dikkatlice seçilmelidir. Bu çalışmada, mısır tohumlarının çimlenme ve fide gelişimi üzerine ZnO NP'ler, ZnO tozu ve ZnCl₂ ile yapılan tohum priming işlemlerinin etkileri araştırılmıştır. Etkileri değerlendirmek için steril tohumlar, üç Zn kaynağı için 0, 20, 40, 80, 160 mg L⁻¹ Zn içeren priming çözeltilerine daldırılmıştır. Sekiz saatlik priming sonrasında tohumlar, çimlenme kağıdı üzerinde 5 gün boyunca çimlenme ve canlılık açısından değerlendirilmiştir. Kök ve sürgün uzunlukları ölçülmüş, taze ve kuru biyokütle değerleri belirlenmiştir. Kontrole kıyasla, ZnO NP ve ZnCl₂ ile yapılan tohum priming işlemleri faydalı etkiler göstermiştir. ZnO NP ile yapılan tohum priming, fide büyümesini iyileştirmede konsantrasyona bağlı bir profil sergilemiş, en büyük yararını 80 mg L⁻¹'de sağlamış, sırasıyla kontrol değerlerine göre %17, %25 ve %12 daha yüksek çimlenme, kök uzunluğu ve kuru biyokütle üretimi değerleri sunmuştur. Buna karşın, toz ZnO ile işlem gören tohumlar kontrol ile farklılık göstermemiştir. Bu bulgular, mısır fidelerine, örneğin çinko gibi, gerekli mikrobelerin

sağlanmasında NP-tohum priminginin bir alternatif olarak kullanılabileceğini desteklemektedir.

Mohammed ve Pekşen (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, iki buğday çeşidinin (İmam 29 mg/kg Zn ve Altındane 25.5 mg/kg Zn içeriği) erken büyüme aşamaları üzerine tohum priming (2.5 ve 5 mM) ve kaplama (1.5, 2.5 ve 5 g Zn/kg tohum) uygulamalarının çimlenme ve fide büyüme parametreleri üzerindeki etkileri 20-25°C sıcaklık ve %70 RH nem koşullarında kontrollü büyüme odasında belirlenmiştir. Her uygulamada, çimlenme oranını belirlemek için 25 tohum Petri kaplarına yerleştirilmiş ve düşük Zn içerikli 700 g alüvyon toprağı içeren saksılara ekilerek 21 gün boyunca fide büyümesi izlenmiştir. Sonuçlar, özellikle yüksek dozda (5 mM) Zn ile yapılan tohum priming'in, düşük Zn dozu (2.5 mM) ve hidropriming ile karşılaştırıldığında her iki buğday çeşidinde tohum çimlenmesi, ortalama çimlenme süresi ve fide büyüme parametreleri üzerinde nispeten olumlu etkiler yaptığını göstermiştir. Özellikle düşük Zn konsantrasyonunda (1.5 g Zn/kg tohum) ve daha az Zn içeriğine sahip Altındane'de yapılan tohum kaplama işlemi, her iki buğday çeşidi için işlem görmemiş tohumlarla karşılaştırıldığında çimlenme parametrelerini iyileştirdiği görülmüştür. Sonuç olarak, Zn ile tohum priming ve kaplama işlemleri, özellikle düşük Zn içerikli çeşitte, yüksek olanına kıyasla çimlenme ve fide büyüme parametreleri üzerinde daha belirgin etkiler göstermiştir. En düşük konsantrasyonlu (1.5 g Zn/kg tohum) Zn ile kaplanmış tohumlar, buğday fide büyümesi üzerinde olumlu etkiler yapmanın yanı sıra düşük maliyetli ve çevre kirliliğini önleme açısından güvenli bir yöntem olarak öne çıkmıştır.

Tamindžić ve ark., (2020) tarafından yapılan bir çalışmada, iyi bir bitki gelişiminin yüksek verim elde etmek için önemli olduğu ve iyi bitki gelişimini engelleyen faktörler arasında zamanında yapılmayan ekim ve düşük tohum kalitesinin yanı sıra ekim sonrası çeşitli olumsuz büyüme koşullarının bulunduğu belirtilmiştir. Tohuma priming uygulaması, çimlenmenin iyileştirilmesi, ekimden çıkışa kadar geçen sürenin azaltılması ve çıkış homojenliğinin artırılması için kullanılan bir ön uygulama tekniğidir. Araştırma, su ve çinko ile tohum muamelesinin mısır tohumunun kalitesi ve canlılığı üzerindeki etkilerini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Bu amaçla, su (hidropriming) ve 4 mM çinko sülfat ile muamele edilen dört mısır hibridinin tepkilerini değerlendirmek üzere, muamele edilen (priming) tohumlar laboratuvar testlerine tabi tutulmuştur; bunlar çimlenme testi, soğuk testi ve hızlandırılmış yaşlanma testidir. Her iki priming işlemi de tohum kalitesini

artırmıştır, ancak çinko ile muamelenin faydalı etkisi, soğuk muameleli ve yaşlanmış tohumlarda hidropriminge kıyasla daha büyük ölçüde korunmuştur. NS 4023 hibritinin yaşlı tohumundaki hidroprimingin canlılık üzerindeki olumsuz etkileri, muamele edilen mısır tohumunun geç ekimlerde herhangi bir kısıt oluşturabileceğini düşündürmektedir.

Gnawali ve Subedi (2021) tarafından yapılan araştırma, düşük su potansiyeli ortamında çimlenmeyi zorlaştıran emilim bozukluğuna karşı mısır tohumlarının çimlenmesini artırmak amacıyla gibberellik asit (GA3) ile tohum priming uygulamasını analiz etmeyi amaçlamıştır. GA3 ile tohum priming işlemi 0, 50, 100, 150 ve 200 ppm dozlarında 12 saat süreyle yapılmış ve NaCl çözeltisi kullanılarak 0, 0.15, 0.50, 1.05 ve 1.75 MPa düzeylerinde kuraklık koşullarına tabi tutulmuştur. Çalışma son gününde çimlenme yüzdesi, ortalama çimlenme süresi, çimlenme indeksi, göreceli su içeriği, fide canlılık indeksi, kök uzunluğu ve sürgün uzunluğu gibi farklı çimlenme parametreleri belirlenmiştir. Sonuçlar, tüm çimlenme parametrelerinin düşük su potansiyelinden olumsuz etkilendiğini göstermiştir. GA3 ile yapılan her düzeydeki muamele (priming), tüm parametreleri hızlandırmıştır. Özellikle, 100 ppm GA3 muamelesi, 1.75 MPa altında çimlenme süresini muamele edilmemiş tohumlara kıyasla 35 saat azaltmıştır. Ayrıca, 200 ppm GA3 ile muamele edilen tohumlar, 1.05 MPa altında muamele edilmemiş tohumlara göre 2.9 cm'den 6.4 cm'ye çıkan sürgün uzunluğu ile artış göstermiştir. Bu bulgular, GA3 muamelesinin (priming), düşük su potansiyeli koşullarında mısır fidesi çıkışı için en iyi yöntem olduğunu ve tuzlu ve kurak koşullarda çıkış oranını artırmak için düşük maliyetli ve basit bir yaklaşım olarak kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Anwar ve ark., (2021) tarafından yapılan çalışma, farklı tarım ürünlerinde çeşitli abiyotik stres koşullarında tohum ve fide performansını iyileştirmek için tohum priminginin etkili bir ön-çimlenme canlandırma tekniği olduğunu kanıtlamıştır. Soğuk stres altında kışlık pirinç çeşitlerinin fide çıkışını, büyümesini, canlılığını ve hayatta kalma oranını artırmada farklı tohum priming tekniklerinin etkinliğini değerlendirmek amacıyla, Bangladeş Tarımsal Üniversitesi Agronomi Bölümü'nde Aralık 2018'den Ocak 2019'a kadar bir saksı deneyi yapılmıştır. Deney iki faktörden oluşmuştur; (A) Kışlık pirinç çeşidi olarak i) BRR1 dhan29 ve ii) BRR1 dhan36; (B) Tohum priming ajanı olarak i) Kontrol (priming yapılmamış), ii) 20000 ppm NaCl, iii) 30000 ppm NaCl, iv) 20000 ppm KCl, v) 30000 ppm KCl, vi) 20000 ppm CaCl₂, vii) 30000 ppm CaCl₂, viii) 50 ppm CuSO₄, ix) 75 ppm CuSO₄, x) 10000 ppm ZnSO₄, xi) 15000 ppm ZnSO₄, xii) 2 ppm

Na₂MoO₄, xiii) 3 ppm Na₂MoO₄, xiv) 100 ppm PEG (Polyethylene glycol 4000) ve xv) 150 ppm PEG. Tohumlar, farklı soğuk stres aşamalarına maruz kalmaları için 1 Aralık ve 1 Ocak tarihlerinde iki farklı tarihte ekilmiştir. Sonuçlar, tohum priminginin çoğu durumda fide çıkış oranı (%), kök uzunluğu, sürgün uzunluğu, kök sürgün oranı, kök kuru ağırlığı, sürgün kuru ağırlığı, fide kuru ağırlığı ve hayatta kalma oranı (%) üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu göstermiştir. Priming ajanları arasında KCl ve CaCl₂ en iyi performansı gösterirken; NaCl ve PEG ile yapılan priming, her iki ekim tarihi için de priming yapılmamış duruma göre avantaj sağlamamıştır. Genel olarak, BRRİ dhan36, soğuk stresine daha yüksek toleransı nedeniyle BRRİ dhan29'a göre fide büyümesi açısından daha iyi performans göstermiştir. Ancak, her iki çeşit de çıkış oranı ve hayatta kalma oranı açısından benzer performans göstermiştir. Böylece, priming, kışlık pirinçte soğuk stres altında tohum çimlenmesini artırmak, daha iyi fide büyümesini sağlamak ve daha yüksek fide hayatta kalma oranına ulaşmak için etkili bir araç olarak değerlendirilebilir ve KCl (20000 ppm) veya CaCl₂ (20000 ppm) uygun bir priming ajanı olarak düşünülebilir.

Tamindzic ve ark., (2021) tarafından yapılan çalışmada, tohum primingi ile bitkilere mikrobesein sağlamanın fide canlılığını artırdığı ve tarım ürünü verimlerini yükselttiği belirtilmiştir. Sırbistan'ın Pančevo şehrinde, bitki tarafından alınabilir Zn yetersizliği gösteren kireçli çernozyem toprak üzerinde yetiştirilen üç mısır hibritinin saha performansını incelemek amacıyla iki yıllık bir alan denemesi gerçekleştirilmiştir. Tohum priming işlemleri; kontrol (priming yapılmamış), su ile priming ve 4 mM çinko sülfat su çözeltisi ile priming olarak belirlenmiştir. Tohum primingi, erken bitki büyümesi, bitki boyu, verim bileşenleri, tahıl verimi ve tahıl Zn konsantrasyonu üzerinde önemli etkiler göstermiştir. Zn-priming, bitki büyümesini teşvik etmiş ve nihai bitki boyunu artırmıştır. Çeşitli yağış koşulları ve test edilen üç mısır hibridi ile iki yetiştirme sezonu boyunca, Zn-priming, kontrol ile karşılaştırıldığında tane veriminde ortalama %18, su ile priming ile karşılaştırıldığında ise %8.4 artış sağlamıştır. Bitki büyüme parametreleri, tane verimi bileşenleri ve tane verimi arasında önemli bir ilişki tespit edilmiştir. Zn-priming, az yağış alan sezonda iki hibritte ve ikinci sezonda bir hibritte tane Zn konsantrasyonunu artırmıştır. Sonuçlar, yükseltilmiş Zn içeriğine sahip tohumların, kireçli çernozyem üzerinde yetiştirilen mısırın genel saha performansını iyileştirebileceğini göstermektedir.

El-Sanatawy ve ark., (2021) tarafından yapılan araştırma, su açığı stresinin, özellikle ani iklim değişiklikleri altında sürdürülebilir tarıma büyük kısıtlamalar getirdiğini vurgulamaktadır. Bu nedenle, özellikle mısır gibi hassas bitkiler için kuraklığa dayanıklılığı iyileştirmek adına çevre dostu yaklaşımlar bulmak hayati önem taşımaktadır. Bu çalışma, çeşitli sulama rejimleri altında mısırın fide canlılığı, tahıl verimi ve su kullanım verimliliği (WUE) üzerine tohum halo-priming etkisinin değerlendirilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar denemeleri, tohumların çimlenme ve fide canlılığı parametreleri üzerinde, 4000 ve 8000 ppm NaCl çözeltisi kullanarak yapılan tohum halo-priming ile işlem görmemiş tohumların etkisini değerlendirmiştir. Tarla denemeleri, aşırı (tahmini bitki buharlaşma transpirasyonunun, ETC, %120'si), normal (%100 ETC) ve açık (%80 ve %60 ETC) sulama rejimleri altında halo-priming işlemlerinin mısır verimi ve WUE üzerindeki etkisini incelemiştir. %20 fazla sulama, önemli ölçüde daha fazla tane verimi üretmemiş ancak WUE'yi önemli ölçüde azaltmıştır. Açık sulama (%80 ve %60 ETC), tane verimi ve özelliklerini kademeli olarak azaltmıştır. Özellikle 4000 ppm NaCl kullanılarak yapılan halo-priming işlemleri, uniformite ve çimlenme hızını artırmış, çimlenme yüzdesi ve çimlenme indeksini yükseltmiş ve işlem görmemiş tohumlara kıyasla daha canlı ve ağır kuru ağırlığa sahip fideler üretmiştir. Tarla koşullarında, özellikle 4000 ppm NaCl ile halo-primed tohumlardan türeyen bitkiler, açık sulama rejimleri altında işlem görmemiş tohumlara kıyasla daha yüksek tahıl verimi ve WUE göstermiştir. Özellikle 4000 ppm NaCl ile yapılan tohum halo-priming, uzun süreli stres hafızasını tetikleyerek mısır fidesi kurulumunu, tahıl verimini ve WUE'yi teşvik etmiş ve sonuç olarak kuraklık stresinin yıkıcı etkilerini hafifletmiştir.

Choukri ve ark., (2022) tarafından yapılan çalışmada, tarımda mikrobeselementi uygulamalarının toprak uygulaması, yaprak püskürtmesi veya tohum işlemleri şeklinde gerçekleştirildiği belirtilmiştir. Tohum işlemleri, kolay kullanımı, çevre dostu oluşu, maliyet etkinliği ve çeşitli çevresel stres faktörlerine karşı etkinliği nedeniyle cazip bir seçenek olarak öne çıkmaktadır. Bu tekniklerin etkinliğini değerlendirmek amacıyla iki çalışma yapılmıştır ve bu çalışmalarda mısırın (*Zea mays* L.) çimlenme hızı, verim ve biyo-güçlendirme üzerine Zn-priming tekniğinin etkisi araştırılmıştır. İlk laboratuvar deneyi, Zn-priming'in çimlenme parametreleri üzerindeki etkisini üç zaman diliminde (8, 16 ve 24 saat) değerlendirmiştir. İkinci deney, 24 saatlik priming işleminden elde edilen 10 tohum kullanılarak bir serada gerçekleştirilmiştir. Beş farklı tohum ön işlemi (0, 0,1,

0,5, 1 ve 2% çinko sülfat heptahidrat ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$) toprak uygulaması ile sağlanan önerilen doz (5 ppm Zn, 5-9 yaprak aşamasında) ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, tüm tohum priming işlemleri dahil olmak üzere, hidro-priming'in tohum çimlenme performansını iyileştirdiğini göstermiştir. Zn-priming, özellikle 0,5% Zn sülfat ile 24 saat boyunca işlem gören fidelerde, tane verimini %47 ve Zn içeriğini %15 oranında artırmıştır. Her iki teknikten elde edilen sonuçların karşılaştırılması, Zn-priming'in geleneksel doğrudan toprak uygulamasına göre çok daha etkili olduğunu ortaya koymuştur.

Rex Immanuel (2022) tarafından yürütülen çalışmada, mısırın (*Zea mays L.*) gıda ve beslenme güvenliği ile kaynakları sınırlı küçük ölçekli çiftçilerin geçim kaynaklarını sağlamada önemli bir rol oynadığı belirtilmiştir. Hindistan'da, çoğu geleneksel çeşit yerini hibritlere bırakmıştır. Ancak, yağmur beslemeli agro-ekosistemlerde hibrit mısır üretkenliği, özellikle kuraklık olmak üzere çeşitli iklim kaynaklı abiyotik streslere karşı hassastır ve bu durum sıklıkla ürün verimini ciddi şekilde etkilemektedir. Tohumların yağmura bağlı koşullarda nem stresine dayanıklılığını artırmak amacıyla yapılan hidrasyon ile fizyolojik ön muamele uygulanmaktadır. Bu nedenle, 2018 kurak döneminde, Tamil Nadu, Annamalai Nagar'daki Annamalai Üniversitesi Ziraat Bölümü'nde laboratuvar deneyleri yapılarak hibrit mısırın çimlenme, büyüme ve fizyolojik durumları üzerine tohum ön uygulamaların (priming) etkisi değerlendirilmiştir. T1 – Tam kontrol, T2 – Saf su ile muamele, T3 – Cycocel @ 250 ppm, T4 – Cycocel @ 500 ppm, T5 – $CaCl_2$ @ 1%, T6 – $CaCl_2$ @ 2%, T7 – KCl @ 1%, T8 – KCl @ 2%, T9 – KH_2PO_4 @ 1%, T10 – KH_2PO_4 @ 2%, T11 – $ZnSO_4$ @ 100 ppm, T12 – $ZnSO_4$ @ 200 ppm, T13 – $MgSO_4$ @ 100 ppm ve T14 – $MgSO_4$ @ 200 ppm olmak üzere on dört işlem uygulanmış ve her biri üç tekrarlanmıştır. Her tohum priming işlemi, çimlenme, fide canlılığı ve fizyolojik tepkilerde önemli değişikliklere neden olmuştur. Bunlar arasında, $CaCl_2$ işlemi, kontrol ile karşılaştırıldığında çimlenme (96.00 %), çimlenme enerjisi (94.67 %), %50 çimlenme süresine ulaşma (2.3 gün), çimlenme değeri (1.86), çimlenme hızı (6.8 gün), ortalama çıkış süresi (3.2 gün), hız katsayısı (167) ve çimlenme indeksi (38.5) üzerinde önemli ölçüde olumlu etki yapmıştır. Aynı şekilde, bu işlem sürgün uzunluğu (21.20 cm), kök uzunluğu (13.82 cm), sap kalınlığı (7.67 mm), fide taze ağırlığı (4.22 g), fide kuru ağırlığı (0.46 g), R/S (uzunluk) oranı (0.65), R/S (kuru ağırlık) oranı (0.74), nem içeriği (89.10 %), RWC (95.92 %), fide canlılığı (Uzunluk) indeksi

(3360) ve fide canlılığı (Kütle) indeksi (44.16) gibi büyüme ve fizyolojik parametreleri önemli ölçüde etkilemiştir. Böylece, %2 CaCl₂ uygulamasının, hibrit mısırın tohum primingi için kullanılabilceği bildirilmiştir.

Adhikari ve Subedi (2022) tarafından yapılan çalışmada, Nepal'de ikinci en önemli temel gıda maddesi olan mısırın (*Zea mays*), ilkbahar ve yaz aylarında çoğunlukla sırt alanlarda yetiştirildiği ve bu nedenle erken fide aşamalarında nem stresiyle karşılaştığı belirtilmiştir. Tohum priminginin bu sorunu çözmek için etkili bir teknik olduğu kanıtlanmıştır. Mısırın erken gelişim tepkisi, hidropriming, üç farklı PEG konsantrasyonu (%10, %15, %20), üç farklı GA3 konsantrasyonu (50 ppm, 75 ppm, 100 ppm) ve kontrol grubunun stresli ve stres olmayan ortamlarda 10% PEG kullanılarak incelenmiştir. Çalışma Lamjung Kampüsü Agronomi Laboratuvarı'nda yürütülmüştür. GA3, 100 ppm'de %91.6 çimlenme oranı ile çimlenme yüzdesini iyileştirmede etkili olmuştur. Ancak, stresli ortamda çimlenmede %16'lık önemli bir azalma gözlemlenmiştir. GA3 @ 50 ppm, stres olmayan ortamda en düşük ortalama çimlenme süresine (MGT) sahipken, artan GA3 konsantrasyonu stresli ortamda çimlenmeyi hızlandırmıştır. PEG için de benzer şekilde artan konsantrasyonun çimlenmeyi hızlandırdığı gözlemlenmiştir. Stres olmayan ortamda dengeli bir kök sürgün oranı (1.00) gözlemlenirken, stres ortamında R oranı (1.51) artmış, bu da stres altında kök gelişiminin ilerlemesini göstermiştir. Her iki ortamda da %20 PEG ile işlem görmüş tohumlarda en düşük SVI gözlemlenmiştir. GA3 primingi, çimlenme inhibitörlerine karşı koyma ve metabolik plastisiteyi osmotik ayarlamalara kıyasla hızlandırma etkisi nedeniyle stres ortamında çimlenme üzerinde daha iyi bir etkiye sahiptir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Deneme Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama alanında bölünmüş parseller deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Denemede 3 ticari mısır çeşidi (MAY M17G17, DEKALB DKC6980 ve PIONEER 2105) kullanılmıştır.

Tohumlara ekim öncesi uygulanmak üzere Saf su, % 0,5 lik $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, % 0,5 lik $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ ve 100 ppm GA3 çözeltileri hazırlanmıştır.

3.1.1. Deneme Kullanılan Toprağın Özellikleri

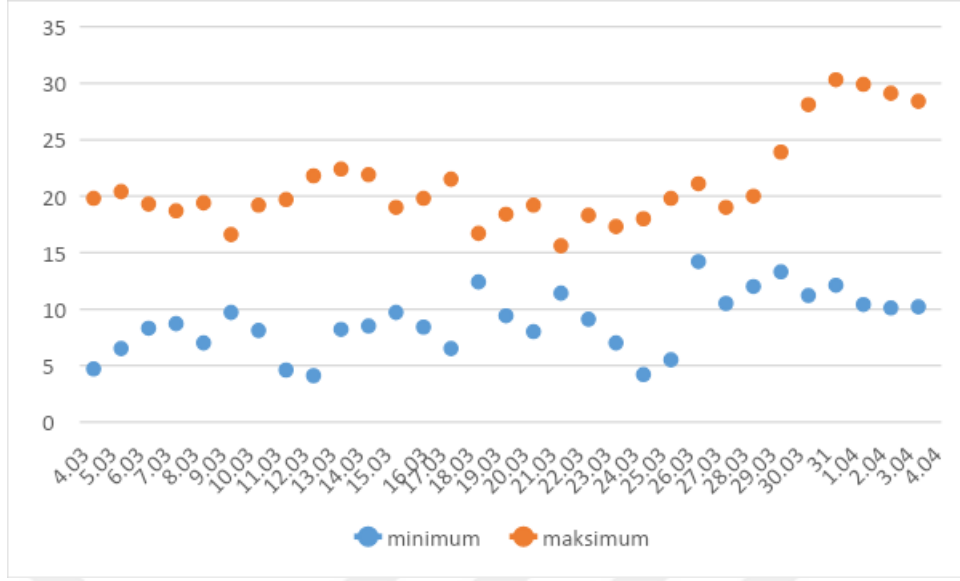
Denemede kullanılan toprağa ait bazı özellikler Çizelge 3.1' de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme toprağının özellikleri

Toprak Özellikleri	Analiz Sonucu	Sınır Değerler	Değerlendirme
Azot(%)	0,12	0,9-0,32	Yeterli
Fosfor (mg/kg)	49,82	10-80	Yüksek
Potasyum (mg/kg)	504,40	110-900	Yüksek
Kalsiyum (mg/kg)	8137	2000-8000	Yüksek
Demir (mg/kg)	7,8	4.5-8	Yeterli
Bakır (mg/kg)	3,8	>0,3	Yeterli
Mangan (mg/kg)	10,15	14-50	Düşük
Çinko (mg/kg)	0,53	0,7-8	Düşük
Magnezyum (mg/kg)	1490	160-480	Yüksek
pH Alkali	7,95	7,5-8,5	Hafif
EC ($\mu S/m$)	1,10	-	Çok Hafif Tuzlu

3.1.2. Deneme Süresince Gerçekleşen Sıcaklık Değerleri

Deneme süresince kaydedilen maksimum ve minimum sıcaklık değerleri Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Deneme süresince kaydedilen maksimum ve minimum sıcaklık değerleri

Deneme süresince maksimum ve minimum sıcaklık değerleri dalgalı bir seyir göstermiş, minimum sıcaklıklar 4,1 ile 14,2 derece arasında değişirken maksimum sıcaklıklar 15,6 ile 30,3 derece arasında değişmiştir. 25 Marttan sonra minimum sıcaklıklar 10 derecenin, maksimum sıcaklıklar 20 derecenin üzerine çıkmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme Yöntemi

Her bir uygulama için 100 g. tohum tartılmış, uygulama öncesi tohumlar iyice yıkanmış ve ardından 500 ml saf su, çinko sülfat ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ (% 0,5)), kalsiyum klorür ($CaCl_2 \cdot 2H_2O$ (% 0,5)) ve Gibberellik asit (GA3 (100 ppm)) çözeltileri içinde 16 saat bekletilmiştir. Kontrol uygulaması için herhangi bir uygulama yapılmamıştır. Süre sonunda tohumlar saf su ile üç defa yıkanarak kâğıt havlu ile kurulanmış ve kâğıt havlu üzerinde başlangıç ağırlığına gelinceye kadar kurutulmuştur.

Deneme için ağız genişliği 20 cm derinliği 17 cm olan 5 litrelik saksılar kullanılmıştır. Saksıların üstten 3 cm sulama boşluğu bırakacak şekilde 3850 g. kuru toprak aldığı belirlenmiş, her bir saksıya 2750 gram elenmiş toprak konularak ardından ekim yapılmış ve tohumların üzerini 4 cm kapatacak şekilde 1100 g. toprak eklenmiş, böylece tüm tohumların eşit derinlikte olması sağlanmıştır. Ekim 4 Mart 2024 tarihinde yapılmış ve toprağı doygun hale getirmek için gereken su miktarı (1750

ml/saksı) verilerek sulama yapılmıştır. Sulamayla birlikte 160 mg/kg Amonyum sülfat gübresi verilmiştir. Saksılar sık sık kontrol edilerek gerekikçe sulama yapılmıştır. 27 Mart tarihinde bir kez daha 160 mg/kg olacak şekilde Amonyum sülfat gübresi verilmiştir. Tüm uygulamalarda bitkiler 3 yaprak dönemine ulaştıktan sonra 6 Nisan 2024 tarihinde sökülme işlemi gerçekleştirilmiştir.

Denemede çeşitler ana parselleri, tohuma yapılan uygulamalar (priming) (1- Kontrol, 2-Su, 3-ZnSO₄.7H₂O (%0,5), 4- CaCl₂.2H₂O (% 0,5) , 5- GA₃ (100 ppm) alt parselleri oluşturmuştur. Her uygulama için 4 tekerrürlü olarak her saksıya 25 tohum ekilerek, çıkışla ilgili gözlemler yapıldıktan sonra her saksıda 5 bitki bırakılmıştır. Bitkiler V3 döneminde hasat edilerek gerekli ölçümler yapılmıştır.

3.2.2. İncelenen Özellikler

Çıkışlar tamamlanincaya kadar günlük sayımlar yapılarak çıkış özellikleri aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

1. **Çıkış Oranı**= $\sum n/N \times 100$
2. **Ortalama çıkış Süresi** = $\sum (Dn)/\sum n$
3. **Çıkış indeksi**= $\sum (n/D)$

n= çıkan bitki sayısı D= sayım yapılan gün sayısı N=Ekilen tohum sayısı

Çıkış tamamlandıktan sonra her saksıda 5 bitki bırakılarak aşağıdaki ölçümler bu bitkilerde yapılmıştır.

4. **V3 Dönemine ulaşma süresi:** Saksıdaki bitkilerde ekimden itibaren 3. Yaprığın yakacağı belirgin hale geldiği süre gün olarak belirlenmiştir.
5. **Sap uzunlukları:** V3 döneminde bitkiler sökülerek yıkandıktan sonra sap uzunlukları sapın başlangıç noktasından en uzun yaprağın ucuna kadar cm olarak belirlenmiştir.
6. **Kök uzunlukları:** V3 döneminde bitkiler sökülerek yıkandıktan sonra kök uzunlukları kökün başlangıç noktasından bitiş noktasına kadar ölçülerek uzunluğu cm olarak belirlenmiştir.

7. **Sap kuru ağırlıkları:** 70 °C'de sabit ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulduktan sonra hassas teraziyle ağırlıkları tartılıp sap kuru ağırlıkları g/bitki olarak belirlenmiştir.
8. **Kök kuru ağırlığı:** 70 °C'de sabit ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulduktan sonra hassas teraziyle ağırlıkları tartılıp kök kuru ağırlıkları g/bitki olarak belirlenmiştir.
9. **Kök/sap oranı:** Kök kuru ağırlığı sap kuru ağırlığına bölünerek hesaplanmıştır.
10. **Toplam kuru ağırlık:** 70 °C'de sabit ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulduktan sonra hassas teraziyle ağırlıkları tartılan sap ve kök kuru ağırlıkları toplamı g/bitki olarak belirlenmiştir.

3.2.3. Verilerin Değerlendirilmesi

Elde edilen veriler varyans analizine tabii tutularak önemli bulunan özelliklerin karşılaştırılması Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılarak yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Çıkış Oranı (%)

Yapılan araştırma sonucunda belirlenen çıkış oranına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Çıkış oranına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Olasılık
Tekerrür	3	0,31667	0,10556	0,6129	0,6312
Çeşit	2	0,3	0,15	0,8710	0,4655
Uygulama	4	0,23333	0,05833	0,2121	0,9300
Çeşit x Uygulama	8	1,86667	0,23333	0,8485	0,5673
Hata1	6	1,03333	0,17222	0,6263	0,7081
Genel Hata	36	9,90	0,275000		
Genel	59	13,65			

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, çıkış oranı yönünden çeşit ve teşvik edici uygulamalar ve çeşit x teşvik edici uygulama interaksyonunun önemli olmadığı belirlenmiştir.

Tohumlarına farklı teşvik ediciler uygulanan bazı mısır çeşitlerinde çıkış oranına ait ortalama değerler Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Tohumlarına farklı teşvik ediciler uygulanan bazı mısır çeşitlerinde çıkış oranına ait ortalama değerler

Teşvik Edici Uygulamalar	ÇEŞİTLER			Uygulama Ortalamaları
	M 17G17	DKC 6980	P 2105	
Kontrol	100	99	99	99,33
Saf su	100	100	99	99,66
CaCl ₂	100	100	97	99
ZnSO ₄	99	99	100	99,33
GA3	99	100	100	99,66
Çeşit Ortalamaları	99,6	99,6	99	

Teşvik edici uygulamalar ve çeşitlerin çıkış oranları üzerine etkisi genel olarak benzer bulunmuştur. Tüm uygulamalarda yüksek çıkış oranı gözlenmiş ve ortalama çıkış oranı %99,4 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.2.) Çimlenme ve çıkış sürecinde gece sıcaklıkları aşırı düşmemiş, gündüz sıcaklıkları ise çoğunlukla 20 derece civarında gerçekleşmiş, böylece çıkış oranlarında bir olumsuzluk yaşanmamıştır.

4.2. Ortalama Çıkış Süresi (Gün)

Yapılan çalışma sonucu belirlenen ortalama çıkış süresi değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Ortalama çıkış süresi değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Olasılık
Tekerrür	3	0,41321	0,13774	2,5384	0,1529
Çeşit	2	4,36183	2,18092	40,1933	0,0003
Uygulama	8	28,1827	7,04569	94,2436	<,0001
Çeşit x Uygulama	6	10,788	1,3485	18,0376	<,0001
Hata1	4	0,32556	0,05426	0,7258	0,6317
Genel Hata	36	2,691375	0,07476		
Genel	59	46,762703			

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, ortalama çıkış süresi yönünden çeşit ve teşvik edici uygulamalar ve çeşit x teşvik edici uygulama interaksyonunun önemli olduğu belirlenmiştir.

Tohumlarına farklı teşvik ediciler uygulanan bazı mısır çeşitlerinde ortalama çıkış süresine ait ortalama değerler ve duncan çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Tohumlarına farklı teşvik ediciler uygulanan bazı mısır çeşitlerinde ortalama çıkış süresine ait ortalama değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre oluşan gruplar

Teşvik Edici Uygulamalar	ÇEŞİTLER			Uygulama Ortalamaları
	M 17G17	DKC 6980	2105	
Kontrol	13,08 ab	12,24 cd	13,63 a	12,98 A
Saf su	11,41fg	11,88 defg	12,06 cdef	11,78 C
CaCl ₂	12,14 cde	11,45 efg	11,35 g	11,65 C
ZnSO ₄	12,61 bc	12,32 cd	12,32cd	12,42 B
GA3	10,41 h	10,35h	12,18 cd	10,98 D
Çeşit Ortalamaları	11,93 B	11,65 C	12,31 A	

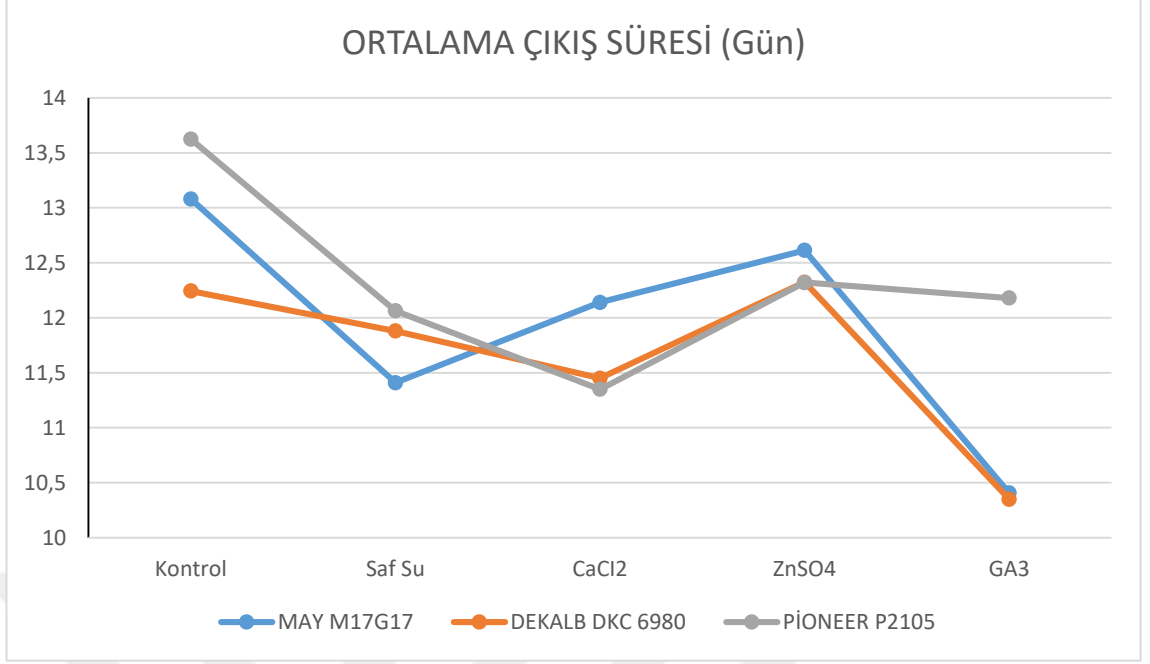
Çeşitlerin ortalama çıkış süreleri farklılık göstermiş en düşük ortalama çıkış süresi 11.65 gün ile DKC6980 çeşidinde belirlenirken en yüksek ortalama çıkış süresi 12.31 gün ile P 2105 çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 4.4).

Tamindžić ve diğerleri (2020) tarafından çeşitler arasında ortalama çıkış süresi yönünden önemli farklılıklar olduğu, teşvik edici uygulamanın çimlenme süresini kısalttığı belirtilmiştir.

Farklı teşvik edici uygulamalarının ortalama çıkış süresi üzerine etkileri farklılık göstermiş, en düşük ortalama çıkış süresi 10,98 gün ile GA3 uygulamasında belirlenirken, en yüksek ortalama çıkış süresi kontrol uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.4) .

Adhikari ve Subedi (2022) çalışması da farklı teşvik edicilerin (GA3, PEG, hidropriming) mısırın erken gelişim üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışmamızda GA3'un en düşük ortalama çıkış süresine sahip olduğu gözlemlenmiş ki bu, Adhikari ve Subedi (2022)'nin bulgularıyla paralellik gösterir. Her iki çalışmada da GA3, diğer uygulamalara göre çimlenme süresini önemli derecede iyileştirmiştir.

Çeşitlerin farklı teşvik edici uygulamalara tepkisi genellikle benzerlik gösterirken P 2105 çeşidinin Ga3 uygulamasına tepkisi diğer çeşitlerden daha düşük olmuş, bu da interaksiyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur. (Şekil 4.1)



Şekil 4.1. Tohumlarına Farklı Teşvik Ediciler Uygulanan Bazı Mısır Çeşitlerinde Ortalama Çıkış Süresine Ait Değerler

Çeşit X Teşvik edici uygulama interaksyonunda ortalama çıkış süresi değerleri 10,35 gün ile 13,08 gün arasında değişmiş en düşük ortalama çıkış süresi DKC 6980 çeşidinde belirlenirken, en yüksek ortalama çıkış süresi M17G17 çeşidinde kontrol uygulamasında belirlenmiştir.

Çeşitlerin uygulamalara tepkisi farklı olmuş, P 2105 çeşidinde en düşük değer CaCl2 uygulamasında belirlenirken, M17G17 ve DKC6980 çeşitlerinde en düşük değer GA3 uygulamasında belirlenmiştir. Bu da intraksiyonun önemli çıkmasına neden olmuştur

4.3. Çıkış İndeksi

Yapılan çalışma sonucu belirlenen ortalama çıkış indeksi değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5.'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Çıkış indeksine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Olasılık
Tekerrür	3	0,02717	0,00906	2,6594	0,1422
Çeşit	2	0,1796	0,0898	26,3696	0,0011
Uygulama	4	1,02282	0,2557	56,703	<,0001
Çeşit x Uygulama	8	0,32836	0,04105	9,1018	<,0001
Hata1	6	0,02043	0,00341	0,7552	0,6096
Genel Hata	36	0,1623436	0,00451		
Genel	59	1,7407232			

Çizelge 4.5'te ele alınan çıkış indeksi çerçevesinde elde edilen varyans analizi sonuçları, çeşitlerin, uygulamaların ve çeşit ile uygulamaların interaksiyonunun çıkış indeksi üzerindeki etkilerinin önemli olduğunu göstermiştir.

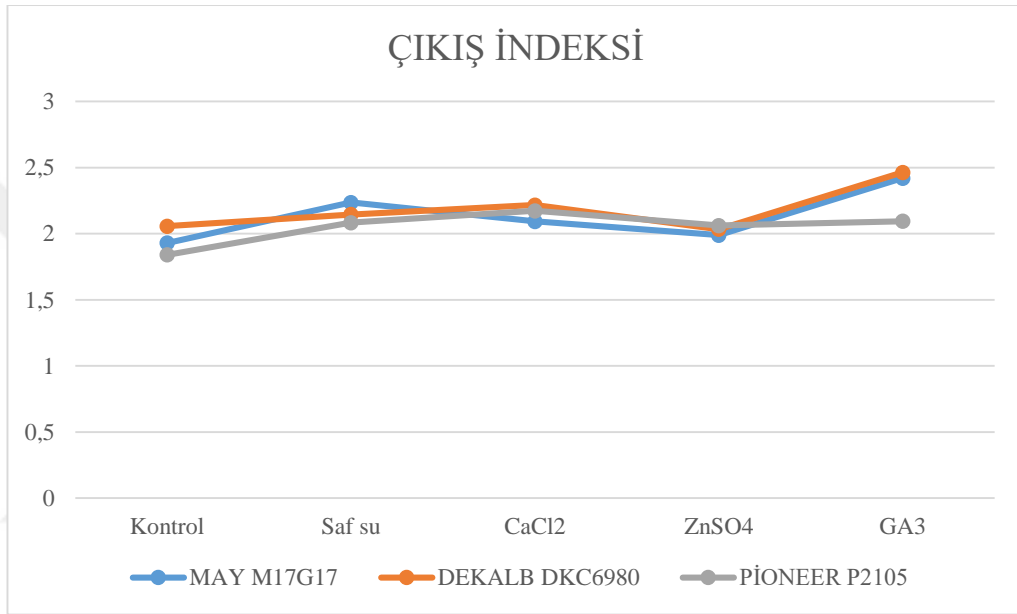
Çizelge 4.6. Tohumlarına farklı teşvik ediciler uygulanan bazı mısır çeşitlerinde ortalama çıkış indeksine ait ortalama değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre oluşan gruplar

Teşvik Edici Uygulamalar	ÇEŞİTLER			Uygulama Ortalamaları
	M 17G17	DKC 6980	P 2105	
Kontrol	1,93fg	2,05cdef	1,83g	1,94 D
Saf su	2,23b	2,14bcde	2,08bcdef	2,02 C
CaCl ₂	2,09bcdef	2,21bc	2,17bcd	2,15 B
ZnSO ₄	1,98efg	2,03def	2,06cdef	2,16 B
GA3	2,42a	2,46a	2,09bcdef	2,32 A
Çeşit Ortalamaları	2,13 A	2,18 A	2,05 B	

Çizelge 4.6'da çeşit ortalamalarına bakıldığında, DKC 6980 ve M17G17 çeşitleri sırasıyla 2,18 ve 2,13 ile en yüksek değerlere sahipken, P2105 çeşidi 2,05 ile biraz daha düşük bir performans göstermiştir.

Farklı teşvik edici uygulama ortalamalarına bakıldığında, GA3 uygulamasının 2,32 ile en yüksek çıkış indeksi değerine sahip olduğu görülmekte, kontrol uygulaması ise en düşük çıkış indeksi değerine sahip olup, 1,94 ile çıkış indeksinde en az etkili uygulama olarak kaydedilmiştir. Bu bulgular, çeşitli teşvik edicilerin, özellikle GA3'ün çıkış indeksini iyileştirmede önemli bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Farklı teşvik edici uygulama x çeşit interaksyonuna bakıldığında, GA3 uygulaması, M17G17 ve DKC 6980 çeşitlerinde en yüksek çıkış indeksi değerlerini vermiş olup, bu çeşitlerde sırasıyla 2,42 ve 2,46 gibi değerlerle diğer uygulamalardan belirgin şekilde ayrılmaktadır. Buda interaksyonun önemli çıkmasına neden olmuştur (Şekil 4.2). Bu sonuç, GA3 uygulamasının bu iki çeşitte özellikle etkili olduğunu göstermektedir. Bu da çeşide göre teşvik edici uygulama seçiminin önemli olduğunu göstermektedir



Şekil 4.2. Tohumlarına farklı teşvik ediciler uygulanan bazı mısır çeşitlerinde çıkış indeksine ait ortalama değerler

Araştırma bulgularımız incelendiğinde, farklı teşvik edicilerin (kontrol, saf su, CaCl2, ZnSO4, GA3) çeşitli mısır çeşitlerindeki çıkış indeksi üzerindeki etkileri ile ilgili elde edilen sonuçlar, literatürde mevcut olan Bhargaw vd. (2019) tarafından yapılan araştırma ile tutarlık göstermektedir. Her iki çalışmada da, farklı priming tekniklerinin çimlenme parametrelerini iyileştirme potansiyeli araştırılmıştır. Özellikle, Bhargaw vd. (2019) tarafından yapılan araştırmada halo-priming, osmo-priming ve hidro-priming tekniklerinin farklı tohum grupları üzerindeki etkileri incelenmiş ve genel olarak priming işlemlerinin çimlenme performansını iyileştirdiği belirtilmiştir, bu da çalışmamızdaki GA3 gibi spesifik bir priming ajanının çıkış indeksi üzerindeki etkili rolünü desteklemektedir.

4.4. V3 Dönemine Ulaşma Süresi (Gün)

Yapılan araştırma sonucunda belirlenen V3 dönemine ulaşma süresi(gün) değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7.'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. V3 dönemine ulaşma süresi gün sayısına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Olasılık
Tekerrür	3	1,26667	0,42222	0,8352	0,5218
Çeşit	2	4,3	2,15	4,2527	0,0708
Uygulama	4	143,9	35,975	43,6061	<,0001
Çeşit x Uygulama	8	21,2	2,65	3,2121	0,0074
Hata 1	6	3,03333	0,50556	0,6128	0,7185
Genel Hata	36	29,7	0,825		
Genel	59	203,4			

Çizelge 4.7'de "V3 Dönemine Ulaşma Süresi" ile ilgili varyans analizi sonuçları, uygulamaların ve çeşit ile uygulamaların interaksiyonunun bu süre üzerinde belirgin bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu bilgiler, çeşit seçimi ve uygulama yöntemlerinin optimize edilmesi gerektiğini göstermekte ve bu faktörlerin etkin bir şekilde yönetilmesinin süre üzerinde belirgin bir iyileştirme sağlayabileceğini ortaya koymaktadır.

Çizelge 4.8. Tohumlarına farklı teşvik ediciler uygulanan bazı mısır çeşitlerinde V3 dönemine ulaşma süresine ait ortalama değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre oluşan gruplar

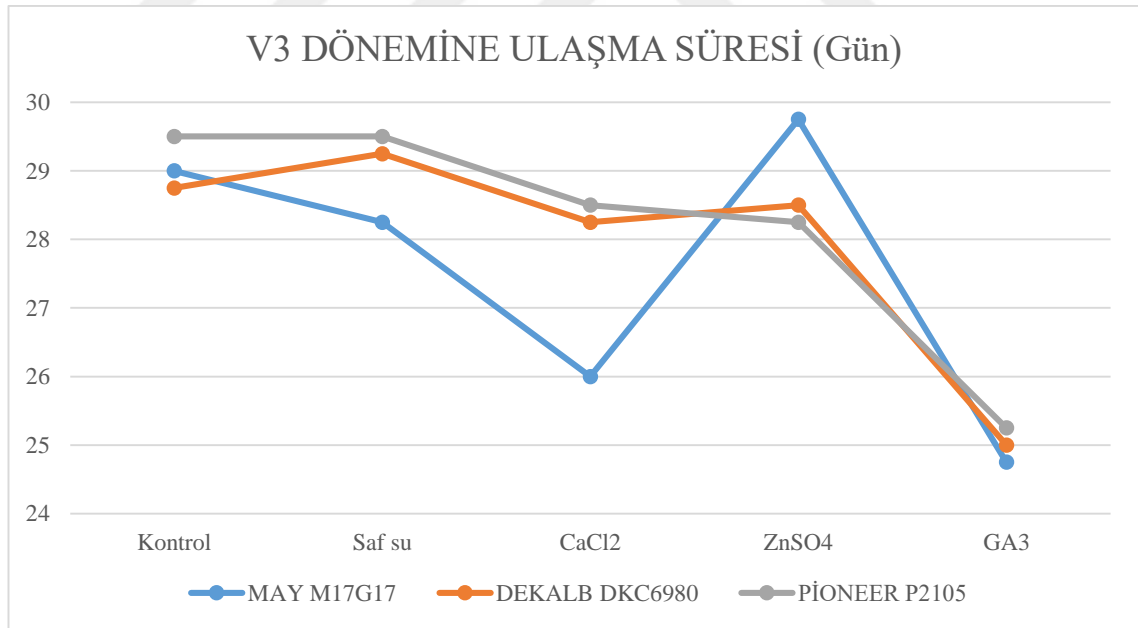
Teşvik Edici Uygulamalar	ÇEŞİTLER			Uygulama Ortalamaları
	M 17G17	DKC 6980	P2105	
Kontrol	29a	28,75a	29,5a	29,08 A
Saf su	28,25ab	29,25a	29,5a	29 A
CaCl ₂	26bc	28,25ab	28,5a	27,58 B
ZnSO ₄	29,75a	28,5a	28,25ab	28,83 A
GA3	24,75c	25c	25,25c	25 C
Çeşit Ortalamaları	27,55	27,95	28,2	

Çizelge 4.8'de incelenen teşvik edici uygulanan farklı mısır çeşitlerinde "V3 Dönemine Ulaşma Süresi" ne ait ortalama değerler verilmiştir . Çeşitler arasında V3 dönemine ulaşma süresi yönünden önemli farklılık olmamakla birlikte en erken 27,55 gün ile M17G17 çeşidi V3 dönemine ulaşırken, en geç 28,2 gün ile P2105 çeşidi V3 dönemine ulaşmıştır.

Uygulamalarda ise en kısa sürede V3 dönemine GA3 uygulamasında ulaşılmış, bunu CaCl2 uygulaması izlemiştir.

Teşvik edici uygulamalara çeşitlerin tepkisi genellikle benzer olmakla birlikte, M17G17 çeşidi diğer çeşitlere göre CaCl2 uygulamasında daha kısa sürede Zn SO4 uygulamasında ise daha geç V3 dönemine ulaşmış bu da interaksiyonun önemli çıkmasına neden olmuştur. (Şekil 4.3).

En dikkate değer bulgu, GA3 uygulaması ile elde edilen sonuçlardır; bu uygulama altında tüm çeşitlerin V3 dönemine ulaşma süreleri önemli ölçüde azalmış ve ortalama olarak en düşük süreler (24,75, 25 ve 25,25 gün) kaydedilmiştir. Bu durum, GA3 uygulamasının genel olarak V3 dönemine ulaşma süresini kısalttığını göstermektedir.



Şekil 4.3. V3 Dönemine Ulaşma Süresi için çeşitli teşvik edici uygulamaların farklı mısır çeşitleri üzerindeki etkileri

Genel olarak, grafikteki veriler, teşvik edici uygulamaların V3 dönemine ulaşma süresi üzerindeki etkilerini ortaya koymuştur.

Araştırma bulgularımız incelendiğinde, farklı teşvik edicilerin (kontrol, saf su, CaCl₂, ZnSO₄, GA3) çeşitli mısır çeşitlerinde V3 dönemine ulaşma süresi üzerindeki etkileri ile ilgili elde edilen sonuçlar, literatürde mevcut olan Farooq vd. (2008) tarafından yapılan araştırma ile tutarlık göstermektedir. Her iki çalışmada da, çeşitli priming tekniklerinin çimlenme ve erken fide büyümesi üzerinde önemli etkileri olduğu belirtilmiştir. Özellikle, Farooq vd., (2008) tarafından yapılan araştırma salisilik asit (SA) ile yapılan tohum priminginin soğuğa dayanıklılığı artırarak çimlenme sürecini iyileştirdiğini göstermiştir, bu da çalışmamızın GA3 gibi bir priming ajanının V3 dönemine ulaşma süresini kısaltıcı etkisiyle uyumludur.

Ayrıca, Chatterjee vd. (2018) tarafından yapılan çalışmanın sonuçları da çalışmamızı desteklemektedir. Bu çalışmada, çeşitli tohum priming tekniklerinin abiyotik stres koşulları altında bitki performansını nasıl iyileştirdiği incelenmiştir. Priming tekniklerinin, özellikle stresli çevresel koşullarda, bitkilerin büyüme hızını ve gelişimini etkili bir şekilde artırabildiği belirtilmiştir, bu da çalışmamızdaki GA3 uygulamasının V3 dönemine ulaşma süresi üzerinde gözlemlenen etkileriyle paralellik göstermektedir.

4.5. Sap Uzunluğu (cm)

Yapılan araştırma sonucunda belirlenen sap uzunluğu(cm) değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9.'de verilmiştir.

Çizelge 4.9. Belirlenen sap uzunluğuna ait varyans analiz sonuç ve değerlendirmeleri

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Olasılık
Tekerrür	3	12,086	4,02867	2,1949	0,1895
Çeşit	2	99,423	49,7115	27,0834	0,001
Uygulama	4	539,356	134,839	69,6482	<,0001
Çeşit x Uygulama	8	176,88	22,11	11,4205	<,0001
Hata1	6	11,013	1,8355	0,9481	0,4735
Genel Hata	36	69,696	1,936		
Genel	59	908,454			

Çizelge 4.9'da verilen sap uzunluğuna ait varyans analiz sonuçları incelendiğinde çeşit, uygulam ve çeşit x uygulama interaksiyonunun önemli çıktığı görülmektedir.

Genel olarak, bu analiz, çeşit seçimi, uygulamalar ve çeşit x uygulama etkileşiminin, sap uzunluğu üzerinde belirleyici roller oynadığını ve bu etkileşimlerin yönetiminin, araştırma sonuçlarını önemli ölçüde etkileyebileceğini vurgulamaktadır. Bu bağlamda; çeşit seçimi ve uygulama stratejilerinin daha da iyileştirilmesi gerektiğini göstermekte ve bu faktörlerin etkin bir şekilde yönetilmesinin, sap uzunluğu üzerinde belirgin bir iyileştirme sağlayabileceğini ortaya koymaktadır.

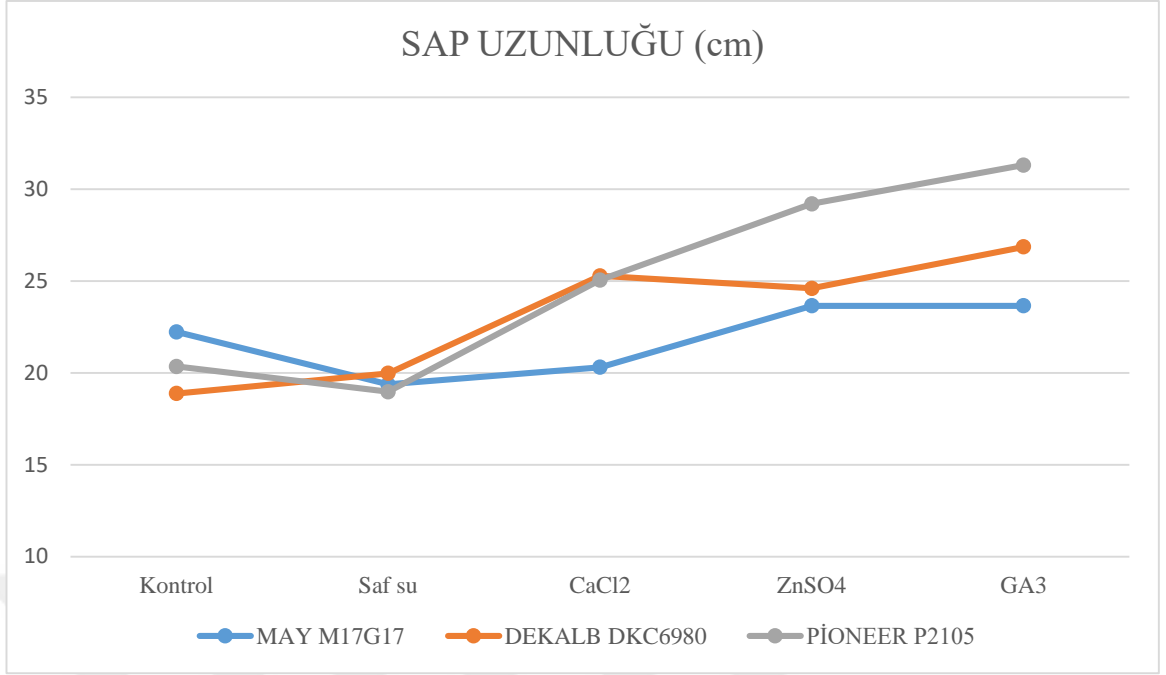
Çizelge 4.10. Tohumlarına farklı teşvik ediciler uygulanan bazı mısır çeşitlerinde sap uzunluğuna ait ortalama değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre oluşan gruplar

Teşvik Edici Uygulamalar	ÇEŞİTLER			Uygulama Ortalamaları
	M 17G17	DKC 6980	P 2105	
Kontrol	22,22 def	18,87 f	20,35 ef	20,48 C
Saf su	19,37 f	19,97 f	18,97 f	19,44 C
CaCl ₂	20,3 ef	25,27 cd	25,05 cd	23,54 B
ZnSO ₄	23,65 cde	24,6 cd	29,2 ab	25,81 A
GA3	23,65 cde	26,85 bc	31,3 a	27,26 A
Çeşit Ortalamaları	21,84 B	23,11 B	24,97 A	

Çizelge 4.10'da farklı mısır çeşitlerinin sap uzunluğu yönünden farklılık gösterdiği en uzun sap 24,97 cm ile P 2105 çeşidinde ölçülürken, en kısa sap 21,84 cm ile M 17G17 çeşidinde ölçüldüğü görülmektedir.

Farklı teşvik edici uygulamalarda ise en yüksek değer 27,26 ile GA3 uygulamasında belirlenirken bunu 25,81 cm ile ZnSO₄ uygulaması izlemiştir, en düşük değer 19,44cm ile saf su uygulaması izlemiştir. Çeşit x uygulama interaksyonuna bakıldığında, çeşitlerin uygulamalara tepkisinin farklı olduğu görülmüş, en yüksek değer 31.3 cm ile GA3 uygulamasında P 2105 çeşidinde belirlenirken, en düşük değer 18,87 cm ile kontrol uygulamasında DKC 6980 çeşidinde belirlenmiştir.

Bu sonuçlar, teşvik edici uygulamaların ve çeşit seçiminin sap uzunluğu üzerinde belirgin bir etkiye sahip olduğunu ve bu etkileşimlerin çeşitlerin farklı biçimlerde yanıt vermesine neden olduğunu göstermektedir. (Şekil 4.4)



Şekil 4.4. Çeşitli teşvik edici uygulamaların mısır çeşitleri üzerindeki sap uzunluğuna etkisi

Genel olarak, grafikte gözlemlenen veriler, teşvik edici uygulamaların, çeşitlere bağlı olarak sap uzunluğunda önemli etkilere sahip olduğunu göstermekte ve bu etkilerin çeşitler arasında farklılık gösterdiğini belirtmektedir. Bu sonuçlar, çeşit seçimi ve teşvik edici uygulama stratejilerinin sap uzunluğunda belirleyici roller oynadığını ve bu etkileşimlerin yönetiminin, araştırma sonuçlarını önemli ölçüde etkileyebileceğini göstermektedir.

Araştırma bulgularımız incelendiğinde, farklı teşvik edicilerin (kontrol, saf su, CaCl₂, ZnSO₄, GA3) çeşitli mısır çeşitlerindeki sap uzunluğundaki etkileri ile ilgili elde edilen sonuçlar, literatürde mevcut olan Gnawali ve Subedi (2021) tarafından yapılan araştırma ile tutarlık göstermektedir. Her iki çalışmada da, GA3 ile tohum priming işleminin bitkilerin büyüme parametrelerini iyileştirdiği ve özellikle düşük su potansiyeli koşullarında sap uzunluğunu artırdığı gözlemlenmiştir. Çalışmamızda da GA3 uygulamasının sap uzunluğunu önemli ölçüde artırdığı bulguları, Gnawali ve Subedi (2021)'in bulgularıyla paralellik göstermektedir.

Ayrıca, Gebreegziabher ve Qufa (2017) tarafından yapılan çalışma da bulgularımızla uyum içindedir. Bu çalışmada, farklı priming yöntemleri kullanılarak, tohumların erken çimlenme süreci ve büyüme performansı üzerindeki etkileri incelenmiş

ve özellikle CaCl₂ ile yapılan priming işleminin, çimlenme ve erken büyüme dönemlerinde kök ve sap uzunluğunu artırdığı belirtilmiştir. Çalışmamızda CaCl₂ uygulamasının sap uzunluğunu etkili bir şekilde artırdığı sonuçları, Gebreegziabher ve Qufa (2017)'nin çalışmasıyla uyumlu olarak değerlendirilebilir.

4.6. Kök Uzunluğu (cm)

Yapılan araştırma sonucunda belirlenen kök uzunluğu değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11.'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Kök uzunluğuna ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Olasılık
Tekerrür	3	3,4925	1,16417	0,7092	0,5809
Çeşit	2	182,392	91,1962	55,5566	0,0001
Uygulama	4	732,432	183,108	30,8038	<,0001
Çeşit x Uygulama	8	288,968	36,121	6,0765	<,0001
Hata 1	6	9,849	1,6415	0,2761	0,9445
Genel Hata	36	213,996	5,9443		
Genel	59	1431,1298	1,16417		

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, kök uzunluğu yönünden çeşit ve teşvik edici uygulamalar ve çeşit x teşvik edici uygulama interaksyonunun önemli olduğu belirlenmiştir.

Genel olarak, analiz bulgularına bakıldığında çeşit seçimi, uygulamalar ve çeşit x uygulama etkileşiminin, kök uzunluğu üzerinde belirleyici roller oynadığını ve bu etkileşimlerin yönetiminin, araştırma sonuçlarını önemli ölçüde etkileyebileceğini vurgulamaktadır.

Tohumlarına farklı teşvik ediciler uygulanan bazı mısır çeşitlerinde kök uzunluğu ait ortalama değerler ve duncan çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Tohumlarına farklı teşvik ediciler uygulanan bazı mısır çeşitlerinde kök uzunluğuna ait ortalama değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre oluşan gruplar

Teşvik Edici Uygulamalar	ÇEŞİTLER			Uygulama Ortalamaları
	M 17G17	DKC 6980	P2105	
Kontrol	26,4 cde	23,77 def	21,95 ef	24,04 C
Saf su	19,07 f	25,6 cde	22,17 ef	22,28 C
CaCl ₂	21,87 ef	24,9 def	25,6 cde	24,12 C
ZnSO ₄	23,07 ef	29,42 abcd	33 ab	28,5 B
GA3	28,12 bcde	31,67abc	35,62 a	31,80 A
Çeşit Ortalamaları	23,71 B	27,07 A	27,67A	

Çeşit ortalamalarına bakıldığında, DKC 6980 ve P2105 çeşitleri benzer kök uzunlukları sergileyerek sırasıyla 27,07 ve 27,67 ile en yüksek değerlere sahipken, M17G17 çeşidi 23,71 ile daha düşük bir kök uzunluğu ortalaması göstermiştir. Teşvik edici uygulamalarda en yüksek kök uzunluğu değeri 31.80 cm ile GA3 uygulamasında ölçülürken, en düşük kök uzunluğu değeri 22.28 cm ile saf su uygulamasında belirlenmiştir.

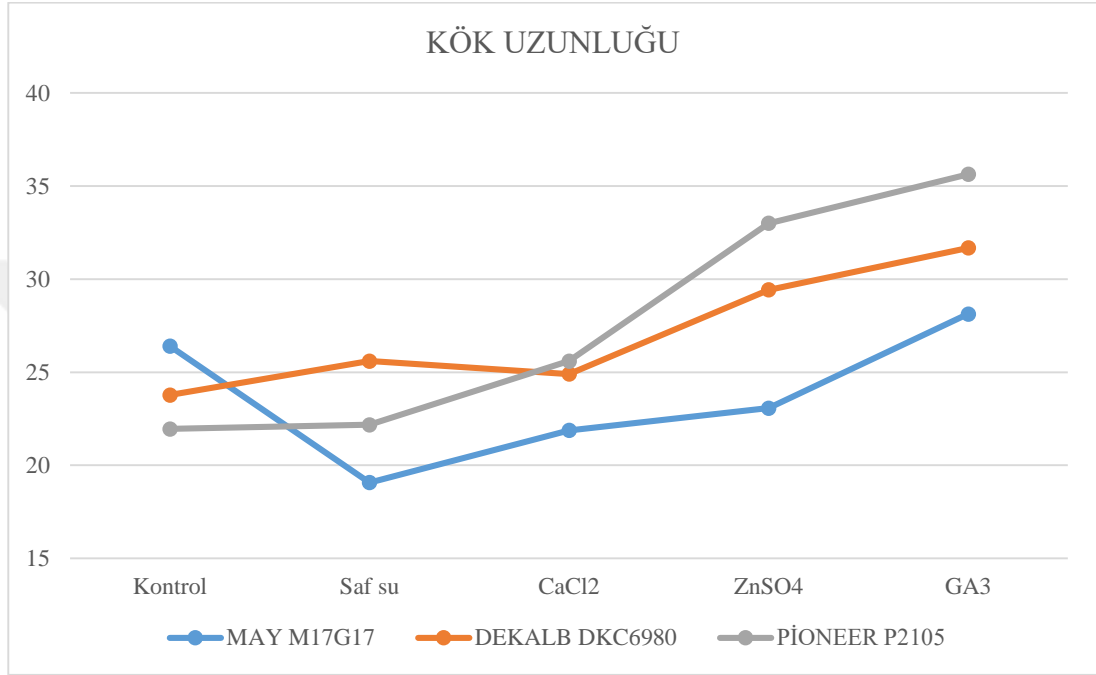
Çizelge 4.12’de değerlendirilen teşvik edici uygulamaların farklı mısır çeşitleri üzerindeki kök uzunluğuna etkileri, her bir çeşit ve uygulama kombinasyonu için farklı kök uzunluğu değerleriyle analiz edilmiştir. Kontrol uygulaması altında, M17G17, DKC 6980 ve P2105 çeşitlerinin kök uzunlukları sırasıyla 26,4, 23,77 ve 21,95 olarak ölçülmüş, bu uygulamanın genel olarak diğer uygulamalara kıyasla daha düşük kök uzunluğuna yol açtığı gözlemlenmiştir.

Saf su uygulamasında, çeşitler arasında kök uzunluğunda değişkenlik gözlenmiş, özellikle DKC 6980 çeşidi 25,6 ile nispeten yüksek bir değer sergilemiştir. CaCl₂ uygulamasında, kök uzunluğu genel olarak dengeli bir dağılım göstermiş ve üç çeşit arasında ortalama olarak 24,12 kök uzunluğu elde edilmiştir.

ZnSO₄ ve GA3 uygulamaları kök uzunluğunda en belirgin artışı sağlamıştır. Özellikle ZnSO₄ uygulamasında, P2105 çeşidi 33 cm ile dikkat çekici bir büyüme sergilemiş, bu da bu teşvik edicinin bu çeşit üzerindeki etkinliğinin diğerlerinden daha fazla olduğunu göstermektedir. GA3 uygulaması altında ise, tüm çeşitler için kök

uzunluğu önemli ölçüde artmış ve P2105 çeşidi 35,62 cm ile en yüksek kök uzunluğuna ulaşmıştır.

Genel olarak. Bu sonuçlar, teşvik edici uygulamaların ve çeşit seçiminin kök uzunluğu üzerinde belirgin bir etkiye sahip olduğunu ve bu etkileşimlerin çeşitlerin farklı biçimlerde yanıt vermesine neden olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.5. Çeşitli teşvik edici uygulamaların mısır çeşitleri üzerindeki kök uzunluğu etkileri

Şekil 4.5, çeşitli teşvik edici uygulamaların mısır çeşitleri üzerindeki kök uzunluğu etkilerini göstermektedir. Grafikten elde edilen verilere göre, her üç mısır çeşidi de uygulamalara bağlı olarak farklı kök uzunlukları sergilemiştir. Kontrol uygulamasında, çeşitler benzer başlangıç değerlerine sahipken, diğer uygulamalar altında kök uzunluklarında artış gözlenmiştir.

Saf su uygulamasında, kök uzunlukları nispeten daha düşük kalmıştır. Özellikle M17G17 çeşidi diğer çeşitlere kıyasla daha az etkilenmiş gözükmektedir. CaCl₂ uygulaması, kök uzunluğuunda belirgin bir artışa yol açmıştır; bu uygulama altında, özellikle P 2105 çeşidi, diğer çeşitlerden daha fazla büyüme göstermiş ve 25 cm üzerinde bir uzunluğua ulaşmıştır.

ZnSO₄ ve GA3 uygulamaları, kök uzunluğuunda en belirgin artışı sağlamıştır. ZnSO₄ uygulamasında, tüm çeşitler için kök uzunluğu 25 cm'in üzerine çıkmış, GA3

uygulamasında ise P2105 çeşidi, grafikte gösterildiği üzere, 35 cm'yi aşarak en yüksek kök uzunluğuna ulaşmıştır. Bu, GA3'ün bu çeşit üzerindeki etkinliğinin diğerlerinden daha fazla olduğunu göstermektedir.

Genel olarak, grafikteki veriler, teşvik edici uygulamaların, çeşitlere bağlı olarak kök uzunluğu üzerinde önemli etkilere sahip olduğunu ve bu etkilerin çeşitler arasında farklılık gösterdiğini belirtmektedir.

Çalışmamızın bulguları ile literatürdeki Gnawali ve Subedi'nin (2021) çalışması tutarlılık göstermektedir. Bu çalışmada, gibberellik asit (GA3) ile yapılan tohum başlatma işleminin düşük su potansiyelinde mısır çimlenmesini artırma etkisi bulunmuştur. Çalışmamızda gözlemlediğimiz GA3 uygulamasının kök uzunluğunu önemli ölçüde artırdığına yönelik değerlendirme, Gnawali ve Subedi (2021)'in bulgularıyla uyumlu olup, GA3 başlatmasının düşük su potansiyeli koşullarında mısır fidelerinin kök uzunluğunu etkileyebileceğini göstermektedir.

Buna ek olarak, Rex Immanuel'in (2022) çalışması da araştırma bulgularımızı kısmen doğrulamaktadır. Bu çalışmada, CaCl₂ gibi çeşitli tohum priming işlemlerinin çimlenme, fide canlılığı ve fizyolojik tepkiler üzerinde olumlu etkileri olduğu belirtilmiştir. Çalışma bulgularımıza bakıldığında; CaCl₂ uygulamasının kök uzunluğunda belirgin bir artış sağladığının görülmesi, Rex Immanuel (2022)'n'in bulguları ile paralellik göstermektedir.

4.7. Sap Kuru Ağırlığı (g/bitki)

Yapılan araştırma sonucunda belirlenen sap kuru ağırlığına değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13.'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Belirlenen sap kuru ağırlığına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Olasılık
Tekerrür	3	0,00738	0,00246	0,2219	0,8779
Çeşit	2	1,79822	0,89911	81,1269	<,0001
Uygulama	4	0,11742	0,02936	2,2176	0,0865
Çeşit x Uygulama	8	0,33623	0,04203	3,1749	0,0079
Hata 1	6	0,0665	0,01108	0,8372	0,5494
Genel Hata	36	0,47655	0,013238		
Genel	59	2,8022983			

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, sap kuru ağırlığı yönünden çeşit ve çeşit x teşvik edici uygulama interaksyonu önemli bulunurken uygulamalar arasındaki farkın önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Tohumlarına farklı teşvik ediciler uygulanan bazı mısır çeşitlerinde sap kuru ağırlığına ait ortalama değerler ve Duncan çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar Çizelge 4.14’de verilmiştir.

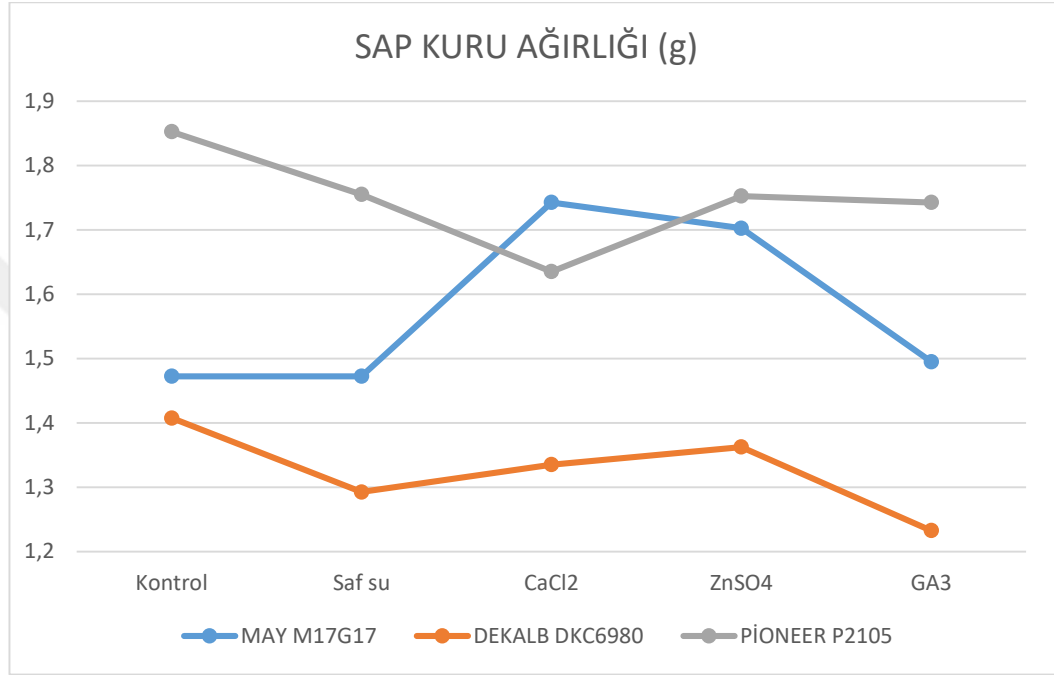
Çizelge 4.14. Tohumlarına farklı teşvik ediciler uygulanan bazı mısır çeşitlerinde sap kuru ağırlığına ait ortalama değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre oluşan gruplar

Teşvik Edici Uygulamalar	ÇEŞİTLER			Uygulama Ortalamaları
	M 17G17	DKC 6980	P2105	
Kontrol	1,47 bcde	1,40 cde	1,85 a	1,57
Saf su	1,47 bcde	1,29 e	1,75 ab	1,50
CaCl ₂	1,74 ab	1,33 e	1,63 abcd	1,57
ZnSO ₄	1,70 abc	1,36 de	1,75 ab	1,60
GA3	1,49 bcde	1,23 e	1,74 ab	1,49
Çeşit Ortalamaları	1,57 B	1,326 C	1,74 A	

Çeşit ortalamalarına bakıldığında, P2105 çeşidi 1,74 ile en yüksek sap kuru ağırlığına sahipken, DKC 6980 çeşidi 1,326 ile en düşük ortalamaya sahiptir. Bu bulgular çeşit seçiminin sap kuru ağırlığı üzerinde belirgin bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Sap kuru ağırlığı yönünden teşvik edici uygulamalar arasında uygulamalar arasında önemli bir farklılık görülmemiş, tüm uygulamalarda benzer sonuçlar gözlenmiştir.

Çeşit x uygulama interaksyonu incelendiğinde en yüksek değer 1,85 g ile Pioneer çeşidinde kontrol uygulamasında belirlenirken, en düşük değer 1,23 g ile DKC 6980 çeşidinde GA3 uygulamasında belirlenmiştir. Çeşitlerin uygulamalar tepkisinin farklı olması interaksyonun önemli çıkmasına neden olmuştur.(Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Teşvik edici uygulamaların mısır çeşitleri üzerindeki sap kuru ağırlığına olan etkileri

Genel olarak, grafikteki veriler, teşvik edici uygulamaların, çeşitlere bağlı olarak sap kuru ağırlığı üzerinde önemli etkilere sahip olduğunu göstermekte ve bu etkilerin çeşitler arasında farklılık gösterdiğini belirtmektedir. Bu sonuçlar, çeşit seçimi ve teşvik edici uygulama stratejilerinin sap kuru ağırlığı üzerinde belirleyici roller oynadığını ve bu etkileşimlerin yönetiminin, araştırma sonuçlarını önemli ölçüde etkileyebileceğini göstermiştir.

Araştırma bulgularımız, farklı teşvik edicilerin (kontrol, saf su, CaCl2, ZnSO4, GA3) çeşitli mısır çeşitlerindeki sap kuru ağırlığı üzerindeki etkileri ile ilgili olarak, literatürde mevcut olan Rex Immanuel (2022) çalışması ile tutarlık göstermektedir. Bu çalışmada, farklı priming yöntemlerinin mısırın sap kuru ağırlığı üzerinde olumlu etkileri gözlemlenmiştir. Özellikle, CaCl2 ve ZnSO4 gibi mineral bazlı uygulamaların sap kuru

ağırlığını artırdığına dair bulgular, sizin çalışmamızdaki benzer sonuçlarla uyumlu olarak değerlendirilebilir. Her iki çalışma da priming işlemlerinin, özellikle stres altında, bitkilerin kuru ağırlıklarını artırmada etkili olduğunu belirtmektedir.

4.8. Kök Kuru Ağırlığı (g/bitki)

Yapılan araştırma sonucunda belirlenen kök kuru ağırlığına değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15.'de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Belirlenen kök kuru ağırlığına ait varyans analiz sonuç ve değerlendirmeleri

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Olasılık
Tekerrür	3	3,4925	1,16417	0,7092	0,5809
Çeşit	2	182,392	91,1962	55,5566	0,0001
Uygulama	4	732,432	183,108	30,8038	<,0001
Çeşit x Uygulama	8	288,968	36,121	6,0765	<,0001
Hata1	6	9,849	1,6415	0,2761	0,9445
Genel Hata	36	213,996	5,9443		
Genel	59	1431,1298			

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, kök kuru ağırlığı yönünden çeşit, uygulama ve çeşit x teşvik edici uygulama interaksiyonunun önemli olduğu belirlenmiştir.

Tohumlarına farklı teşvik ediciler uygulanan bazı mısır çeşitlerinde kök kuru ağırlığına ait ortalama değerler ve duncan çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Genel olarak, bu analiz, çeşit seçimi ve çeşit x uygulama etkileşiminin, kök kuru ağırlığı üzerinde belirleyici roller oynadığını ve bu etkileşimlerin yönetiminin, araştırma sonuçlarını önemli ölçüde etkileyebileceğini vurgulamaktadır. Bu bilgiler, çeşit seçimi ve uygulama stratejilerinin daha da iyileştirilmesi gerektiğini göstermekte ve bu faktörlerin etkin bir şekilde yönetilmesinin, kök kuru ağırlığı üzerinde belirgin bir iyileştirme sağlayabileceğini ortaya koymaktadır.

Çizelge 4.16. Tohumlarına farklı teşvik ediciler uygulanan bazı mısır çeşitlerinde kök kuru ağırlığına ait ortalama değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre oluşan gruplar

Teşvik Edici Uygulamalar	ÇEŞİTLER			Uygulama Ortalamaları
	M 17G17	DKC 6980	P2105	
Kontrol	26,4 cde	23,77 def	21,95 ef	24,04 C
Saf su	19,07 f	25,6 cde	22,17 ef	22,28 C
CaCl ₂	21,87 ef	24,9 def	25,6 cde	24,12 C
ZnSO ₄	23,07 ef	29,42 abcd	33 ab	28,5 B
GA3	28,12 bcde	31,67 abc	35,62 a	31,80 A
Çeşit Ortalamaları	23,71 B	27,07 A	27,67 A	

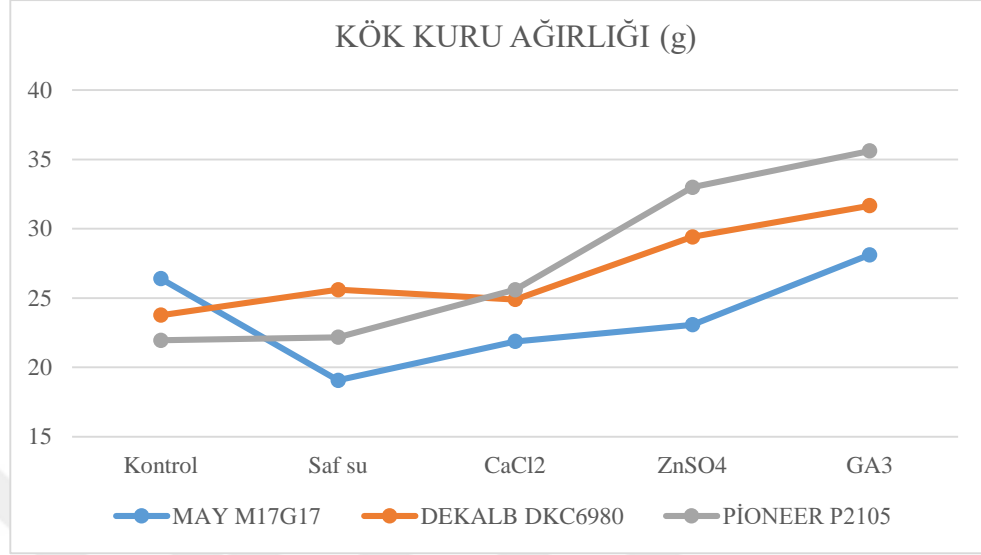
Çeşit ortalamalarına bakıldığında, P2105 çeşidi 27,67 ile en yüksek kök kuru ağırlığına sahipken, M17G17 çeşidi 23,71 ile en düşük ortalamaya sahiptir. Uygulamalar göz önüne alındığında en yüksek kök kuru ağırlığı değeri 31.80 g ile GA3 uygulamasında belirlenirken, en düşük değer 22.28 g ile saf su uygulamasında belirlenmiştir.

Bu sonuçlar, teşvik edici uygulamaların ve çeşit seçiminin kök kuru ağırlığı üzerinde belirgin bir etkiye sahip olduğunu ve bu etkileşimlerin çeşitlerin farklı biçimlerde yanıt vermesine neden olduğunu göstermektedir.

Çeşit x Uygulama interaksyonu bakımından en yüksek değer 35,62 g ile P2105 çeşidinde GA3 uygulamasında belirlenirken, en düşük değer 19,07 g ile M17G17 çeşidinde saf su uygulamasında belirlenmiştir.

Kontrol uygulamasında, P2105 çeşidi 21,95 ile en düşük kök kuru ağırlığına sahip olup, diğer çeşitlerden önemli derecede yüksek bir değer göstermiştir. Saf su uygulaması altında, çeşitler arasında kök kuru ağırlığı 19,07g ile 25,6g arasında değişmiş, DKC 6980 çeşidi bu uygulama altında nispeten yüksek bir değer sergilemiştir. CaCl₂ uygulamasında, M17G17 çeşidi 21,87g ile bu uygulama altında düşük bir kök kuru ağırlığına sahip olmuşken, P2105g çeşidi 25,6g ile en yüksek değeri göstermiştir. ZnSO₄ uygulamasında, kök kuru ağırlıkları tüm çeşitler için artmış, özellikle P2105 çeşidi bu uygulama altında 33g ile en yüksek kök kuru ağırlığına ulaşarak dikkat çekici bir büyüme sergilemiştir. GA3 uygulaması, çeşitlerin kök kuru ağırlıklarını önemli ölçüde artırmış, özellikle P2105 çeşidi bu uygulama altında 35,62 ile en yüksek değerlere ulaşmıştır. Bu, GA3'ün bu çeşit üzerindeki etkinliğinin diğerlerinden daha fazla olduğunu

göstermektedir. Çeşitlerin uygulamalara tepkisinin farklılık göstermesi interaksiyonun önemli çıkmasına neden olmuştur. (Şekil 4.7)



Şekil 4.7. Farklı teşvik edici uygulamaların mısır çeşitlerinin kök kuru ağırlıkları üzerindeki etkileri

Çalışma bulgularımız incelendiğinde Choukri vd., (2022)'nin sonuçları ile tutarlılık gösterdiği görülmektedir. Bu çalışmada, Zn uygulamasının mısırın verimliliğini ve tahıl besin kalitesini artırdığı gösterilmiştir. Aynı şekilde bizim çalışmamızda da ZnSO4 uygulamasının kök kuru ağırlığı üzerinde olumlu bir etkisi olduğu gözlemlenmiş, bu da Choukri ve arkadaşlarının bulguları ile uyum içinde olduğunu göstermektedir. Aynı şekilde Gebreegziabher ve Qufa (2017)'nin çalışması ile de paralellik göstermektedir. Bu çalışmada, mısır tohumuna teşvik edici uygulamanın (priming) çeşitli su rejimleri altında tohum çimlenme hızını ve genç bitkilerin büyüme performansını artırdığı belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda GA3 gibi bir priming ajanının kök kuru ağırlığını artırması, Gebreegziabher ve Qufa (2022)'nin çalışmasıyla paralellik göstermektedir.

4.9. Kök/Sap Oranı

Yapılan araştırma sonucunda belirlenen kök/sap oranı değerlerine ait varyans analiz sonuç ve değerlendirmeleri Çizelge 4.17.'de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Elde edilen kök/sap oranına yönelik varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Olasılık
Tekerrür	3	0,02091	0,00697	0,4353	0,7358
Çeşit	2	0,19811	0,09905	6,1864	0,0348
Uygulama	4	0,33382	0,08345	6,2028	0,0007
Çeşit x Uygulama	8	0,8158	0,10197	7,5793	<,0001
Hata1	6	0,09607	0,01601	1,1901	0,3336
Genel Hata	36	0,4843536	0,013454		
Genel	59	1,9490495			

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, kök/sap oranı yönünden çeşit ve teşvik edici uygulamalar ve çeşit x teşvik edici uygulama interaksyonunun önemli olduğu belirlenmiştir.

Tohumlarına farklı teşvik ediciler uygulanan bazı mısır çeşitlerinde kök/sap oranına ait ortalama değerler ve duncan çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar Çizelge 4.18'de verilmiştir.

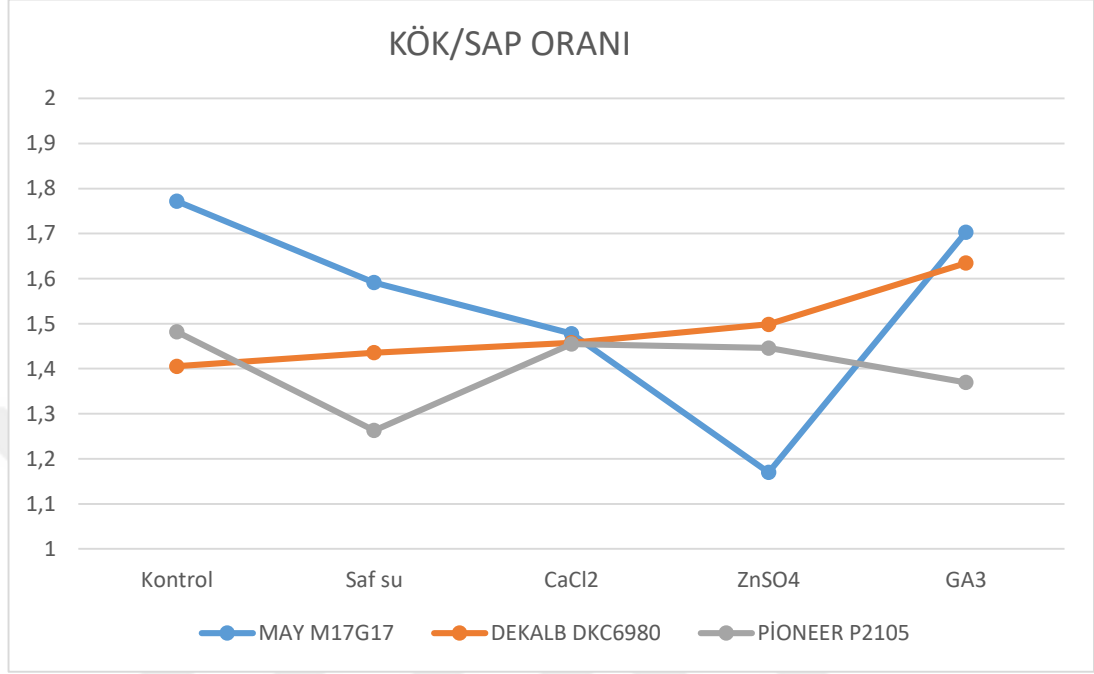
Çizelge 4.18. Tohumlarına farklı teşvik ediciler uygulanan bazı mısır çeşitlerinde kök/sap oranına ait ortalama değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre oluşan gruplar

Teşvik Edici Uygulamalar	ÇEŞİTLER			Uygulama Ortalamaları
	M 17G17	DKC 6980	P 2105	
Kontrol	1,77 a	1,40 bcde	1,48 abcd	1,55 AB
Saf su	1,59 abc	1,43 bcde	1,26 de	1,43 BC
CaCl ₂	1,47 abcd	1,45 bcde	1,45 bcde	1,46 ABC
ZnSO ₄	1,16 e	1,49 abcd	1,44 bcde	1,37 C
GA3	1,70 ab	1,63 abc	1,36 cde	1,56 A
Çeşit Ortalamaları	1,54 A	1,48 AB	1,40 B	

Çeşit ortalamalarına bakıldığında, M17G17 çeşidi 1,54 ile en yüksek kök/sap oranına sahipken, P 2105 çeşidi 1,40 ile en düşük ortalamayı sergilemiştir. Uygulamalar göz önüne alındığında en yüksek değer 1,56 ile GA3 uygulamasında belirlenirken kontrol uygulamasıyla benzer sonuçlar gözlenmiştir, en düşük değer 1,37 ile ZnSO₄ uygulamasında belirlenmiştir.

Şekil 4.8, çeşitli teşvik edici uygulamaların mısır çeşitleri üzerindeki kök/sap oranlarına etkilerini göstermektedir. Grafikte, her üç çeşit (M17G17, DKC 6980, P 2105)

uygulamalara bağlı olarak farklı kök/sap oranları sergilemiştir, bu da çeşit x uygulama interaksyonunun önemli çıkmasına neden olmuştur.



şekil 4.8. Çeşitli teşvik edici uygulamaların mısır eşitleri üzerindeki kök/sap oranlarına etkileri

Kontrol uygulamasında, M17G17 eşidi en yüksek kök/sap oranına sahipken, diğer çeşitler daha düşük oranlar göstermiştir. Zn SO₄ uygulamasında ise bu çeşit en düşük orana sahip olmuş buda interaksyonun önemli çıkmasına neden olmuştur.

Genel olarak, grafikte gösterilen veriler, teşvik edici uygulamaların, çeşitlere bağlı olarak kök/sap oranı üzerinde önemli etkilere sahip olduğunu göstermekte ve bu etkilerin çeşitler arasında farklılık gösterdiğini belirtmektedir. Bu bulgular, çeşit seçimi ve teşvik edici uygulama stratejilerinin bu oran üzerinde belirleyici roller oynadığını göstermektedir.

Araştırmamızın bulguları, literatürde yer alan benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında, özellikle Rex Immanuel'in (2022) alışmasıyla uyum göstermektedir. Immanuel'in çalışması, çeşitli mısır eşitlerinde ZnSO₄ ve GA₃ gibi teşvik edicilerin kök/sap oranları üzerindeki etkilerini incelemektedir. Bu çalışmada, bu teşvik edicilerin kök/sap oranını belirgin şekilde etkilediği tespit edilmiştir ki bu da bizim çalışmamızda elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir.

Ayrıca, Choukri ve arkadaşlarının (2022) yaptığı çalışma da araştırma bulgularımızla uyumludur. Bu çalışmada, Zn uygulamalarının mısırın kök/sap oranları üzerinde olumlu etkiler yarattığı gösterilmiştir. Bizim çalışmamızda da ZnSO₄ uygulaması kök/sap oranında artış sağlamıştır, bu da Choukri ve arkadaşlarının (2022)'nin bulgularıyla uyumlu bir sonuçtur.

4.10. Toplam Kuru Ağırlık (g/bitki)

Yapılan araştırma sonucunda belirlenen toplam kuru ağırlık değerlerine ait varyans analiz sonuç ve değerlendirmeleri Çizelge 4.19'de verilmiştir.

Çizelge 4.19. Toplam kuru ağırlığına ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Olasılık
Tekerrür	3	0,14585	0,04862	0,4637	0,718
Çeşit	2	9,01158	4,50579	42,9767	0,0003
Uygulama	4	0,88308	0,22077	2,8968	0,0355
Çeşit x Uygulama	8	1,21733	0,15217	1,9967	0,0751
Hata1	6	0,62906	0,10484	1,3757	0,2508
Genel Hata	36	2,74359	0,076211		
Genel	59	14,630493			

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, toplam kuru ağırlık yönünden çeşit ve teşvik edici uygulamaların etkisi önemli bulunurken, çeşit x teşvik edici uygulama interaksyonunun önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Tohumlarına farklı teşvik ediciler uygulanan bazı mısır çeşitlerinde toplam kuru ağırlığa ait ortalama değerler ve duncan çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Tohumlarına farklı teşvik ediciler uygulanan bazı mısır çeşitlerinde toplam kuru ağırlığa ait ortalama değerler ve Duncan Çoklu Karşılaştırma testine göre oluşan gruplar

Teşvik Edici Uygulamalar	ÇEŞİTLER			Uygulama Ortalamaları
	M 17G17	DKC 6980	P 2105	
Kontrol	4,08	3,38	4,59	4,01 A
Saf su	3,81	3,14	3,97	3,64 B
CaCl ₂	4,31	3,28	4,00	3,86 AB
ZnSO ₄	3,69	3,39	4,28	3,78 AB
GA3	4,03	3,24	4,13	3,80 AB
Çeşit Ortalamaları	3,98 A	3,29 B	4,19 A	

Çeşit ortalamalarına bakıldığında, P 2105 çeşidi 4,19 ile en yüksek toplam kuru ağırlığına sahipken, DKC 6980 çeşidi 3,29 ile en düşük toplam kuru ağırlık değerine sahip olmuştur. Uygulamalar dikkate alındığında en yüksek değer kontrol uygulamasında belirlenirken, en düşük değer saf su uygulamasında belirlenmiştir. Çeşitlerin uygulamalara tepkisi benzer olduğundan interaksiyon önemsiz çıkmıştır. (Çizelge 20).

Bu sonuçlar, toplam kuru ağırlık yönünden çeşitlerin farklılık gösterdiğini, priming uygulamalarının toplam kuru ağırlık üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığını, saf su uygulamasında toplam kuru ağırlığın bir miktar düştüğünü göstermiştir.

Çalışma bulgularımız incelendiğinde; Tamindžić vd., (2020)'nin çalışması ile de benzerlik gösterdiği görülmektedir. Bu çalışmada, tohum başlatma işlemlerinin mısırın tohum kalitesi ve canlılığı üzerindeki etkileri değerlendirilmiş. Bizim çalışmamızda da CaCl₂ gibi belirli bir teşvik edicinin toplam kuru ağırlığa pozitif etkileri olduğu gözlemlenmiştir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Erken ekilen mısırın çıkışı ve fide gelişimi üzerine bazı teşvik edici uygulamaların etkilerini incelemek için yürütülen bu çalışma sonucunda, çeşitlerin ve uygulamaların çıkış özellikleri ve fide gelişimi üzerine önemli etkide bulunduğu belirlenmiştir.

Çıkış oranlarına yönelik yapılan analizler, çeşitler ve teşvik edici uygulamalar arasında önemli farklılıklar olmadığını göstermiştir. Çalışmada genel olarak yüksek çıkış değerleri elde edilmiş ve ortalama %99.4 çıkış oranı belirlenmiştir.

Ortalama çıkış süreleri üzerinde yapılan değerlendirmeler, teşvik edici uygulamaların ve çeşitlerin birlikte etkisinin çıkış sürelerini etkilediğini göstermiştir. Özellikle, GA3 uygulaması altında çeşitlerin ortalama çıkış süreleri diğer uygulamalara göre daha kısa olmuştur, bu da GA3'ün çimlenme sürecini hızlandırıcı etkisine işaret etmektedir.

Çıkış indeksi analizleri, çeşitlerin ve uygulamaların bu değer üzerindeki etkileşimlerini açıkça göstermiştir. Bu bağlamda, GA3 uygulaması, çıkış indeksinde belirgin bir iyileşme sağlamıştır. Bu sonuçlar, çeşitli teşvik edici uygulamaların çimlenme başarısı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ve özellikle GA3 gibi uygulamaların, mısırın erken gelişim aşamalarında kritik rol oynayabileceğini vurgulamaktadır.

Bu araştırmada incelenen V3 dönemine ulaşma süresi, mısır çeşitlerinin gelişiminde kritik bir evreyi temsil etmektedir. Çeşitli teşvik edici uygulamaların bu süre üzerindeki etkileri detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Araştırma sonuçları, farklı teşvik edici uygulamalar ve çeşitler arasındaki etkileşimin bu süre üzerinde belirgin bir etkisi olduğunu göstermiştir. V3 dönemine ulaşma süresi üzerine yapılan analizlerde, GA3 uygulamasının bu süreyi kısalttığı belirlenmiştir. Bu sonuç, GA3 uygulamasının çimlenme ve erken gelişim süreçlerini hızlandırıcı etkisine işaret etmektedir. Diğer taraftan, CaCl₂ ve ZnSO₄ gibi uygulamaların da V3 dönemine ulaşma süresi üzerinde olumlu etkileri gözlemlenmiş, özellikle CaCl₂'nin de bu süreci kısaltmada etkili olduğu saptanmıştır.

Çalışma bulgularına göre, kontrol uygulamasında ve saf su uygulamasında çeşitler genellikle benzer sürelerde V3 dönemine ulaşmıştır. Ancak GA3 gibi bazı özel uygulamalar altında, özellikle P 2105 ve DKC6980 çeşitleri daha kısa sürede V3 dönemine ulaşmıştır. Bu, belirli teşvik edici uygulamaların çeşitlere göre değişken etkiler

gösterebileceğini ve bu etkileşimin çeşit seçimi ve uygulama stratejileriyle yönetilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Araştırmada elde edilen bulgular, sap uzunluğu üzerinde uygulamaların ve çeşitler arası interaksiyonların önemli rol oynadığını göstermiştir. Özellikle, GA3 ve ZnSO4 uygulamalarının sap uzunluğunu belirgin şekilde artırdığı tespit edilmiştir. Bu uygulamalar altında P 2105 çeşidi, diğer çeşitlere kıyasla daha yüksek sap uzunluklarına ulaşmıştır, bu durum özellikle GA3 uygulaması altında daha belirgin olmuştur. Aynı zamanda, kök uzunluğu üzerine yapılan çalışmalarda, farklı teşvik edici uygulamaların kök gelişimine olan etkileri incelenmiştir. GA3 ve ZnSO4 uygulamaları, kök uzunluğunu önemli ölçüde artırırken, özellikle GA3 uygulamasının P 2105 çeşidinde kök uzunluğunu maksimuma çıkardığı görülmüştür. Bu sonuçlar, teşvik edici uygulamaların kök uzunluğu üzerinde de çeşitlere göre değişken etkiler gösterebileceğini ortaya koymaktadır. Çalışma sonuçları, çeşit seçiminin ve uygulanan teşvik edicilerin, mısır çeşitlerinin morfolojik özellikleri üzerindeki etkisinin anlaşılmasında önemli olduğunu göstermiştir.

Araştırma bulguları sap ve kök kuru ağırlığı üzerinde çeşitli teşvik edici uygulamaların önemli etkileri olduğunu ortaya koymuştur. Sap kuru ağırlığına yönelik yapılan analizler, çeşitlerin ve uygulamaların bu parametre üzerindeki etkilerini göstermiş, özellikle çeşit seçiminin sap kuru ağırlığı üzerinde belirleyici bir rol oynadığı belirlenmiştir. Çeşit ve uygulama interaksiyonları, farklı çeşitlerin uygulamalara göre değişken tepkiler verdiğini ve bu interaksiyonun sap kuru ağırlığı üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermiştir. Uygulamaların kendilerine ait etkileri daha düşük bulunmuş olup, genel olarak bu analiz çeşit seçimi ve çeşit x uygulama etkileşiminin sap kuru ağırlığı üzerinde belirleyici roller oynadığını göstermiştir. Öte yandan, kök kuru ağırlığı bağlamında elde edilen bulgulara bakıldığında çeşit ve uygulama interaksiyonlarının bu ölçüt üzerindeki etkileri incelenmiş ve oldukça güçlü bir etkileşim olduğu tespit edilmiştir. Çeşitlerin kendi içindeki farklılıkların kök kuru ağırlığı üzerinde son derece anlamlı olduğu bulunurken, uygulamaların kök kuru ağırlığı üzerinde de belirleyici bir rol oynadığı gözlemlenmiştir. Özellikle GA3 ve ZnSO4 uygulamalarının kök kuru ağırlığını önemli ölçüde artırdığı belirlenmiş, bu sonuçlar teşvik edici uygulamaların ve çeşit seçiminin kök kuru ağırlığı üzerinde belirgin bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Elde edilen bulgularımız, çeşit seçimi ve uygulama stratejilerinin sap ve kök kuru ağırlığı üzerinde belirgin bir iyileştirme sağlayabileceğini göstermektedir.

Araştırma bulguları incelendiğinde Kök/sap oranına yönelik analizlerin, uygulamalar ve çeşitler arasındaki etkileşimlerin bu değer üzerinde oldukça belirgin bir etki gösterdiğini ortaya koyduğu görülmektedir. Çeşitlerin kök/sap oranı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş, bununla birlikte uygulamaların kendileri de benzer bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgular, seçilen uygulamaların ve çeşitlerin bu oran üzerinde belirleyici roller oynadığını ve araştırmada bu yönün özellikle dikkat çekici olduğunu göstermektedir. Toplam kuru ağırlık yönünden elde edilen bulgularda; çeşitler arasındaki farkın önemli olduğu belirlenirken teşvik edici uygulamaların toplam kuru ağırlığı artırmadığı, istatistiksel olarak önemsiz olmakla birlikte bir miktar düşürdüğü görülmüştür.

Sonuç olarak, incelenen özellikler yönünden çeşitler arasında farklılıklar olduğu ve her uygulamanın bu farklılıklara doğrudan ya da dolaylı etkilerde bulunduğu gözlemlenmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar, GA3, CaCl₂ ve ZnSO₄ gibi teşvik edicilerin ortalama çıkış süresi, çıkış indeksi ve V3 dönemine ulaşma süreleri gibi kritik büyüme parametreleri üzerinde önemli etkileri olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle, GA3 uygulamasının çimlenme sürecini hızlandığı ve erken gelişim dönemlerinde çeşitlerin büyüme performansını iyileştirdiği gözlemlenmiştir. Çalışma ayrıca, teşvik edicilerin sap ve kök kuru ağırlıkları üzerinde de belirgin etkiler gösterdiğini, bu etkilerin çeşit seçimi ve uygulama stratejileriyle yönetilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Bu bulgular ışığında, mısır yetiştiriciliğinde uygulanacak teşvik edici yöntemlerin seçiminde çeşitlerin genetik özelliklerinin ve çevresel faktörlerin dikkate alınması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Adhikari, S. ve Subedi, R., 2022. Effect of seed priming agents (ga3, peg, hydropriming) in the early development of maize. **Udc** 633; DOI 10.18551/rjoas.2022-09.11
- Afzal, I., Basra, S., Shahid, M., Farooq, M. ve Saleem, M., 2008. Priming enhances germination of spring maize (*Zea mays* L.) under cool conditions. **Seed Sci. & Technol.**, 36, 497-503.
- Ajirloo, R., Morad, S. ve Ghorban, D., 2013. Effect of priming methods on emergence and seedling growth of maize (*Zea mayze* L.). **International Journal of Farming and Allied Sciences** Available online at www.ijfas.com ©2013 IJFAS Journal-2013-2-18/658-661 ISSN 2322-4134 ©2013 IJFAS
- Anwar, P., Khalid, I., Islam, M., Yeasmin, S., Ahmed, S., Hadifa, A., Ismail, I., Hossain, A. ve Sabagh, A., 2021. Potentiality of Different Seed Priming Agents to Mitigate Cold Stress of Winter Rice Seedling. **Phyton-International Journal of Experimental Botany**. DOI: 10.32604/phyton.2021.015822
- Bhargaw, A., Akanksha, D., Arjun, M., and Priyamvada, C., 2019. Effect of Halo Priming, Osmo Priming and Hydro Priming on Fresh and Accelerated Aged Seeds of Baby Corn (*Zea mays* L.) on Germination, Seedling Dry Weight, Seedling Length. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences** ISSN: 2319-7706 Volume 8 Number 05 (2019) Journal homepage: <http://www.ijcmas.com>
- Castañares, J., ve Bouzo, A., 2018. Effect of different priming treatments and priming durations on melon germination behavior under suboptimal conditions. <https://doi.org/10.1515/opag-2018-0043>. **Open Agriculture**. 3: 386–392.
- Chatterjee, N., Sarkar, D., Sankar, A., Pal, S., Singh, H., Kumar, R., Bohra, J. ve Rakshit, A., 2018. On-farm seed priming interventions in agronomic crops. doi:10.14720/aas.2018.111.3.19
- Choukri, M., Abouabdillah, A., Rachid, B., Omar, A., Ocatvian, P., Fehmi, B., Mohamed, B., 2022. Zn application through seed priming improves productivity and grain nutritional quality of silage corn. **Saudi Journal of Biological Sciences** 29 (2022) 103456. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2022.103456>.
- Choukri, M., Daoui, K., Abouabdillah, A., Rachid, B., Alaoui, B., Lotfi, A., Mohamed, B., 2019. Nutri-priming as an efficient means to improve the agronomic performance of molybdenum in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Science of The Total Environment**, 661: 654-663.
- Çelik, A., 2014. Nitrik oksit uygulamasının tuz stresi altında yetiştirilen mısır bitkisinin mineral beslenmesi ve bazı fizyolojik özellikleri üzerine etkisi. **Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi**.
- El-Sanatawy, A.M.; Ash-Shormillesy, S.M.A.I.; Qabil, N.; Awad, M.F.; Mansour, E., 2021. Seed Halo-Priming Improves Seedling Vigor, Grain Yield, and Water Use Efficiency of Maize under Varying Irrigation Regimes. 13, 2115. <https://doi.org/10.3390/w13152115>

- Farooq, O., Hussain, Q., Rehman, A., Sarwar, N., Nawaz, A., Iqbal, M. ve Shiaz, M., 2018. Seed Priming with Sorghum Water Extracts and Calcium Chloride Improves the Stand Establishment and Seedling Growth of Sunflower and Maize. *Pakistan Journal of Life and Social Sciences*. **Pak. j. life soc. Sci.** 16(2): 97-101
- Farooq, M., Aziz, T., Basra, M. A., Cheema, M. A., ve Rehman, H., 2008. Chilling Tolerance in Hybrid Maize Induced by Seed Priming with Salicylic Acid. **J. Agronomy & Crop Science**.
- Gebregeziabher, B. ve Qufa, C., 2017. Plant physiological stimulation by seeds salt priming in maize (*Zea mays*): Prospect for salt tolerance. Department of Biology, Faculty of Natural and Computational Science, Woldia University, Ethiopia. Received 1 December, 2016; Accepted 6 January, 2017.
- Gnawali, A. ve Subedi, R., 2021. Gibberellic Acid Priming Enhances Maize Seed Germination Under Low Water Potential. **Indonesian Journal of Agricultural Science**, 22(1): 17–26 DOI: <http://dx.doi.org/10.21082/ijas.v.22.n1.2021.p.17-26>
- Hacisalihoglu, G., Kantanka, S., Miller, N., Gustin, JL. ve Settles, AM., 2018. Modulation of early maize seedling performance via priming under sub-optimal temperatures. **PLoS ONE** 13(11): e0206861. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206861>
- Harris, D., Rashid, A., Miraj, G., Arif, M., ve Shah, H., 2007. On-farm seed priming with zinc sulphate solution—A cost-effective way to increase the maize yields of resource-poor farmers. **CAZS Natural Resources, University of Wales**.
- Ladumor, R., Gudadhe, N., Onte, S., Narwade, A., Karmakar, N. ve Thanki, D., 2019. Evaluation of Maize for Different Methods and Levels of Zinc Application. Department of Plant Breeding and Genetics. **Navsari Agricultural University, Gujarat, INDIA**.
- Mohammed, M. ve Pekşen, E., 2020. Influence of Zn seed priming and coating on germination and seedling growth in wheat. **Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci**, 35.
- Mohsin, A., Ahmad, H., Farooq, M. ve Ullah, S., 2014. Influence Of Zinc Application Through Seed Treatment And Foliarspray On Growth, Productivity And Grain Quality Of Hybrid Maize. **The Journal of Animal & Plant Sciences**, 24(5): 1494-1503.
- Mousavi, R., Aboutalebian, M. ve Sepehri, A., 2012. The effects of on-farm seed priming and planting date on emergence characteristics, yield and yield components of a corn cultivar (S.C. 260) in Hamedan. **Scholars Research Library Annals of Biological Research**, 3 (9): 4427-4434 (<http://scholarsresearchlibrary.com/archive.html>)
- Nciizah, A., Rapetsoa, M., Wakindiki, I. ve Zerizghy, M., 2020. Micronutrient seed priming improves maize (*Zea mays*) early seedling growth in a micronutrient deficient soil. **Heliyon**, 6(8): e04766. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04766>

- Neto, M., Britt, D., Lara, M., Cartwright, A., Rayssa, S., Inoue, T. ve Batista, M., 2020. Initial Development of Corn Seedlings after Seed Priming with Nanoscale Synthetic Zinc Oxide. **Agronomy**, 10, 307; doi:10.3390/agronomy10020307
- Rehman, H., Iqbal, H., Basra, S., Afzal, I., Farooq, M., Wakeel, A. ve Ning, W., 2015. Seed priming improves early seedling vigor, growth and productivity of spring maize. **Journal of Integrative Agriculture**, 14(9): 1745–1754
- Rex Immanuel, R., 2017. Germination, vigour and physiological responses of hybrid maize (*Zea mays* L.) to pre-sowing seed-hardening practices. **Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Annamalai University**, Annamalai Nagar, Tamil Nadu, India.
- Sathish, S., Sundareswaran, S., Senthil, N. ve Ganesan, K., 2012. Biochemical Changes Due to Seed Priming in Maize Hybrid COH (M) 5. Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore, Tamil Nadu, India. **Research Journal of Seed Scienc**, 5 (3): 71-83. DOI: 10.3923/rjss.2012.71.83
- Soliman, M. H., Al-Juhani, R. S., Hashash, M. A. and Al-Juhani, F. M., 2016. Effect of seed priming with salicylic acid on seed germination and seedling growth of broad bean (*Vicia faba* L.). **International Journal of Agricultural Technology**, 12(6): 1125-1138.
- Sudozai. S.P., S. Tunio., Q. Chachar and Rajpur, I., 2013. Seedling establishment and yield of maize under different seed priming periods and available soil moisture. **Sarhad J. Agric.** 29(4): 515-528
- Tamindžić, G., Ignjatov, M., Dragana, M., Zorica, N., Aleksandra, N., Dušica J., Jasna, S., 2020. Assessment of quality and viability of primed maize seed. **Ratar. Povrt.** 57(3): 87-92 doi: 10.593 7/ratpov5 7-265 75
- Tamindžić, G., Ignjatov, M., Milosevic, D., Nikolic, Z., Kravlijanac, K., Jovicic, D., Zeljko, D. ve Savic, J., 2021. Seed priming with zinc improves field performance of maize hybrids grown on calcareous chernozem. **Italian Journal of Agronomy**, 16: 1795.
- Tian, Y., B. Guan, D. Zhou, J. Yu, G. Li, ve Lou, Y., 2014. Responses of seed germination, seedling growth and seed field traits to seed pretreatment in maize. **The Scientific World Journal**. Article ID 834630, 8 pages.
- Verheul, M. J., Picatto, C. ve Stamp, P., 1996. Growth and development of maize (*Zea mays* L.) seedlings under chilling conditions in the field. **European Journal of Agronomy**, 5: 31-43.
- Zhou, X., Muhammad, I., Lan, H. and Xia, C., 2022. Recent Advances in the Analysis of Cold Tolerance in Maize. **Front. Plant Sci.** 13: 866034. doi: 10.3389/fpls.2022.866034

ÖZGEÇMİŞ

İlköğretim ve Ortaöğretimi Antakya'da tamamladı. 2015-2020 yılları arasında Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nde lisans eğitimini tamamladı ve aynı yıl Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri bölümünde yüksek lisans eğitimine başladı.

