ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ YAYINLARI
ATATURK UNIVERSITY PUBLICATIONS

Araştırma Makalesi *Research Article* DOI: 10.5281/zenodo.17976687

MgO Nanopartikül Uygulamalarının Mercimekte Çimlenmeye Etkisi

The Effect of MgO Nanoparticle Applications on Germination in Lentils

Selçuk KODAZ[1]
[1]Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Erzurum, Türkiye

Zişan ASLAN[1]
[1]Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Erzurum, Türkiye

Kamil HALİLOĞLU[2]
[2]Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Ankara, Türkiye

ÖZ

Olumsuz çevresel koşullar veya tohumun kalite ve yapısına bağlı olarak çimlenme ve fide çıkışı sırasında yaşanabilecek problemleri azaltmak, hızlı ve homojen fide gelişimini sağlamak ve bitkinin stres koşullarına karşı direncini artırmak amacıyla, ekim öncesinde tohumlara uygulanan ön çimlendirme işlemleri genel olarak 'Priming' olarak adlandırılmaktadır. Nano-priming, tohum çimlenmesini, tohum büyümesini iyileştirmeye yardımcı olan yenilikçi bir tohum hazırlama teknolojisidir ve bitkilerde çeşitli streslere karşı direnç sağlayarak verim sağlamaktadır. Çalışmamızda farklı MgO-NPs uygulamalarının (0, 50, 100, 150 µg/ml) mercimek çeşitlerinde (Çiftçi ve Kafkas) çimlenme ve fide gelişimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. İncelediğimiz verilerde sürgün uzunluğu, sürgün yaş ağırlığı ve sürgün kuru ağırlığında çeşitler çok önemli bulunurken, bütün parametrelerde MgO-NPs uygulamalarının etkisi önemli bulunmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Mercimek, çimlenme, nanopriming, MgO-NPs

ABSTRACT

Priming, depending on the negative environmental factors or the direct seed quality and structure, is named before sowing in order to minimize the problems that can be experienced during germination and output, to provide homogeneous seedling output and a strong seedling development in a short time and to increase the resistance to stress conditions Nano-priming is an innovative seed preparation technology that helps improve seed germination, seed growth, and provides yield in plants by providing resistance to various stresses. In our study, the effects of different MgO-NPs applications on germination and seedling development in lentil varieties were examined. In the data we examined, the types in shoot length, shoot age weight and shoot dry weight were found to be very important, while the effect of MgO-NPs applications was not found to be important in all parameters.

Keywords: Lentil, germination, nanopriming, MgO-NPs

Geliş Tarihi/Received 21.07.2025
Revizyon Talebi/Revision Requested 25.09.2025
Son Revizyon/Last Revision 08.10.2025
Kabul Tarihi/Accepted 20.10.2025
Yayın Tarihi/Publication Date 26.12.2025

Sorumlu Yazar/Corresponding author:
Selçuk KODAZ
E-mail: selcuk.kodaz@atauni.edu.tr
Cite this article: Kodaz, S., Aslan, Z., Haliloğlu, K., (2025). MgO Nanopartikül Uygulamalarının Mercimekte Çimlenmeye Etkisi. *Journal of Ecological Harmony, 1*(2), 45-50.

Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International License.

Giriş

Günümüzde insan beslenmesi büyük oranda bitkisel kaynaklara dayanmaktadır. Besinlerimiz ya doğrudan bitkisel ürünlerden ya da bitkilerle beslenen hayvansal ürünlerden temin edilmektedir. Bunun yanı sıra, bitkiler tekstil, farmasötik ve yağ üretimi gibi birçok endüstriyel alan için temel hammadde kaynağı görevi görmektedir. Bitkisel protein kaynakları arasında, birim alandan elde edilen en yüksek protein miktarı, yemeklik tane baklagiller aracılığıyla sağlanmaktadır (Şehirali, 1988).

Baklagiller, dünya nüfusunun beslenmesinde ihtiyaç duyulan proteinin yaklaşık %10'unu karşılamaktadır. Türkiye'de ise günlük tüketilen 74,2 gram bitkisel protein kaynağının yaklaşık %10,5'i (7,8 gram) baklagillerden sağlanmakta olup, bunun %76'sı (5,9 gram) nohut ve mercimek aracılığıyla temin edilmektedir. 1995–2002 yılları arasında kişi başına düşen ortalama mercimek tüketimi dünya genelinde 0,5 kg iken, Türkiye'de bu miktar 5,78 kg olarak kaydedilmiştir (Aydoğan vd., 2002; Kün vd., 2005).

Yemeklik baklagillerin kuru taneleri, %18–36 arasında değişen yüksek protein içeriğine sahip olmasının yanı sıra, proteinlerinin sindirilebilirlik oranı da (%78) oldukça yüksektir. Ayrıca, bu baklagiller vitaminler (A, B, C, D) ve mineraller açısından zengin olmakla birlikte, proteinlerinde bulunan esansiyel amino asit profili, hayvansal kaynaklı proteinlere yakın değerler göstermektedir (Çiftçi, 2004). Yemeklik baklagiller kazık köklü bitkiler olup, *Rhizobium* spp. bakterileri ile simbiyotik ilişki kurarak atmosferdeki serbest azotu toprağa bağlama kapasitesine sahiptirler (6,4–21,6 kg/da). Hasat sonrası kalan bitki artıklarının C/N oranının düşük olması, bu bitkilerin ekim nöbeti içerisindeki önemini artırmaktadır. Ayrıca, yemeklik baklagiller, toprak su durumu haricinde, toprağı ekildiği durumdan daha iyi özelliklerle bırakan önemli bir bitki grubudur (Karakullukçu ve Adak, 2008).

Mercimek (*Lens culinaris* Medik.), tarih boyunca Asya, Afrika ve kısmen Avrupa ile Amerika kıtalarında yaygın olarak tüketilen bir baklagil türüdür. Türkiye'de de uzun yıllardan beri bilinen ve beslenmede geniş ölçüde kullanılan önemli bir gıda kaynağıdır. Mercimek, yüksek besin değeri (%26 protein ve zengin B vitamini içeriği) ile birlikte lezzetli ve kolay pişirilebilen bir besindir. Çorba, özel yemekler ve çeşitli yan garnitürler olarak yaygın şekilde tüketilmektedir (Azkan, 1999).

Mercimek, pH değeri 6,0–8,0 arasında olan topraklarda en iyi şekilde yetişen, serin iklimlere uygun bir yemeklik baklagil türüdür. Ancak, aşırı nemli topraklar, su altında kalma ve yüksek toprak tuzluluğu gibi koşullara karşı dayanıklılığı sınırlıdır. Özellikle sulanan tarım alanlarında, taban suyu seviyesi sığ (0,5–3 m) veya sulama suyunda yüksek tuz konsantrasyonu (>1000 ppm) gibi tuzluluk sorunları ile sıkça karşılaşılmaktadır. Mercimek, tuzluluğa oldukça duyarlı olup, tuz stresinden olumsuz etkilenmektedir (Cicerali, 2004).

Yemeklik baklagiller dünyada yaklaşık 81,1 milyon ha alanda ekilmekte ve 76,6 milyon ton üretime sahiptir. Dünyada mercimek 5,5 milyon ha ekim alanı, 6,7 milyon üretime ve 120,9 kg/da verime sahiptir (Anonymous, 2022). Mercimek, 322 930 ha ekim alanı ile Türkiye'de nohuttan sonra en fazla ekilen yemeklik baklagil bitkisi olup, 474 bin ton üretime ve 153 kg/da verime sahiptir (Anonim, 2023).

Bitkisel üretimde yüksek verim ve kaliteli ürün elde etmenin en temel koşulu, kaliteli tohumluk kullanımından geçmektedir. Kaliteli tohumluk, iyi bir çimlenme oranı sağlayarak yüksek verimli ve standartlara uygun ürün elde edilmesinde önemli bir temel oluşturur. Eğer kaliteli tohumluk kullanılmaz ve yeterli sayıda tohum çimlenmesi sağlanamazsa, diğer tüm üretim faktörleri optimum düzeyde olsa dahi istenilen verim elde edilememektedir. Verimli üretim, birim alandan hedeflenen sayıda bitkinin elde edilmesi için yeterli çimlenmenin gerçekleşmesi ve çimlenen fidelerin hızlı ve sağlıklı gelişimi ile mümkün olmaktadır.

Çimlenme, sıcaklık, nem, toprak tuzluluğu ve kaymak tabakası gibi çevresel faktörlerden etkilenmekte olup (Kantar ve Elkoca, 1998), aynı zamanda tohumun genetik yapısı, olgunluğu, sert kabuklu olması ve tohum büyüklüğü gibi tohum kaynaklı faktörler de homojen çimlenme ve çıkışı engelleyebilmektedir (McDonald, 2000). Bu nedenle, bitkilerin ideal çimlenme koşullarının belirlenmesi ve her bitki türü için en uygun çimlenme ortamının sağlanması verimliliği artırıcı önemli bir faktördür (Elkoca, 2007).

Olumsuz çevre koşulları veya doğrudan tohum kalitesi ve yapısına bağlı olarak çimlenme ve fide çıkışı sırasında ortaya çıkabilecek sorunları minimize etmek, kısa sürede homojen fide çıkışı ve sağlıklı fide gelişimi sağlamak ve bitkilerin stres koşullarına dayanıklılığını artırmak amacıyla ekim öncesinde tohumlara uygulanan ön çimlendirme işlemleri genel olarak "priming" olarak adlandırılmaktadır (Heydecker ve Gibbins, 1978; Khan, 1992; Parera ve Cantliffe, 1994). Priming, tohumlara ekim öncesinde uygulanan ve çimlenme için gerekli metabolik faaliyetleri başlatan ancak kök çıkışına izin vermeyen kontrollü su alımı işlemi olarak tanımlanmaktadır (Heydecker ve Gibbins, 1978).

Tohumların çimlenme gücünü artırmak ve çevresel streslerin etkisini azaltarak verimliliği yükseltmek amacıyla çeşitli tohum hazırlama yöntemleri geliştirilmiştir. Çimlendirme uygulamalarının etkinliği, büyük ölçüde bitki türüne, türler arasındaki genetik çeşitliliğe ve seçilen uygulama yöntemine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. İstenilen bitki yoğunluğu ve yüksek verimin elde edilmesi, öncelikle ekilen tohumların kısa sürede ve yüksek oranda çimlenip çıkış yapmasına bağlıdır. Çevresel, genetik ve tohum yapısına bağlı olarak ortaya çıkabilecek olumsuzlukların giderilmesi, yeterli fide tesisi ve verim sağlanabilmesi için tohumlar ekim öncesinde genellikle priming uygulamalarına tabi tutulmaktadır. Priming, birçok bitki türünde özellikle düşük sıcaklık gibi uygun olmayan koşullarda çimlenme oranını ve hızını artırarak kısa sürede istenilen fide yoğunluğunun oluşmasını sağlamaktadır. Bu uygulama sonucunda hızlı kök ve sürgün gelişimi gerçekleşmekte, daha kuvvetli fide oluşumu ve buna bağlı olarak verim artışı sağlanmaktadır. Ancak, priming teknikleri her bitki türü için farklılık gösterebilmekte ve her yöntemin avantajları olduğu kadar dezavantajları da bulunmaktadır.

Nano-priming, tohum çimlenmesini, tohum büyümesini iyileştirmeye yardımcı olan yenilikçi bir tohum hazırlama teknolojisidir ve bitkilerde çeşitli streslere karşı direnç sağlayarak verim sağlamaktadır. Nano-priming, diğer tüm tohum hazırlama yöntemlerine kıyasla çok daha etkili bir yöntemdir. Tohum hazırlığında nanopartiküllerin (NP'ler) göze çarpan özellikleri, bitki hücrelerinin ve dokularının çeşitli bileşenleri ile ilişkili elektron değişimi ve gelişmiş yüzey reaksiyon yetenekleri geliştirmektir.

Yöntem

Çalışma Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Tohum Hazırlık Odasında yürütülmüştür. Çalışmada Çiftçi ve Kafkas isimli tescilli mercimek çeşitleri kullanılmıştır. Çeşitlere ait tohumlar steril edildikten sonra MgO-NPs dozlarını (0, 50, 100 ve 150 µg/ml) içeren solüsyonlarda 24 saat süre ile bekletilmiştir. Daha sonra tohumlar çimlendirme kaplarına 25 adet olacak şekilde aktarılmıştır. Çimlendirme kapları 10 gün boyunca 25 °C'de bir ortamda bekletildi ve çimlenen tohum sayısı her 24 saatte bir kaydedilmiştir. Kökçük uzunluğu 2 mm'ye ulaştığı zaman, tohumlar çimlenmiş kabul edilmiştir.

Çalışmada çimlenme oranı (%), sürgün uzunluğu (cm), kök uzunluğu (cm), sürgün yaş ağırlığı (g), kök yaş ağırlığı (g), sürgün kuru ağırlığı (g) ve kök kuru ağırlığı (g) verileri alınmıştır.

Denemede incelenen özelliklere ilişkin elde edilen verilerle, Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre R Studio istatistik paket programı ile varyans analizi yapılmış ve farklılık gruplandırmaları ,05 düzeyinde Duncan testi ile yapılmıştır.

Bulgular

Çimlenme Oranı (%)

Farklı dozlarda MgO-NPs uygulaması yapılmış mercimek çeşitlerine ait ortalama çimlenme oranları ve varyans analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Çimlenme oranında çeşitler ve uygulamalar arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur. Uygulama dozu arttıkça çimlenme oranı azalmıştır. Ancak bu fark istatiksel olarak önemli olmamıştır. En yüksek çimlenme oranı kontrol uygulamasında elde edilirken en düşük çimlenme oranı 150 µg/ml uygulamasından elde edilmiştir.

Tablo 1.

Farklı Mg0-NPs dozlarının çimlenme oranına ait ortalama değerler (%) ve varyans analiz sonuçları

Çeşit	Dozlar (µg/ml)				
	Kontrol	50	100	150	Birleşik
Çiftçi	98,00	93,00	92,00	89,00	93,00
Kafkas	95,00	95,00	97,00	95,00	95,50
Ortalama	96,50	94,00	94,50	92,00	94,25
F değeri (Çeşit)	-	-	-	-	3,49
F değeri (Doz)	-	-	-	-	1,91
F değeri (ÇxD)	-	-	-	-	2,28
CV (%)	-	-	-	-	4,02

Sürgün Uzunluğu

Farklı dozlarda MgO-NPs uygulaması yapılmış mercimek çeşitlerine ait ortalama sürgün uzunlukları ve varyans analiz sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Sürgün uzunluğunda çeşitler arasındaki fark önemli olurken ve uygulamalar arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur. Çeşitlerin ortalama sürgün uzunluğu 6,24 cm olurken en uzun sürgün uzunluğuna 6,74 cm ile Kafkas çeşidi sahip olurken en düşük sürgün uzunluğuna 5,74 cm ile Çiftçi çeşidi sahip olmuştur ve aralarındaki fark önemli olmuştur.

Tablo 2.

Farklı Mg0-NPs dozlarının sürgün uzunluğuna ait ortalama değerler ve varyans analiz sonuçları

Çeşit	Dozlar (µg/ml)				
	Kontrol	50	100	150	Birleşik
Çiftçi	5,95	5,74	5,52	5,78	5,74b
Kafkas	6,96	9,51	7,09	6,40	6,74a
Ortalama	6,45	6,12	6,31	6,08	6,24
F değeri (Çeşit)	-	-	-	-	38,79***
F değeri (Doz)	-	-	-	-	1,15

F değeri (ÇxD)	-	-	-	-	1,67
CV (%)	-	-	-	-	7,24

***, *p*<,01 düzeyinde önemlidir.

Kök Uzunluğu

Farklı dozlarda MgO-NPs uygulaması yapılmış mercimek çeşitlerine ait ortalama kök uzunlukları ve varyans analiz sonuçları Tablo 3'te verilmiştir. Kök uzunluğunda çeşitler ve uygulamalar arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur. En uzun kök uzunluğu 100 (µg/ml) uygulamasında elde edilirken en düşük kök uzunluğu 50 µg/ml uygulamasından elde edilmiştir.

Tablo 3.

Farklı Mg0-NPs dozlarının kök uzunluğuna ait ortalama değerler ve varyans analiz sonuçları

Çeşit	Dozlar (µg/ml)				
	Kontrol	50	100	150	Birleşik
Çiftçi	2,75	2,76	3,72	2,77	3,00
Kafkas	3,52	2,81	3,25	3,24	3,20
Ortalama	3,13	2,78	3,48	3,01	3,10
F değeri (Çeşit)	-	-	-	-	0,98
F değeri (Doz)	-	-	-	-	2,01
F değeri (ÇxD)	-	-	-	-	1,71
CV (%)	-	-	-	-	18,80

Sürgün Yaş Ağırlığı

Farklı dozlarda MgO-NPs uygulaması yapılmış mercimek çeşitlerine ait ortalama sürgün yaş ağırlıkları ve varyans analiz sonuçları Tablo 4'te verilmiştir. Sürgün yaş ağırlığında çeşitler arasındaki fark önemli olurken uygulamalar arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur. Çeşitlerin ortalama sürgün yaş ağırlığı 0,80 g olurken en yüksek sürgün yaş ağırlığına 0,88 g ile Kafkas çeşidi sahip olurken en düşük sürgün yaş ağırlığına 0,71 g ile Çiftçi çeşidi sahip olmuştur ve aralarındaki fark önemli olmuştur.

Tablo 4.

Farklı Mg0-NPs dozlarının sürgün yaş ağırlığına ait ortalama değerler ve varyans analiz sonuçları

Çeşit	Dozlar (µg/ml)				
	Kontrol	50	100	150	Birleşik
Çiftçi	0,72	0,73	0,71	0,69	0,71b
Kafkas	0,93	0,88	0,94	0,78	0,88a
Ortalama	0,82	0,81	0,83	0,74	0,80
F değeri (Çeşit)	-	-	-	-	35,77***
F değeri (Doz)	-	-	-	-	2,20
F değeri (ÇxD)	-	-	-	-	1,23
CV (%)	-	-	-	-	10,02

***, *p*<,01 düzeyinde önemlidir.

Kök Yaş Ağırlığı

Farklı dozlarda MgO-NPs uygulaması yapılmış mercimek çeşitlerine ait ortalama kök yaş ağırlıkları ve varyans analiz sonuçları Tablo 5'te verilmiştir. Kök yaş ağırlığında çeşitler ve uygulamalar arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur. En yüksek kök yaş ağırlığı 100 (µg/ml) uygulamasında elde edilirken en düşük kök yaş ağırlığı 150 µg/ml uygulamasından elde edilmiştir.

Tablo 5.

Farklı Mg0-NPs dozlarının kök yaş ağırlığına ait ortalama değerler ve varyans analiz sonuçları

Çeşit	Dozlar (µg/ml)				
	Kontrol	50	100	150	Birleşik
Çiftçi	0,91	0,92	0,90	0,90	0,91
Kafkas	0,95	0,93	0,99	0,91	0,95
Ortalama	0,93	0,93	0,95	0,91	0,93
F değeri (Çeşit)	-	-	-	-	1,14
F değeri (Doz)	-	-	-	-	0,19
F değeri (ÇxD)	-	-	-	-	0,28
CV (%)	-	-	-	-	11,39

Sürgün Kuru Ağırlığı

Farklı dozlarda MgO-NPs uygulaması yapılmış mercimek çeşitlerine ait ortalama sürgün kuru ağırlıkları ve varyans analiz sonuçları Tablo 6'da verilmiştir. Sürgün kuru ağırlığında çeşitler arasındaki fark önemli olurken uygulamalar arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur. Çeşitlerin ortalama sürgün kuru ağırlığı 0,065 g olurken en yüksek sürgün yaş ağırlığına 0,071 g ile Kafkas çeşidi sahip olurken en düşük sürgün kuru ağırlığına 0,058 g ile Çiftçi çeşidi sahip olmuştur ve aralarındaki fark önemli olmuştur.

Tablo 6.

Farklı Mg0-NPs dozlarının sürgün kuru ağırlığına ait ortalama değerler ve varyans analiz sonuçları

Çeşit	Dozlar (µg/ml)				
	Kontrol	50	100	150	Birleşik
Çiftçi	0,057	0,061	0,056	0,060	0,058b
Kafkas	0,073	0,068	0,074	0,070	0,071a
Ortalama	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065
F değeri (Çeşit)	-	-	-	-	48,769***
F değeri (Doz)	-	-	-	-	0,033
F değeri (ÇxD)	-	-	-	-	1,897
CV (%)	-	-	-	-	7,968

***, *p*<,01 düzeyinde önemlidir.

Kök Kuru Ağırlığı

Farklı dozlarda MgO-NPs uygulaması yapılmış mercimek çeşitlerine ait ortalama kök kuru ağırlıkları ve varyans analiz sonuçları Tablo 7'de verilmiştir. Kök kuru ağırlığında çeşitler ve uygulamalar arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur. En yüksek kök kuru ağırlığı 50 (µg/ml) uygulamasında elde edilirken en düşük kök kuru ağırlığı kontrol, 100 µg/ml ve 150 µg/ml uygulamalarında elde edilmiştir.

Tablo 7.

Farklı Mg0-NPs dozlarının kök kuru ağırlığına ait ortalama değerler ve varyans analiz sonuçları

Çeşit	Dozlar (µg/ml)				
	Kontrol	50	100	150	Birleşik
Çiftçi	0,051	0,051	0,050	0,051	0,051
Kafkas	0,048	0,050	0,050	0,049	0,049
Ortalama	0,050	0,051	0,050	0,050	0,050
F değeri (Çeşit)	-	-	-	-	0,408
F değeri (Doz)	-	-	-	-	0,049
F değeri (ÇxD)	-	-	-	-	0,167
CV (%)	-	-	-	-	10,524

Tartışma

Bu çalışmada MgO nanopartikül (NP) uygulamalarının mercimek çeşitlerinde çimlenme oranı ve fide gelişimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Elde edilen bulgular, MgO-NPs uygulamalarının incelenen çimlenme ve gelişim parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etki oluşturmadığını göstermiştir. Çeşit faktörü ise bazı özellikler üzerinde önemli farklılıklar yaratmıştır; özellikle Kafkas çeşidi sürgün uzunluğu, sürgün yaş ve kuru ağırlığı bakımından Çiftçi çeşidinden üstün bulunmuştur.

Sharma vd. (2022), MgO nanopartikülleri ile yapılan tohum hazırlama uygulamalarının mercimek üzerinde olumsuz etkilere neden olduğunu, büyüme ve biyokimyasal parametrelerde inhibisyona yol açtığını bildirmiştir. Bu çalışmada benzer şekilde yüksek dozlarda MgO-NPs uygulamasının çimlenme oranını azalttığı gözlenmiş, ancak bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu durum, MgO-NPs'lerin mercimek gibi tuzluluğa hassas türlerde yüksek dozlarda toksik etki yaratabileceğini göstermektedir.

Öte yandan, Ghassemi-Golezani vd. (2008a, 2008b), geleneksel priming (hidro- ve osmo-priming) uygulamalarının mercimekte çimlenme ve çıkışı önemli ölçüde artırdığını ve fide gelişimini desteklediğini bildirmiştir. Köse vd. (2019) ise farklı priming yöntemlerinin yeşil mercimek çeşitlerinde çimlenme oranı ve fide gelişimi üzerinde olumlu etkiler oluşturduğunu belirtmiştir. Bu çalışmaların aksine, MgO-NPs ile yapılan nano-priming uygulamaları bu çalışmada benzer bir pozitif etki oluşturmamıştır.

Sharma vd. (2021) tarafından siyah fasulyede yapılan bir çalışmada da MgO nanopartiküllerinin vejetatif büyüme ve bazı fizyolojik parametreleri olumsuz etkilediği gösterilmiştir. Bu çalışma da nanopartikül dozunun artmasıyla toksik etkilerin ortaya çıkabileceğini desteklemektedir.

Sonuç ve Öneriler

Nano-priming, tohum çimlenmesini, tohum büyümesini iyileştirmeye yardımcı olan yenilikçi bir tohum hazırlama teknolojisidir ve bitkilerde çeşitli streslere karşı direnç sağlayarak verim sağlamaktadır. Nano-priming, diğer tüm tohum hazırlama yöntemlerine kıyasla çok daha etkili bir yöntemdir. Tohum hazırlığında nanopartiküllerin (NP'ler) göze çarpan özellikleri, bitki hücrelerinin ve dokularının çeşitli bileşenleri ile ilişkili elektron değişimi ve gelişmiş yüzey reaksiyon yetenekleri geliştirmektir.

Genel olarak, MgO-NPs uygulamalarının mercimekte çimlenme ve fide gelişimi üzerine anlamlı bir etkisi gözlenmemiştir. Bu sonuçlar, MgO-NPs'nin mercimek gibi hassas türlerde nano-priming için uygun olmayabileceğini göstermektedir. Ancak farklı bitki türlerinde, farklı nanopartikül tipleri ve konsantrasyonları kullanılarak yapılacak çalışmalar, nano-priming uygulamalarının tarımsal üretime katkısını daha net ortaya koyacaktır.

Etik Komite Onayı: Bu çalışma için etik komite onayı gerekmiyor.
Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.
Yazar Katkıları: Fikir- S.K.; Tasarım- S.K.; Denetleme- K.H.; Kaynaklar- Z.A.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi-Z.A.; Analiz ve/ veya Yorum-S.K.; Literatür Taraması-Z.A.; Yazıyı Yazan-S.K.; Eleştirel İnceleme-K.H.
Çıkar Çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.
Finansal Destek: Yazarlar, bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.
Yapay Zeka Kullanımı: Yazar yapay zeka destekli uygulamaları kullanmadığını beyan etmiştir.

Ethics Committee Approval: This study does not require ethics committee approval.
Peer-review: Externally peer-reviewed.
Author Contributions: Concept - S.K.; Design - S.K.; Supervision - K.H.; Resources - Z.A.; Data Collection and/or Processing - Z.A.; Analysis and/or Interpretation - S.K.; Literature Review - Z.A.; Author - S.K.; Critical Review - K.H.
Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.
Use of Artificial Intelligence: The author has stated that they do not use AI-powered applications.

Kaynaklar

Anonim, (2023). *Türkiye İstatistik Kurumu*. Erişim Tarihi:01.07.2024. https://www.tuik.gov.tr/

Anonymous, (2022). *FAO Production*. Erişim Tarihi:01.07.2024. http://www.fao.org.

Aydoğan, A., Karagül, V., & Bozdemir, Ç. (2002). Orta Anadolu Bölgesi Kışlık Mercimek (*Lens culinaris* Medik.) Islah Çalışmaları. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 11* (1-2), 1-13.

Azkan, N., (1999). *Yemeklik Tane Baklagiller*. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Notları, 40, 107. Bursa.

Bhateshwar, D. C., Prabha, D., Jangid, D., & Salman, M. (2020). Effect of seed priming with botanicals on plant growth and seed yield of lentil (*Lens culinaris* M.). International *Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 9*(7), 3484-3499.

Cicerali, I. N. (2004). *Tuz Stresinin, Dirençli ve Hassas Mercimek Çeşitlerinin Antioksidan Sistemleri Üzerine Etkisi* (Tez No: 153433). [Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoteknoloji Bölümü]. YÖK Tez Merkezi.

Çiftçi, C. Y. (2004). Dünyada ve Türkiye'de Yemeklik Tane Baklagiller Tarımı. *TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Teknik Yayınlar Dizisi*, 5, 197.

Elkoca, E. (2007). Priming: Ekim Öncesi Tohum Uygulamaları. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 38*(1), 113-120.

Ghassemi-Golezani, K., Aliloo, A. A., Valizadeh, M., & Moghaddam, M. (2008a). Effects of different priming techniques on seed invigoration and seedling establishment of lentil (*Lens culinaris* Medik). *Journal of Food Agriculture and Environment, 6*(2), 222.

Ghassemı-Golezanı, K., Aliloo, A. A., Valizadeh, M., & Moghaddam, M. (2008b). Effects of hydro and osmo-priming on seed germination and field emergence of lentil (*Lens culinaris* Medik.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 36*(1), 29-33.

Heydecker, W., Gibbins, B. (1978). The `priming` of seeds. *Acta Horticulturae*, *83*, 213-215.

Kantar, F., & Elkoca, E. (1998). Kültür bitkilerinde tuza dayanıklılık. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 29* (1), 163-174.

Karakullukçu, E., & Adak, M. S. (2008). Bazı Nohut (*Cicer arietinum*) Çeşitlerinin Tuza Toleranslarının Belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, *14*, 313- 319.

Kaur, G. (2020). Study on the Performance of Different Seed Rate and Seed Priming Treatments on Growth and Yield of Lentil (*Lens culinaris* Medik.). *International Journal of Agriculture Sciences*, ISSN, 0975-3710.

Khan, A. A. (1992). Preplant physiological seed conditioning. *Horticultural Reviews*, *13*, 131-181.

Köse, Ö. D. E., Kardeş, Y. M., Karaer, M., & Mut, Z. (2019). Yeşil mercimek (*Lens culinaris* Medik.) çeşitlerinde farklı priming uygulamalarının çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, *6*, 247-255.

Kün, E., Çiftçi, C. Y., Birsin, M., Ülger, A. C., Karahan, S., Zencirci, N., Öktem, A., Güler, M., Yılmaz, N., & Atak, M. (2005). *Tahıl ve Yemeklik Dane Baklagiller Üretimi*. TMMOB. Ziraat Mühendisleri Odası. VI. Teknik Kongre. 3-7 Ocak, Say: 403.

McDonald, M. B. (2000). Seed Priming. In: Black, M., Bewley, J.D. (ed.) *Seed Technology and Its Biological Basis*. 287–325. Sheffield Academic Press.

Parera, C. A., & Cantliffe, D. J. (1994). Presowing seed priming. *Horticultural Reviews*, *16*, 109-141.

Sharma, P., Gautam, A., Kumar, V., & Guleria, P. (2021). In vitro exposure of magnesium oxide nanoparticles adversely affects the vegetative growth and biochemical parameters of black gram. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, *16*, 100483.

Sharma, P., Gautam, A., Kumar, V., & Guleria, P. (2022). MgO nanoparticles mediated seed priming inhibits the growth of lentil (*Lens culinaris*). *Vegetos*, *35*(4), 1128-1141.

Şehirali, S. (1988). *Yemeklik Dane Baklagiller*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1089, Ders Kitabı, s. 435.