

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.19357489>Susam (*Sesamum indicum* L.) Tohumlarında Ön-Priming Uygulamaları

Serkan GÖKÇE ¹, Onur ÖZEN ¹, Muhammet Anıl AYDIN ¹,
Mizgin MEHMET ¹, Gülsüm ÖZTÜRK ^{1*}

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

Makale Tarihçesi

Geliş: 13.01.2026
Kabul: 03.04.2026

Anahtar Kelimeler

Sesamum indicum L.,
Hidropriming,
Moringa Yaprak
Ekstratı (MLE),
GA₃

Özet: Bu çalışma, susam tohumlarında farklı ön uygulamaların çimlenme gücü 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), MLE (20 mL L⁻¹), Hidropriming ve bu maddelerin kombinasyonları (Hidropriming + GA₃, Hidropriming + MLE) uygulanmıştır. Uygulamalar sonrasında çimlenme testleri ISTA kurallarına uygun şekilde yürütülmüş, elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar LSD testi ile karşılaştırılmıştır. Çalışma sonuçları, uygulamalar arasında hem çimlenme gücü hem de ortalama çimlenme süresi bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ortaya koymuştur. Laboratuvar koşullarında yürütülen çimlenme denemeleri sonucunda, en yüksek çimlenme gücü % 90.00 ile Hidropriming + MLE uygulamasında elde edilmiştir. Ortalama çimlenme süresi açısından 2.91 gün ile Hidropriming + MLE uygulaması öne çıkmıştır. Sonuç olarak, susam tohumlarında hızlı ve homojen bir çimlenme için özellikle Hidropriming ile birlikte uygulanan MLE ve GA₃ kombinasyonları etkili bulunmuştur.

Pre-Priming Applications in Sesame (*Sesamum indicum* L.) Seeds

Article Info

Received: 13.01.2026
Accepted: 03.04.2026

Keywords

Sesamum indicum L.,
Hidropriming,
Moringa Leaf Extract
(MLE),
GA₃.

Abstract: This study was conducted to determine the effects of different pre-treatments on the germination percentage and mean germination time of sesame seeds. The experiment was carried out in 2025 at the Ege University Seed Technology Application and Research Center (TOTEM) under laboratory conditions, using a Completely Randomized Plot Design (CRPD) with three replications. As pre-treatments, GA₃ (500 mg L⁻¹), MLE (20 mL L⁻¹), Hydropriming and their combinations (Hydropriming + GA₃, Hydropriming + MLE) were applied to the seeds. Following the treatments, germination tests were conducted in accordance with ISTA rules, and the data were subjected to analysis of variance, with means compared using the LSD test. The results revealed statistically significant differences among treatments in terms of both germination percentage and mean germination time. The highest germination percentage was recorded in the Hydropriming + MLE treatment (90.00%). Regarding the mean germination time, the shortest duration was observed in the Hydropriming + MLE treatment (2.91 days). In conclusion, GA₃ MLE and GA₃ particularly when combined with Hydropriming, were found to be effective pre-sowing treatments for promoting faster and more uniform germination in sesame seeds.

1. Giriş

Susam (*Sesamum indicum* L.) Pedaliaceae familyasına ait kendine döllenen bir endüstri bitkisi (Ashri, 2010). Susam yetiştiriciliğinin ilk defa yaklaşık 5500 yıl önce Hindistan'da yapıldığı düşünülmektedir (Bedigian and Harlan, 1986). Susam tohumu ve yağı; gıda, yem ile kozmetik sanayisinde çok önemli bir yere sahiptir. Susam, diğer yağlı endüstri bitkileri ile kıyaslandığında % 40 ila % 60 arasında daha yüksek yağ içeriğine sahiptir (De la Vega and Hall, 2002; Gulluoglu et al., 2016). Susam yağı yaklaşık % 85 doymamış ve % 15 doymuş yağ asitleri içermektedir (Dossa et al., 2018). Susam, yerel, bölgesel ve uluslararası pazarlarda yaygın olarak işlenmektedir. Dünya susam tohumlarının yaklaşık % 70'i gıda amaçlı işlenirken, yağ üretimi sonrasında kalan tohum artıkları hayvan kütlesi olarak kullanılmaktadır (Myint et al., 2020). 2024 yılı TÜİK verilerine göre; ülkemizde susam ekim alanı 204.060 da, üretim miktarı 14.439 ton ve verimi 71 kg/da olarak bildirilmiştir (TÜİK, 2025). FAO 2023 yılı istatistiklerine göre, dünyada susam üretim alanı 13.1 milyon ha ve üretim miktarı 6.8 milyon ton olmuştur (FAO, 2025). Abiotik ve biyotik stresler, büyüme döngüsünün her aşamasında ürünün büyümesini ve gelişimini ciddi şekilde etkilemektedir. Tohum priming (ön çimlendirme) uygulamaları, stres ortamında tohum çimlenmesini ve büyümesini artırmak için yararlı ve ümit verici bir teknik haline gelmiştir. Bu uygulamaların en bilinenleri; hidropriming, ozmopriming, halopriming, termopriming ve biyopriming gibi birçok tohum ön muamele uygulamalarıdır (Mustafa et al., 2017). Tohum ön hazırlığı, çimlenme yüzdesini artıran ve çıkış süresini azaltan bir işlemdir. Ön hazırlık işlemi sırasında tohumlar yüksek ozmotik potansiyele sahip farklı çözeltilere batırılmaktadır. Tohum ön hazırlığı için tohum türüne ve ihtiyacına göre farklı türde çözeltiler kullanılmaktadır. Tohumun çözeltiye batırılmasının amacı kök çıkışı için yeterli su emilimini önlemek ve gecikme fazında tohumu genişletmektir. Aynı zamanda, tohum ön hazırlığı, mantar öldürücüler, bakteri öldürücüler kaplamasını uygulayarak hastalık için de korumaktadır (Nawaz et al., 2013). 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 olarak da önemli bir avantaj sağlamaktadır (Ceritoğlu ve ark., 2021). Moringa (*Moringa oleifera*) yaprak ekstraktı, bitkisel üretimde doğal bir büyüme uyarıcısı olarak öne çıkmaktadır. % 80 etanol ile elde edilen ekstraktlar, özellikle sitokinin tipi büyüme düzenleyicileri içermekte ve yapraklardan uygulandığında vejetatif gelişimi hızlandırmakta, biyotik stres toleransını artırmakta ve generatif gelişimi teşvik ederek verimi yükseltmektedir. % 0.08–0.16 oranlarındaki uygulamalar; kök, gövde ve yaprak biyokütlesi artışının yanı sıra meyve iriliği, çiçek sayısı ve şeker içeriği gibi kalite özelliklerinde anlamlı iyileşmeler sağlamıştır. Ayrıca yüksek düzeyde ham protein (% 25.1 – 43.5) ve esansiyel amino asit içeriği sayesinde yem katkısı olarak da değerlendirilebilmektedir. Yaprak ekstraksiyonu sırasında tanen, saponin, oksalat ve fitat gibi besin kullanımını kısıtlayan bileşiklerin büyük ölçüde uzaklaştırılması, materyalin yararlanılabilirliğini artırmaktadır. Bu nedenle Moringa yaprak ekstraktı, hem bitkisel üretimde verimliliği artırma hem de hayvansal üretimde besleyici katkı sağlama açısından önemli bir doğal kaynak olarak değerlendirilmektedir (Foidl et al., 2001).

Bu çalışma ile susam (*Sesamum indicum* L.) tohumlarının çeşitli ön çimlendirme (priming) uygulamalarının etkinliğini değerlendirmek amaçlanmıştır. Araştırma kapsamında hidropriming uygulamasının yanı sıra, moringa (*Moringa oleifera*) yaprak ekstraktı ve GA₃ (gibberellik asit) ile gerçekleştirilen priming işlemleri ile bu maddelerin hidropriming ile kombinasyonlarının susam tohumlarının çimlenme süreci üzerindeki etkileri incelenmiştir. Söz konusu uygulamaların tohum çimlenme gücünü artırma ve çimlenme süresini kısaltma

yönündeki etkileri değerlendirilmiş; elde edilen bulguların, susam yetiştiriciliğinde karşılaşılan çimlenme sorunlarına yönelik uygulanabilir bir çözüm sunması hedeflenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma Ege Üniversitesi Tohum Teknolojisi Uygulama ve Araştırma Merkezi (TOTEM) laboratuvarlarında 2025 yılında yürütülmüştür. Çalışmada bitkisel materyal olarak Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünden temin edilen susam tohumları kullanılmıştır Tohum ön uygulamalarına başlamadan önce, denemede kullanılacak susam tohumlarının tohum çimlenme testleriyle canlılıkları belirlenmiştir. Bu testler, ISTA (Uluslararası Tohum Test Birliği) tarafından belirlenen kurallara uygun bir şekilde gerçekleştirilmiştir (ISTA, 2014).

Susam tohumları denemeye alınmadan önce %1'lik Sodyum Hipoklorit (NaClO) içerisinde steril edilmiştir.



Şekil 1. Susam tohumlarının priming süreci, çimlendirme ortamı ve gözlemlerin yapılması

2.1. Analiz Grupları

2.1.1. Kontrol (uygulama görmemiş) tohumları

Susam tohumları, yalnızca saf su ile ıslatılmış çimlendirme kâğıtları üzerine yerleştirilmiş ve her birinden 50 adet, 3 tekerrürlü olarak cam petri kaplarına ekilmiştir.

2.1.2. Hidropriming Uygulaması

Denemede kullanılan susam tohumları için hazırlanan saf suda (hidropriming) 72 saat çalkayıcı içinde sürekli hareket halinde ve havalanma sağlanacak şekilde bekletilmiştir. Bekletme sonrasında saf sudan çıkartılan tohumlar saf su ile 3 kez durulanmıştır. Durulanan tohumlar önceki nemlerine ulaşması amacıyla oda sıcaklığında 24 saat kadar kurutulmuştur. Ardından tohumlar çimlendirme kâğıtlarına her biri için 50 adet 3 tekerrürlü olarak cam petri kaplarına ekilmiştir.

2.1.3. GA₃ Uygulaması

% 0.05'lik (500 mg L⁻¹) GA₃ çözeltisi hazırlanmış, her petri için 50 adet olacak şekilde ve 3 tekerrürlü olarak çimlendirme kâğıtları üzerine ekilmiştir.

2.1.4. Moringa Yaprak Ekstraktı (MLE) Uygulaması

%2'lik (20 mL L⁻¹) MLE (Moringa Yaprak Ekstraktı) çözeltisi hazırlanmış, her petri için 50 adet olacak şekilde ve 3 tekerrürlü olarak çimlendirme kâğıtları üzerine ekilmiştir.

2.1.5. Hidropriming + GA₃ Uygulaması

Susam tohumları hazırlanan saf suda (hidropriming) 72 saat çalkayıcı içinde sürekli hareket halinde ve havalanma sağlanacak şekilde bekletilmiştir. Ardından tohumlar ayrı olarak hazırlanan %0.05'lik (500 mg L⁻¹) GA₃ çözeltisi ile çimlendirme kâğıtları ıslatılmış ve cam petri kaplarına yerleştirilmiştir. PEG ile ön işlem görmüş tohumlar, her petri için 50 adet olacak şekilde ve 3 tekerrürlü olarak GA₃ ile ıslatılmış çimlendirme kâğıtları üzerine ekilmiştir.

2.1.6. Hidropriming + MLE Uygulaması

Susam tohumları hazırlanan saf suda (hidropriming) 72 saat çalkayıcı içinde sürekli hareket halinde ve havalanma sağlanacak şekilde bekletilmiştir. Bekletme sonrasında saf sudan çıkartılan tohumlar saf su ile 3 kez durulanmıştır. Ardından tohumlar ayrı olarak hazırlanan %2'lik (20 mL L⁻¹) MLE (Moringa Yaprak Ekstraktı) çözeltisi ile çimlendirme kâğıtları ıslatılmış ve cam petri kaplarına yerleştirilmiştir. PEG ile ön işlem görmüş tohumlar, her petri için 50 adet olacak şekilde ve 3 tekerrürlü olarak MLE (Moringa Yaprak Ekstraktı) ile ıslatılmış çimlendirme kâğıtları üzerine ekilmiştir.

Tüm uygulamalar ISTA (Uluslararası Tohum Test Birliği) tarafından belirlenen kurallara uygun şekilde 28 °C'de gerçekleştirilmiştir. Kökçüğü 2 mm olan tohumlar çimlenmiş olarak değerlendirilmiştir.

2.2. Çimlenme ve Çıkış Testleri

Çimlenme oranı (%) ve ortalama çimlenme süreleri (gün) için aşağıda verilen formüllerden yararlanılmıştır.

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

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

n: Çimlenen/çıkan tohum sayısı,

N: Toplam tohum sayısı.

Çimlenme hızının hesaplanması Pedersen et al. (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. İstatistik Değerlendirmeler

Susam tohumlarının uygulamalarından elde edilen sonuçların istatistiksel analizleri RStudio (R Core Team, 2025; Version 4.5.1) programı kullanılarak yapılmış, ortalamalar ise Steel and Torrie (1980)'ye göre LSD testi ile karşılaştırılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Susam tohumları kontrol (uygulama yapılmamış), GA₃ (Giberellik Asit), MLE (Moringa Yaprak Ekstraktı), Hidropriming, Hidropriming + GA₃ ve Hidropriming + MLE olmak üzere toplam 6 uygulamaya alınmıştır. Uygulamaların ardından gerekli çimlenme testleri gerçekleştirilmiş; elde edilen veriler kullanılarak çimlenme gücü (%) ile ortalama çimlenme süresi (gün) hesaplanmıştır. Söz konusu özelliklere ait LSD, F değerleri ile ortalamalar Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Susam tohumlarının çimlenme oranı (%) ve çimlenme süresi (gün) üzerine farklı priming uygulamalarının etkileri

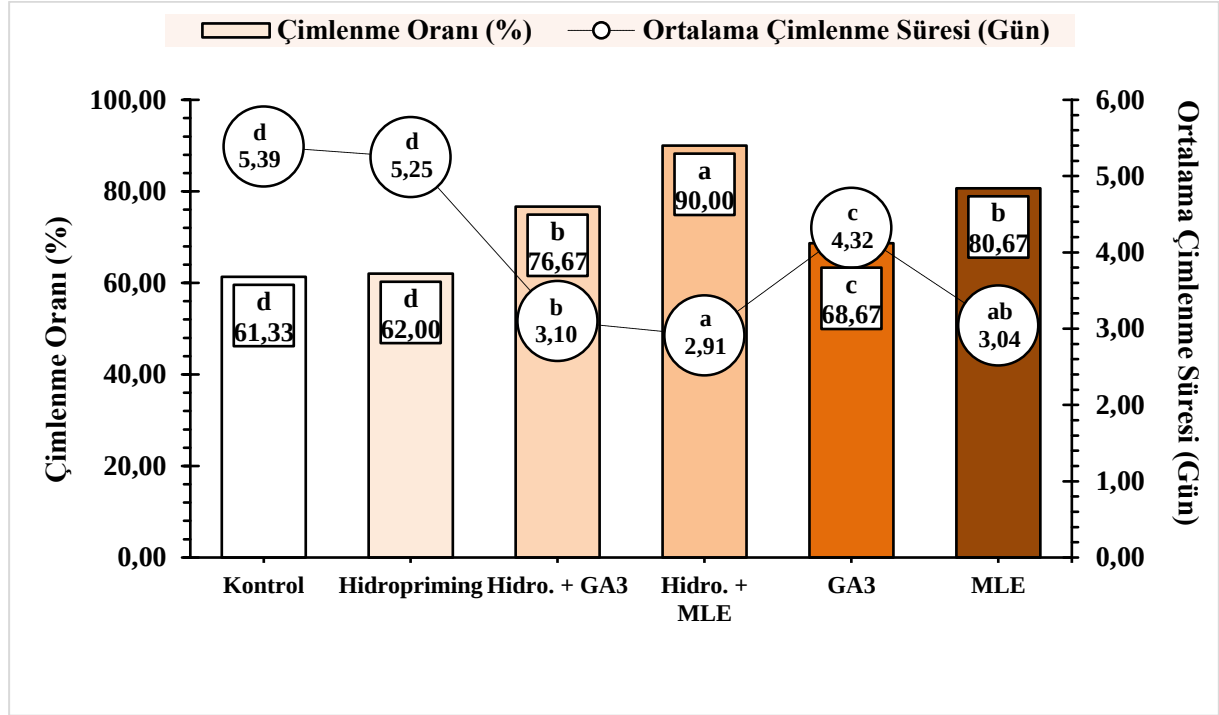
Uygulamalar	Çimlenme oranı (%)	Ortalama Çimlenme Süresi (gün)
Kontrol	61.33 d	5.39 d
Hidropriming	62.00 d	5.25 d
GA ₃	68.67 c	4.32 c
MLE	80.67 b	3.04 ab
Hidropriming + GA ₃	76.67 b	3.10 b
Hidropriming + MLE	90.00 a	2.91 a
F Değerleri	46.470**	559.097**
LSD _{0.05}	5.102	0.149

**_p≤0.01 olasılık düzeyinde önemli

Çizelge 1’de susam tohumlarına yapılan uygulamaların çimlenme oranı (%) ve ortalama çimlenme süresi ortalamaları verilmiştir. Çizelge 1’de çimlenme oranı (%) ve ortalama çimlenme süresi (gün) bakımından $p \leq 0.01$ olasılık düzeyinde istatistiki farklılıklar bulunmuştur. Susam tohumlarının çimlenme oranı sonuçları karşılaştırıldığında Hidropriming + MLE uygulamasının en yüksek (% 90.00) çimlenme oranı gösterdiği görülmektedir. Bu uygulamayı MLE % 80.67; Hidropriming + GA₃ % 76.67; GA₃ % 68.67; Hidropriming % 62.00 ve kontrol % 61.33 ile takip etmektedir. Ortalama çimlenme süresi bakımından ise Hidropriming + MLE (2.91 gün) uygulamasının en kısa sürede ortalama çimlenme zamanına ulaştığı görülmekte ve bu uygulamanın etkinliğini ortaya koymaktadır. Ortalama çimlenme süresi bakımından 3.04 gün ile MLE; 3.10 gün ile Hidropriming + GA₃; 4.32 gün ile GA₃, 5.25 gün ile Hidropriming uygulamaları sonuçları elde edilmiştir.

Shabbir et al. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, % 2 MLE uygulamasının çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi üzerinde olumlu etkisinin olduğu; bu uygulamanın, susam tohumlarında daha hızlı ve yüksek oranda çimlenme sağladığı, ayrıca fide gelişim parametrelerini de anlamlı düzeyde iyileştirdiği bildirilmişlerdir. Bu sonuçlar, çalışmamızda elde edilen sonuçlarla uyumlu olup, benzerlik göstermektedir. Ahmed et al. (2021), tuz stresi altındaki buğday tohumlarında yaptıkları çalışmada, yalnızca hidropriminge kıyasla moringa yaprak ekstratı ile yapılan priming’in çimlenme oranını belirgin biçimde artırdığını rapor etmişlerdir. Moringa yaprak ekstratının bu olumlu etkisi, içerdiği yüksek düzeyde sitokinin (özellikle zeatin) ve diğer fitokimyasal büyüme düzenleyicileriyle açıklanmaktadır. Mori et al. (2024), % 5 MLE ile 8 saat süreyle muamele edilen susam tohumlarında, kontrol grubuna kıyasla çimlenme oranında anlamlı bir artış gözlemiştir. Bu bağlamda, Hidropriming ile MLE’nin birlikte uygulanması, susam tohumlarının çimlenme performansı ile erken dönem fide gelişiminin üst düzeye çıkarılması açısından literatürde bildirilen sonuçlarla uyumlu ve öngörülebilir bir sonuç olarak değerlendirilmektedir. Susam tohumlarında hızlı ve homojen bir çimlenme için ekonomik açıdan özellikle Hidropriming uygulamaları önerilmekle birlikte MLE ve GA₃ kombinasyonları da değerlendirilebilir.

Priming uygulamalarının susam tohumlarının çimlenme oranı (%) ve ortalama çimlenme süresine (gün) etkilerine ait dağılım Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Tohum ön uygulamaların susam tohumlarında çimlenme oranı (%) ve ortalama çimlenme süresi (gün) üzerine etkisi

4. Sonuçlar

Susam tohumlarının çimlenmesi üzerine gerçekleştirilen bu çalışmada Hidropriming + MLE Uygulaması (% 90.00) en etkili uygulama olarak öne çıkmaktadır. Diğer yandan ortalama çimlenme süresini (gün) olumlu etkileyen uygulamalar sırasıyla Hidropriming + MLE Uygulaması (2.91 gün), MLE Uygulaması (3.04 gün) ve Hidropriming + GA₃ Uygulaması (3.10 gün) olmuştur. Susam tohumlarında, hidropriming uygulamasının GA₃ ve MLE kombinasyonu, çimlenme sürecini olumlu yönde etkileyerek kontrole kıyasla daha iyi performans göstermiştir. Bu doğrultuda, Hidropriming’in GA₃ ve MLE kombinasyonuna yönelik çalışmaların artırılması önerilmektedir. Elde edilen tüm sonuçlar ekonomiklik de göz önünde bulundurularak daha geniş alanlar için değerlendirilebilir.

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 kapsamında desteklenmiştir. Proje desteğinden dolayı TÜBİTAK’a teşekkürlerimizi sunarız (Proje No: 1919B012422663).

Kaynaklar

- Ahmed, T., Abou Elezz, A. and Khalid, M. F., 2021. Hydropriming with Moringa Leaf Extract Mitigates Salt Stress in Wheat Seedlings. *Agriculture*, 11(12), 1254. <https://doi.org/10.3390/agriculture11121254>
- Ashri, A., 2010. Sesame breeding. In *Plant Breeding Reviews*; Janick, J., Ed.; John Wiley: Oxford, UK, Volume 16.
- Bedigian, D. and Harlan, J., 1986. Evidence for cultivation of sesame in the ancient world. *Econ. Bot.*, 40, 137–154.
- Ceritoğlu, M., Erman, M., Çığ, F., Şahin, S., ve Abdulkadir, A., 2021. Bitki gelişimi ve stres toleransının geliştirilmesi üzerine sürdürülebilir bir strateji: Priming tekniği. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 8(3), 374-389.
- De la Vega, A.J. and Hall, A.J., 2002. Effect of planting date, genotype, and their interactions on sunflower yield: II. Components of oil yield. *Crop Sci.* 42, 1202–1210.
- Dossa, K., Wei, X., Niang, M., Liu, P., Zhang, Y., Wang, L., Liao, B., Cissé, N., Zhang, X. and Diouf, D., 2018. Near-infrared reflectance spectroscopy reveals wide variation in major components of sesame seeds from Africa and Asia. *Crop J.*, 6, 202–206.
- FAO., 2025. <http://www.fao.org/> (Erişim Tarihi: 05.07.2025).
- Foild, N., Makkar, H.P.S. and Becker, K. (2001) The Potential of *Moringa oleifera* for Agricultural and Industrial Uses. In: Fuglie, L.J., Ed., *The Miracle Tree: The Multiple Attributes of Moringa*, CTA, Wageningen, CWS, Dakar, 45-76, 177.
- Gulluoglu, L., Arioglu, H., Bakal, H., Onat, B. and Kurt, C., 2016. The Effect of Harvesting on Some Agronomic and Quality Characteristics of Peanut Grown in the Mediterranean Region of Turkey. *Turk. J. Field Crop*, 21, 224–232.
- ISTA (International Rules for Seed Testing), 2014. International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland. *Seed Sci.& Tech.* Vol: 27.
- Larsen, S. U. and Andreasen, C., 2004. Light and heavy turf grass seeds differ in germination percentage and mean germination thermal time. *Crop Science*, 44(5), 1710–1720.
- Mustafa, H. S. B., Mahmood, T., Ullah, A., Shah, A., Bhatti, A. N., Naeem, M. and Ali, R., 2017. Role of seed priming to enhance growth and development of crop plants against biotic and abiotic stresses. *Bulletin of Biological and Allied Sciences Research*, 2017(1), 8-8.
- Mori, R. B., Patel, J. B., Vaghasiya, K. P., Bhoot, H. V., and Barad, A. V., 2024. Effect of Seed Priming on Germination and Seedling Growth of Sesame (*Sesamum indicum* L.). In *Biological Forum—An International Journal* (Vol. 16, No. 3, pp. 78-82).
- Myint, D., Gilani, S.A., Kawase, M. and Watanabe, K.N., 2020. Sustainable Sesame (*Sesamum indicum* L.) Production through Improved Technology: An Overview of Production, Challenges, and Opportunities in Myanmar. *Sustainability*, 12, 3515.
- Nawaz, J., Hussain, M., Jabbar, A., Nadeem, G. A., Sajid, M., Subtain, M. U., and Shabbir, I., 2013. Seed Priming a technique. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences* 6, 1373.
- Pedersen LH, Jorgensen PE, 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

- R Core Team, 2025, R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>.
- Shabbir, I., Ayub, M., Tahir, M., Bilal, M., Tanveer, A., Hussain, M., and Afzal, M., 2014. Impact of priming techniques on emergence and seedling growth of sesame (*Sesamum indicum* L.) genotypes. *Scientia*, 1(3), 92-96.
- Steel, R. G. D. and Torrie, J.H., 1980. Principles and procedures of statistics: A biometrical approach. McGraw-Hill.
- TÜİK., 2025. Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr> (Erişim Tarihi: 05.07.2025).