

EJONS

Uluslararası Matematik, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Dergisi
International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences

Research Article

e-ISSN: 2602 - 4136

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17941407>

Çörek Otu Tohumlarında (*Nigella sativa* L.) Çimlenme Performansı ve Tohum Kalitesinin İyileştirilmesine Yönelik Bazı Tohum Ön Uygulamaları

Ashraf BAGHIRLI ¹, Orhan ALİYEV ¹, Muhammet Anıl AYDIN ¹, Mizgin MEHMET ¹, Gülsüm ÖZTÜRK ¹

¹ Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, İzmir, Türkiye
Sorumlu Yazar Email: gulsum.ozturk@ege.edu.tr

Makale Tarihçesi

Geliş: 02.10.2025

Kabul: 20.11.2025

Anahtar Kelimeler

Çörek Otu (*Nigella sativa* L.),
Priming,
Çimlenme,
Çıkış

Özet: Bu çalışma, çörek otu tohumlarında farklı ön uygulamaların çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Deneme, 2025 yılında Ege Üniversitesi Tohum Teknolojisi Uygulama ve Araştırma Merkezi (TOTEM) laboratuvarlarında, Tesadüf Parselleri Deneme Deseni'ne göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Araştırmada; GA₃ (500 mg L⁻¹), KH₂PO₄ (2 g L⁻¹), PEG 6000 (300 g L⁻¹) ve kombinasyonları (PEG 6000 + GA₃, PEG 6000 + KH₂PO₄) uygulanmıştır. ISTA kurallarına göre çimlenme işlemleri gerçekleştirilmiş ve uygulama yapılan tohumların çimlenme oranları ve ortalama çimlenme süreleri karşılaştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, uygulamalar arasında hem çimlenme oranı hem de ortalama çimlenme süresi bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklar belirlenmiştir. En yüksek çimlenme oranı %88,67 ile PEG 6000 + KH₂PO₄ uygulamasından elde edilirken, bu uygulama aynı zamanda 3,99 gün ile ortalama çimlenme süresini kısaltmıştır. Diğer etkili uygulamalar arasında PEG 6000 + GA₃ (%80,00 - 4,48 gün) ve KH₂PO₄ (%80,67 - 7,03 gün) yer almıştır. Sonuç olarak, özellikle PEG 6000 ile birlikte uygulanan KH₂PO₄ ve GA₃, çörek otu tohumlarında daha hızlı ve homojen çimlenmesi bakımından olumlu yönde etki ettiği belirlenmiştir.

Some Seed Pre-Treatments on Germination Performance and Seed Quality Improvement in Black Cumin (*Nigella sativa* L.) Seeds

Article Info

Received: 02.10.2025

Accepted: 20.11.2025

Keywords

Black Cumin (*Nigella sativa* L.),
Priming,
Germination,
Emergence

Abstract: This study was conducted to determine the effects of different pre-sowing treatments on the germination percentage and mean germination time of black cumin (*Nigella sativa* L.) seeds. The experiment was established in 2025 under laboratory conditions at the Ege University Seed Technology Research and Application Center (TOTEM), using a Completely Randomized Blok Design with three replications. The treatments included GA₃ (500 mg L⁻¹), KH₂PO₄ (2 g L⁻¹), PEG 6000 (300 g L⁻¹), and their combinations (PEG 6000 + GA₃ and PEG 6000 + KH₂PO₄), which were applied as seed priming treatments. Following the treatments, germination tests were carried out in accordance with ISTA rules in terms of the germination percentage and mean germination time. The results showed that there were statistically significant differences among treatments in terms of both germination percentage and mean germination time. The highest germination percentage (88.67%) and the shortest mean germination time (3.99 days) were obtained from the PEG 6000 + KH₂PO₄ treatment. Other effective treatments included PEG 6000 + GA₃ (80.00% - 4.48 days) and KH₂PO₄ alone (80.67% - 7.03 days). In conclusion, KH₂PO₄ and GA₃, particularly when combined with PEG 6000, were found to be effective pre-sowing treatments for promoting faster and more uniform germination in black cumin seeds.

1. Giriş

Çörek otu (*Nigella sativa* L.), *Ranunculaceae* familyasına ait, başta Doğu Akdeniz ülkeleri olmak üzere birçok bölgede yaygın olarak tarımı yapılan, tek yıllık otsu bir bitki türüdür. Bitki, 20-60 cm arasında değişen uzunluktadır; gövdesi dik, tüylü, dallı ve seyrek yapılıdır. Yaprakları almaşık dizilimde ve üç parçalıdır. Çiçekler uzun saplıdır ve dalların uç kısımlarında yer almaktadır. Bitki, Haziran ve Temmuz aylarında çiçek açmakta olup, çiçekleri beyaz veya açık mavi renkte ve sarımsı yeşil uçlara sahiptir. Meyvesi, kapsül şeklindedir. Tohumlar, bitkinin en önemli kullanılan kısmını oluşturmaktadır olup, oval şekilli, üç ile dört köşeli olup yaklaşık 3-4 mm uzunluğundadır (Ceylan, 1987; İlisulu, 1992; Anonim, 2020). Çörek otu, hem dünyada hem de Türkiye'de gıda sektöründe yaygın olarak kullanılan ve kullanım potansiyeli giderek artan bir bitki türüdür. Tıbbi ve ekonomik açıdan büyük öneme sahip olan ve Türkiye'de "çörek otu" olarak bilinen bu bitki, ülkenin çeşitli bölgelerinde yetiştirilmektedir (Işık, 2018). Çörek otu tohumlarının kimyasal bileşimi, %30-45 oranında sabit yağ, % 0,01-0,5 oranında uçucu yağ, % 20-30 protein ile alkaloid ve saponinler içermektedir. Bu tohumların doymamış yağ asitleri arasında linoleik ve oleik asitler, en belirgin yağ asitleri olarak öne çıkmaktadır (Anonim, 2020). Çörek otu tohumları, gıda ve farmasötik alanlarda geniş bir kullanım yelpazesine sahiptir. Gıda amaçlı olarak çay, kahve, ekmek ve konserve üretiminde kullanılmaktadır. Ayrıca, tohum yağı kapsül formunda tüketilmekte olup, sedef hastalığı ve egzama gibi deri rahatsızlıklarının tedavisinde kullanılabilmektedir. Yağı balmumu ile karıştırılarak yanıklar, deri enfeksiyonları, eklem ağrıları ve cilt bakımı için de kullanıldığı bilinmektedir. Baharat ve aromatik amaçlarla da yaygın olarak kullanılan çörek otu geleneksel tıpta diüretik, diyaforetik ve karaciğer güçlendirici olarak tercih edilmektedir. Ayrıca, hazımsızlık ve bağırsak tedavisinde de yararlı etkileriyle öne çıkmaktadır (Fallah ve ark., 2017; Endes, 2018). TÜİK 2023 yılı verilerine göre; ülkemizde çörek otu ekim alanı 5 bin ha, üretim miktarı 5 bin ton olarak bildirilmiştir (TÜİK, 2025).

Çörek otu, tüketimi fazla olmasına karşın hem dünyada hem de Türkiye'de sınırlı ekim alanlarına ve düşük üretim miktarına sahiptir. Bu durum, artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılamada yetersizlik oluşturmaktadır. Bu nedenle, birim alandan elde edilen verimin artırılması, çörek otu üretiminde öncelikli hedeflerden biri hâline gelmiştir. Verimliliği artırmada temel girdilerden biri ise kaliteli tohum kullanımına dayanmaktadır. Tohum kalitesinin yükseltilmesi, doğrudan birim alandan elde edilecek verimi olumlu yönde etkilemektedir. Tarımsal üretimde yüksek ürün verimi alabilmenin en temel koşullarından biri, kaliteli tohumluk kullanarak başarılı bir çimlenme elde etmektir (McDonald, 2000; Okçu, 2005). Kaliteli bir tohumluk; yüksek çimlenme yüzdesi, hızlı ve eş zamanlı çıkış ile sağlıklı fide gelişimi sayesinde sonraki büyüme dönemlerine güçlü bir başlangıç sağlamaktadır. Dolayısıyla tohumların çimlenme kapasitesi ve canlılığı, bitkisel üretimde hedeflenen verim ve ürün kalitesini doğrudan etkilemektedir. Çörek otu yetiştiriciliğinde çeşit seçimi, uygun çevresel koşullar ve tarım tekniklerinin belirlenmesi, verim ve üretimin artırılması açısından büyük önem taşımaktadır. Çimlenme sürecini etkileyen faktörler arasında su, sıcaklık, oksijen, ışık, toprak tuzluluğu ve ağır toprak yapısı gibi abiyotik unsurlar ile fungus, bakteri, virüs ve böcek gibi biyotik etmenler yer almaktadır. Dormansinin kırılması ve olumsuz koşullarda etkili çimlenme sağlanması için katlama, ekim öncesi ıslatma, bitki büyüme düzenleyicileri, asitlerle aşındırma, vitaminler, hormonlar ve osmotik çözeltiler gibi tohum ön uygulamaları (priming) yapılmaktadır (Hartmann ve ark., 1990; Hasanuzzaman ve ark., 2012; Ghiyasi ve ark., 2015; Ghiyasi ve ark., 2019; Durmaz ve Kara, 2023).

Priming uygulaması, tohumların ekim öncesinde belirli bir süre ve sıcaklıkta su ya da düşük ozmotik basınca sahip bir çözelti içerisinde bekletilip ardından tekrar kurutulması prensibine dayanmaktadır. Ayrıca düşük maliyetli, etkili ve kolay uygulanabilir yöntemler olarak öne çıkmakta olup, çevre dostu ve sürdürülebilirlik açısından da önemli bir avantaj

sağlamaktadır (Ceritoğlu ve ark., 2021). Priming uygulamalarında çoğunlukla Ozmo-priming, Hidro-priming, Matri-priming teknikleri kullanılmaktadır. Hidro-priming, tohumların belirli bir süre uygun bir sıcaklıkta (5-20°C) steril suda bekletilerek ısıtılmasıdır. Matripriming, priming ortamı olarak düşük matrik potansiyeline sahip vermikülit gibi katı materyallerin kullanıldığı uygulama olarak tanımlanmaktadır (Elkoca, 2007). Ozmo-priming, tohumların düşük su potansiyeline sahip ozmotik bir çözelti içinde bekletilerek kontrollü su alımı sağlanması ve kök çıkışının engellenmesi temeline dayanan bir priming tekniğidir. Bu teknik, özellikle stres koşullarında çimlenme hızını ve üniformitesini artırmak amacıyla kullanılmaktadır (Al-Karaki, 1998; Foti ve ark., 2002; Elkoca, 2007; Mirmazloum ve ark., 2020; Ceritoğlu ve ark., 2021).

Bu çalışmada çörek otu tohumlarının çimlenme performansını artırmaya yönelik priming uygulamaları ile bu uygulamalarda kullanılan hormonlar ve inorganik tuzların çimlenme performansı üzerindeki etkilerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Böylece tohum gücünün (vigor) artırılması, çimlenme sürecinin hızlandırılması ve daha homojen fide çıkışının sağlanması amaçlanmaktadır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma kapsamında genetik materyal olarak Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nden temin edilen çörek otu tohumları kullanılmıştır. Tohumlar 2024 yılı hasat döneminde elde edilmiş olup, çalışmaya alınmadan önce yapılan ön çimlendirme testinde % 95 çimlenme yeteneği göstermiştir. Deneme öncesine kadar tohumlar +4 °C'de, karanlık ve kuru koşullarda saklanmıştır. Çalışma Ege Üniversitesi Tohum Teknolojisi Uygulama ve Araştırma Merkezi (TOTEM) laboratuvarlarında yürütülmüştür. Tohum ön uygulamalarına başlamadan önce, denemede kullanılacak çörek otu tohumlarının tohum çimlenme testleriyle başlangıç canlılıkları belirlenmiştir. Bu testler, ISTA (Uluslararası Tohum Test Birliği) tarafından belirlenen kurallara uygun bir şekilde gerçekleştirilmiştir (ISTA, 2014). Çörek otu tohumları embriyosu zarar görmüş taneler vb. temizlenmiş ve daha sonra tohumlara 10 dk % 1'lik Sodyum Hipoklorit (NaClO) uygulanarak yüzey sterilizasyonu yapılmıştır. Sterilizasyon işleminden sonra tohumlar 3-4 kez saf sudan geçirilmiş ve eski nemine ulaşması için 24 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir. Daha sonra hormon ve inorganik tuz içeren çözeltiler hazırlanmış; çimlendirme kâğıtları bu çözeltilere batırılmıştır. Her bir uygulama için 50'ser adet tohum kullanılmış ve Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak 120 x 20 mm ölçülerindeki cam petri kaplarına ekim işlemi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Çörek otu tohumlarında priming ve çimlenme süreci

Çörek otu tohumları ISTA (Uluslararası Tohum Test Birliği) tarafından belirlenen kurallara uygun bir şekilde VELP FOC 225I marka iklim dolabında sıcaklığı 25 °C’de denemeye alınmıştır. Çimlendirme denemesi Ocak 2025 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Kökçüğü (Radicil uzunluğu) 2 mm olan tohum “çimlenmiş” olarak kabul edilmiştir. İlk 3 gün içinde çıkışlar gözlemlenmiş ve 14. günün sonunda çimlenme testi tamamlanmış olup gözlemler değerlendirilmiştir.

2.1. Analiz grupları

Çalışmada çörek otu tohumlarına; kontrol (uygulama yapılmamış), GA₃ (Gibberellik Asit), KH₂PO₄ (Monopotasyum Fosfat), PEG 6000 (Polietilen Glikol) ve bu maddelerin kombinasyonları PEG 6000 + GA₃ ve PEG 6000 + KH₂PO₄ olmak üzere toplam 6 uygulama yapılmıştır. Kullanılan GA₃, KH₂PO₄ ve PEG 6000 kimyasalları analitik saflıkta olup toz formunda Ege Üniversitesi Tohum Teknolojisi Uygulama ve Araştırma Merkezi’nden

(TOTEM) temin edilmiştir. Tüm kimyasallar önerilen şekilde +4 °C’de, ışıık ve nemden korunarak saklanmıştır.

Kontrol grubu çörek otu tohumları, yalnızca saf su ile ısıtılarak cam petri kaplarına ekilmiştir. Çalışmada kullanılan PEG 6000 (Polietilen Glikol) çözeltisi (300 g L⁻¹) 96 saat çalkayıcı içinde sürekli hareket halinde ve havalanma sağlanacak şekilde bekletilmiştir. Bekletme sonrasında PEG 6000 çözeltisinden çıkartılan tohumlar saf su ile 3 kez durulanmıştır. Durulanan tohumlar önceki nemlerine ulaşması amacıyla oda sıcaklığında 24 saat kadar kurutulmuştur. PEG 6000 + GA₃ ve PEG 6000 + KH₂PO₄ kombine uygulamasında PEG 6000 çözeltisi (300 g L⁻¹) ile muamele edilen tohumlar %0,05’lik (500 mg L⁻¹) GA₃ çözeltisi ve % 0,2’lik (2 g L⁻¹) KH₂PO₄ çözeltisi ile ısıtılmış çimlendirme kâğıtları üzerine ekilmiştir. GA₃ (Gibberellik Asit) uygulamasında % 0,05’lik (500 mg L⁻¹) GA₃ çözeltisi hazırlanmış; KH₂PO₄ (Monopotasyum Fosfat) uygulamasında % 0,2’lik (2 g L⁻¹) KH₂PO₄ çözeltisi hazırlanmış çimlendirme kâğıtları bu çözelti ile ısıtıldıktan sonra cam petri kaplarına yerleştirilmiştir. Ardından çörek otu tohumları, her petri için 50 adet olacak şekilde ve üç tekerrürlü olarak çimlendirme kâğıtları üzerine ekilmiştir.

2.2. Çimlenme ve çıkış testleri

Çimlenme ve çıkış testleri ISTA (2014) kuralları kapsamında gerçekleştirilmiş ve aşağıda belirtilen uygulama gruplarında çimlenme oranları (%) ortalama çimlenme süreleri (gün) hesaplanmıştır. Hesaplamalar için aşağıda verilen formüllerden yararlanılmıştır.

Çimlenme oranı (%) değeri Larsen and Andreasen (2004) göre belirlenmiştir:

$$\text{Çimlenme oranı (\%)} = \frac{\Sigma n}{N} \times 100$$

n: Çimlenen/çıkan tohum sayısı,

N: Toplam tohum sayısı.

Çimlenme hızının hesaplanması Pedersen ve ark. (1993) tarafından belirtildiği yapılmıştır:

$$\text{Ortalama Çimlenme/Çıkış Süresi (gün)} = \frac{\Sigma (g_x \times n_x)}{\Sigma n_x}$$

g_x: Testin başlangıcından itibaren geçen gün sayısı,

n_x: Belirli bir günde çimlenen tohum sayısı,

Σn_x: Çimlenen toplam tohum sayısı.

2.3. İstatistiki değerlendirilmeler

Çalışmada elde edilen sonuçlar TOTEMSTAT (Acikgoz ve ark., 2004) programı ile değerlendirilmiş ve ortalamalar Steel and Torrie (1980)'ye göre Asgari Önemli Fark (AÖF) testiyle karşılaştırılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Çörek otu tohumlarına kontrol (uygulama yapılmamış), GA₃ (Gibberellik Asit), KH₂PO₄ (Monopotasyum Fosfat), PEG 6000 (Polietilen Glikol), PEG 6000 + GA₃ ve PEG 6000 + KH₂PO₄ olmak üzere toplam 6 uygulama yapılmıştır. Uygulamaların ardından gerekli çimlenme testleri gerçekleştirilmiş; elde edilen veriler kullanılarak çimlenme oranı ile ortalama çimlenme süresi hesaplanmıştır. Laboratuvar koşullarında yürütülen çalışmanın sonuçlarına ilişkin AÖF, F değerleri ile çimlenme oranı ve çimlenme süresi ortalamaları Tablo 1’de verilmiştir.

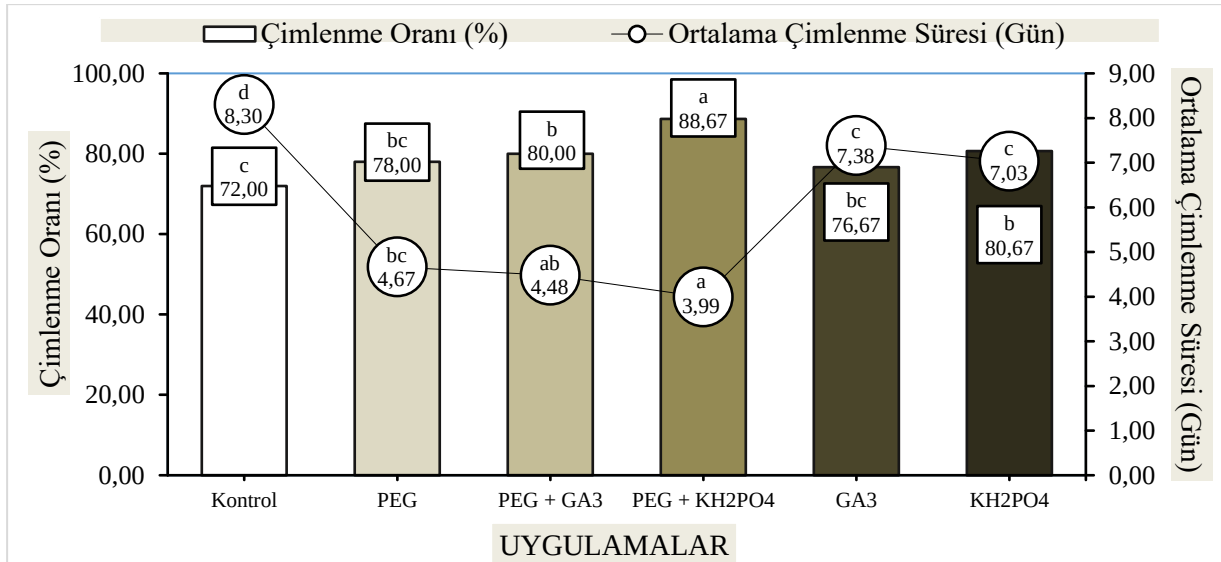
Tablo 1. Çörek otu tohumlarının çimlenme oranı (%) ve çimlenme süresi (gün) üzerine priming uygulamalarının etkileri

Uygulamalar	Çimlenme oranı (%)	Ortalama Çimlenme Süresi (gün)
Kontrol	72.00 c	8.30 d
GA ₃	76.67 bc	7.38 c
KH ₂ PO ₄	80.67 b	7.03 c
PEG 6000 (Polietilen Glikol)	78.00 bc	4.67 b
PEG 6000 + GA ₃	80.00 b	4.48 ab
PEG 6000 + KH ₂ PO ₄	88.67 a	3.99 a
F Değerleri	4.886*	85.553**
AÖF _{0.05}	7.687	0.603

*: p≤0.05 olasılık düzeyinde önemli

**: p≤0.01 olasılık düzeyinde önemli

Tablo 1’de F değerleri incelendiğinde uygulamalar arasında çimlenme oranı bakımından $p \leq 0.05$; ortalama çimlenme süresi bakımından $p \leq 0.01$ olasılık düzeyinde farklılıklar bulunmuştur. Çörek otu tohumlarına yapılan uygulamalar arasında çimlenme oranı karşılaştırıldığında PEG 6000 + KH₂PO₄ uygulamasının en yüksek (% 88.67) çimlenme oranı gösterdiği görülmektedir. Bu uygulamayı KH₂PO₄ % 80.67, PEG 6000 + GA₃ % 80.00, PEG 6000 % 78.00, GA₃ % 76.67 ve kontrol % 72.00 ile takip etmektedir. Burada tüm uygulamalar kontrol grubundan yüksek çimlenme oranına sahip olmuştur, bu da yapılan uygulamaların çimlenme oranını iyileştirme bakımından değerlendirmeye uygun olacağı şeklinde göze çarpmaktadır. Ortalama çimlenme gün sayısı bakımından ise PEG 6000 + KH₂PO₄ (3.99 gün), PEG 6000 + GA₃ (4.48 gün) uygulamasının en kısa sürede ortalama çimlenme zamanına ulaştığı görülmekte ve bu uygulamanın etkinliğini ortaya koymaktadır. Ortalama çimlenme süresi açısından bu uygulamayı 4.67 gün ile PEG 6000; 7.03 gün ile KH₂PO₄; 7.38 gün ile GA₃ uygulamaları izlemiştir. Çimlenme gün sayısı bakımından tüm uygulamalar kontrol tohumlarından (8.30 gün) daha kısa sürede çimlenme göstermiştir. Benzer şekilde Seyyedi ve ark. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada KH₂PO₄’in çörek otu tohumlarında tohum vigor gücü üzerinde olumlu etkisi olduğu belirtilmiştir. Priming uygulamalarının çimlenme sürecini hızlandırdığı çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur (Asaduzzaman ve ark., 2021; Kayacetin, 2021). Özellikle çörek otu tohumlarında PEG 6000 kullanılarak gerçekleştirilen osmo-priming işlemi, adaptasyon yeteneğini artırmakta ve çimlenme performansını iyileştirmektedir (Kayacetin, 2022). Bununla birlikte, pek çok araştırmacı, çörek otu tohumlarında dormansiyi ortadan kaldırmak amacıyla çimlenme öncesi gibberellik asit (GA₃) uygulamasının gerekli olduğunu ifade etmektedir (Subaşı and Gülseven, 2010; Özcan ve ark., 2014; Ahmadian ve ark., 2015; Amir ve ark., 2019). Literatürde, ekim öncesi uygulamalardan olan priming, çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi üzerinde olumlu etkiler yarattığı birçok çalışmayla desteklenmektedir (Ajouri ve ark., 2004; Duman ve ark., 2011; Ahmadian ve ark., 2015). Farklı ön uygulamaların çörek otu tohumlarında çimlenme oranı (%) ve ortalama çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Çörek otu tohumlarının priming uygulamalarının çimlenme oranı (%) ve ortalama çimlenme süresi (gün) dağılımı

4. Sonuç

Çörek otu tohumlarının çimlenme performanslarının iyileştirilmesi amacı ile yürütülen bu çalışmadan elde edilen bulgular özetlendiğinde; yürütülen çalışmada incelenen çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi özellikleri bakımından uygulamalar arasında farklılıklar görülmüştür. En yüksek çimlenme oranına (%) sahip uygulamalar sırasıyla PEG 6000 + KH₂PO₄ Uygulaması (%88.67), KH₂PO₄ Uygulaması (% 80.67) ve PEG 6000 + GA₃ Uygulaması (% 80.00). Ortalama çimlenme süresini (gün) olumlu etkileyen uygulamalar sırasıyla PEG 6000 + KH₂PO₄ Uygulaması (3.99 gün), PEG 6000 + GA₃ Uygulaması (4.48 gün) ve PEG 6000 (Polietilen Glikol) (4.67 gün) olmuştur. Çörek otu tohumlarında, osmopriming (PEG 6000) uygulamasının hormonlar ve inorganik tuzlarla kombinasyonu, çimlenme sürecini olumlu yönde etkilediği sonucuna varılmıştır. Bu doğrultuda, PEG 6000'in hormonlar ve inorganik tuzlarla kombinasyonuna yönelik çalışmaların artırılması vurgulanmaktadır. Benzer çalışmaların tarla koşullarında da gerçekleştirilmesi önerilmektedir.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulunduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma, TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı (Proje No: 1919B012472348) ile desteklenmiştir. Proje desteğinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynaklar

Acikgoz, N., Ilker, E., Gokcol, A., 2004. Assessment of biological research on the computer. Ege University, TOTEM, Izmir.

- Ahmadian, A., Shiri, Y., Froozandeh, M., 2015. Study of germination and seedling growth of Black cumin (*Nigella Sativa* L.) treated by hydro and Osmopriming under salt stress conditions. *Cercetari Agronomice in Moldova*, 48: 69-78.
- Ajourı, A., Haben, A., Becker, M., 2004. Seed priming enhances germination and seedling growth of barley under conditions of P and Zn deficiency. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 167: 630–636.
- Al-Karaki, G.N., 1998. Response of wheat and barley during germination to seed osmopriming at different water potential. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 181: 229-235.
- Amir, R., Cohen, H., Hachem, Y., 2019. Revisiting the attempts to fortify methionine content in plant seeds. *Journal of Experimental Botany*, 70: 4105–4114.
- Anonim, 2020. Tarım ve Orman Bakanlığı Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü Çörek Otu Fizibilite Raporu Ve Yatırımcı Rehberi. (<https://www.tarimorman.gov.tr/SGB/TARYAT/Belgeler/Projeler/%C3%87orek+Otu+Fizibilite+Raporu+ve+Yatirim+ci+Rehberi.pdf>), (Erişim Tarihi: 10.04.2025).
- Asaduzzaman, M., Huqe, M.A.S., Uddin, M.N., Hossain, M.A., Haque, M.S., 2021. Seed priming improves germination and early seedling growth in wheat under control and drought conditions. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, 19: 1-191.
- Ceritoğlu, M., Erman, M., Çığ, F., Şahin, S., Abdulkadir, A., 2021. Bitki gelişimi ve stres toleransının geliştirilmesi üzerine sürdürülebilir bir strateji: Priming tekniğı. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 8(3): 374-389.
- Ceylan, A., 1987. Tıbbi Bitkiler II (Uçucu Yağ İçerenler). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:481, Bornova, İzmir
- Duman, İ., Gökçöl, A., Tuncel, G., Akçalı, G., 2011. Biber tohumlarının kalite özelliklerinin iyileştirilmesinde tohum kaplama uygulamasından yararlanma olanakları, *Türkiye IV Tohumculuk Kongresi*, 14-17 Haziran, Samsun, s. 11-16.
- Durmaz, N., Kara, N., 2023. Çörekotu (*Nigella sativa* L.)’nda bazı tohum ön uygulamalarının verim ve kalite özelliklerine etkisi. *Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi*, 5(1): 9-14.
- Elkoca, E., 2007. Priming: ekim öncesi tohum uygulamaları. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 38(1): 113-120.
- Endes, Z., 2018. Bazı Tohum ön uygulamalarının iki farklı çörek otu türüne ait (*Nigella sativa* L. ve *Nigella damascena* L.) Tohumların çimlenme ve çıkış performansı üzerine etkileri. *Selcuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 32(1): 29-37.
- Fallah, S., Malekzadeh, S., Pessarakli, M., 2017. Seed priming improves seedling emergence and reduces oxidative stress in *Nigella sativa* under soil moisture stress. *Journal of Plant Nutrition*, 41(1): 29–40.
- Foti, S., Cosentino, S.L., Patane, C., D’Agosta, G.M., 2002. Effect of osmoconditioning upon seed germination of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) under low temperatures. *Seed Science and Technology*, 30: 521-533.
- Ghiyasi, M., Amirnia, R., Fazelimanesh, M., 2015. The effect of seed priming with different concentrations of ascorbic acid on germination and vigor of cumin (*Cumin cyminum* L.) under saline conditions. *Thai Journal of Agricultural Science*, 48: 179-785.
- Ghiyasi, M., Siavash Moghaddam, S., Amirnia, R., 2019. Chemical priming with salt and urea improves germination and seedling growth of black cumin (*Nigella sativa* L.) under osmotic stress. *Journal of Plant Growth Regulation*, 38: 1170–1178.

- Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies J.F.T., 1990. Plant Propagation Principles and Practices. Prentice Hall, Eaglewood Cliffs.
- Hasanuzzaman, M., Nahar, K., Fujita, M., 2012. Plant response to salt stress and role of exogenous protectants to mitigate salt-induced damages. In: P. Ahmad (Ed), Ecophysiology and responses of plants under salt stress. Springer Science + Business Media, Berlin, pp. 25–87.
- Işık, S., 2018. Türkiye'de yetiştirilen örek otu (*Nigella sativa* L.) tohumlarına ön uygulama (priming) ve biyoteknolojik yöntemler uygulayarak, standardize örek otu yağının elde edilmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü, Ankara.
- ISTA, 2014. International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland.
- İlisulu, K., 1992. İla ve Baharat Bitkileri, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No: 1256, Ankara.
- Kayacetin, F., 2021. Selection of some important species in genus Brassica against drought and salt tolerance by morphological observations on germination and seedling growth parameters. *Fresenius Environment Bulletin*, 30: 9228–9236.
- Kayacetin, F., 2022. Response to direct selection against drought stress in Black cumin (*Nigella sativa* L.). *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2022(1): 6888187.
- Larsen, S.U., Andreassen, C., 2004. Light and heavy turfgrass seeds differ in germination percentage and mean germination thermal time. *Crop Science*, 44(5): 1710–1720.
- McDonald, M.B., 2000. Seed Priming. In: M. Black, J.D. Bewley (Eds) Seed Technology and Its Biological Basis. Sheffield Academic Press, Sheffield, UK, pp. 287–325.
- Mirmazloum, I., Kiss, A., Erdelyi, E., Ladanyi, M., Nemeth, E.Z., Radacsi, P., 2020. The Effect of osmopriming on seed germination and early seedling characteristics of *Carum carvi* L. *Agriculture*, 10(4): 94.
- Özcan, İ.İ., Arabacı, O., Öğretmen, N., 2014. Bazı adaayı türlerinde farklı çimlendirme uygulamalarının belirlenmesi. *Türk Tarım Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2: 203–207.
- Pedersen, L.H., Jorgensen, P.E., Pulsen, I., 1993. Effect of seed vigor and dormancy on field emergence, development and grain yield of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and winter barley (*Hordeum vulgare* L.). *Seed Science & Technology*, 21(1): 159–178.
- Seyyedi, S.M., Kafi, M., Khazaei, H., Mousavi, S.F., 2015. Effect of priming on seed germination and seedling establishment of black cumin (*Nigella sativa* L.) under salinity stress. *Industrial Crops and Products*, 74: 545–552.
- Steel, R.G.D., Torrie, J.H., 1980. Principles and procedures of statistics: A biometrical approach. McGraw Hill.
- Subaşı, Ü., Gülseven, A., 2010. Seed germination studies on rare endemic *Salvia smyrnaea*. *Biological Diversity and Conservation*, 1: 126–132.
- TÜİK, 2025. Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim İstatistikleri. (<https://data.tuik.gov.tr>), (Erişim Tarihi: 05.07.2025).