

Farklı Ön Uygulama Yapılan Kocadarı (*Sorghum Vulgare* L.) Tohumlarının Kontrollü koşullarda Çimlenme ve İlk Gelişme Dönemlerinin İncelenmesi

Aslı Sözeri¹ Saime Ünver İkincikarakaya², Leyla İdikut¹, Kazım Emre Göktaş¹

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkiler Bölüm, Kahramanmaraş, TÜRKİYE

² Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkiler Bölüm, Ankara, TÜRKİYE

Corresponding Author: Aslı SÖZERİ

Aslı SÖZERİ; asli-yorgun38@hotmail.com; ORCID No: **0009-0008-9134-7814**

Saime İKİNCİKARAKAYA; Saime.Unver@agri.ankara.edu.tr; ORCID No: **0000-0001-8561-9002**

Leyla İDİKUT; leylaidikut@gmail.com; ORCID No: **0000-0002-0685-7158**

Kazım Emre GÖKTAŞ; kazimemre011@gmail.com; ORCID No: **0000-0001-5723-2054**

Özet

Araştırmada, Kocadarı tohumlarına, PEG (%20), Mannitol (%6), Sorbitol (%10) ve saf su ve kontrol olmak üzere beş farklı ön uygulama yapılarak, çimlenme kriterleri ve fide gelişiminin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü laboratuvarında, tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak 2023 yılında yürütülmüştür. Tohumlar 24 saat boyunca uygulama ortamlarında bekletilmesinden sonra, 24 saat da kurutma kâğıtları üzerinde kurutulup kontrollü koşullarda çimlenmeye bırakılmıştır. Laboratuvar koşullarında çimlenmesi izlenen tohumların çimlenme hızı ve gücü, sürgün ve kökçük uzunluğu, sürgün yaş ve kuru ağırlığı, kökçük yaş ve kuru ağırlığı değerleri kaydedilmiştir. Kocadarı tohumların kontrollü laboratuvar koşullarında çimlendirilmesinde incelenen özelliklerin ön çimlendirme (priming uygulaması) yönünden önemli farklılıklar oluşturduğu kaydedilmiştir. Laboratuvar sonuçlarına göre çimlenme hızı ve çimlenme gücü olarak priming uygulanan tohumların kontrole oranla daha belirgin bir artış gösterdiği, incelenen özelliklerde PEG %20 ve saf su uygulamaların olumlu etkide bulunduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Sorghum vulgare* L., Priming, PEG, Mannitol, Sorbitol

Investigation of Germination and Initial Development Periods of Sorghum (*Sorghum Vulgare* L.) Seeds with Different Pretreatments under Controlled Conditions

Abstract

The study aimed to investigate germination criteria and seedling development by applying five different pretreatments to sorghum seeds: PEG (20%), Mannitol (6%), Sorbitol (10%), distilled water, and a control. The study was conducted in 2023 at the laboratory of the Field Crops Department of the Faculty of Agriculture at Ankara University, using a randomized plot design with four replications. After soaking the seeds in the treatment media for 24 hours, they were dried on blotting paper for another 24 hours and allowed to germinate under controlled conditions. Germination rate and strength, shoot and radicle length, shoot fresh and dry weight, and radicle fresh and dry weight of the seeds monitored under laboratory conditions were recorded. It was noted that the characteristics examined in the germination of millet seeds under controlled laboratory conditions produced significant differences in terms of priming treatment. According to laboratory results, it was determined that primed seeds showed a more significant increase in germination speed and germination power compared to the control, and that PEG 20% and distilled water applications had a positive effect on the examined traits.

Key Words: *Sorghum vulgare* L., priming, PEG, mannitol, sorbitol

Giriş

Doğu Afrika kökenli olduğu bilinen kocadarı, M.Ö dönemlerde Mezopotamya ve Hindistan'da yetiştirilen insanlık tarihinde ilk kültüre alınan bitkilerdendir. Uygun kök yapıları sayesinde etkin su emebilme gücüne sahiptir. Su isteği olarak mısırla benzerlik gösterir ancak mısıra kıyasla uzun süreli kuraklık dönemlerinde uykuya geçme yeteneği bulunmaktadır (Undersander ve ark. 1990). Ülkemiz şartlarında daha çok ikinci ürün olarak tarımı yapılan kocadarılar, kurak ve yarı kurak bölgelerde temel gıdalar arasında yer almaktadır. Yüksek verimli olmalarının dışında kaba yem olarak temin edilmeleri, kolay ulaşılabilirlik ve düşük maliyetli olması, öne çıkan faktörler arasındadır. Sıcak iklim koşullarında yayılım gösteren darılar, dünya üzerinde oldukça fazla ekim alanına sahiptir. Ekimi takiben yaklaşık 60-90 günlük periyotta tohum olgunluğuna ulaşırlar. Ortalama olarak 100 kg/da tohum verimi ile 100-250 kg/da arasında kuru ot verimi elde edilmektedir (Baytekin ve ark. 1995). Kuraklığın her geçen gün artması, kocadarı bitkisinin tarımının yaygınlaşmasını teşvik edecektir. Tarımda yetiştirilen bitkilerin yaygınlaşmasında yetiştirme süresinin kısa olması, tarımının mekanize olması, çimlenmenin kısa ve homojen olması önem arz etmektedir. Tohumla yapılan ön uygulamalar kuraklık tolerans mekanizmasını teşvik ederek son derece etkin olarak kullanılabilecek, fizyolojik yaklaşımları içine alan, pratik, kolay uygulanabilir ve düşük maliyetli uygulamalardır. Tohumda yaşlanma biyolojik değeri düşürerek stres şartlarına dayanıklılık ve çimlenme oranını azaltmaktadır. Priming uygulaması ise tohumda yaşlanma kaynaklı olumsuz etkileri hafifletmektedir. Dormant tohumlar, uygun koşullar sağlanmadığında çimlenemezken, dormant olmayan tohumlar ise uygun şartlar oluştuğunda çimlenme imkanı bulabilmektedir. Bazı bitki türleri için su yeterli olurken, bazıları için ışık, toprak koşulları ve sıcaklıktaki dalgalanmalar gibi ek faktörlerin de bulunması gerekmektedir. Bu faktörlerin eksik olması durumunda çimlenme engellenmekte ve tohumlar zorunlu dinlenmeye girmektedir (Elkoca, 2007). Ekim öncesi tohumla uygulanan priming uygulamasının, üretici koşullarında uygulanabilirlik olarak sınırlı olduğunu ve ıslak tohumların ekiminde ortaya çıkan zorluklar sebebiyle pratikte pek mümkün olmadığı vurgulanmıştır (Girolamo ve Barbanti (2012)). Ön çimlenmeden sonra tohumların kurutulması bekletilmesi, çimlenme ve çıkışa katkı sağlamaktadır. Dört farklı mercimek hattına uygulanan 10 farklı kurşun çözeltisinin 15°C'de sıcaklıkta laboratuvar ortamında, çimlenme süresi, çimlenme yüzdesi, plumula uzunluğu, radikül uzunluğu ve canlılık indeksi artan kurşun konsantrasyonu sebebiyle çimlenme süresi dışında tüm parametrelerde gözle görülür bir azalma gözlemlendiği kaydedilmiştir (Çokkızgın 2010). Bu çalışmada, kocadarı tohumlarının çimlenmesinin erken olması ve homojen çıkışın sağlanması amacıyla, farklı kimyasallarla ön çimlendirilmesi yapılan tohumların kontrollü koşullarda çimlenme ve fide gelişim dönemleri incelenmiştir.

Materyal Ve Metot

Deneme, 2024 yılında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nün laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Bitki materyali olarak kocadarı (*Sorghum vulgare* L.) tohumları kullanılmıştır. Çalışmada kontrol, saf su, PEG (%20), sorbitol (%10) ve mannitol (%6), ve saf su olarak beş farklı ön çimlenme ortamı kullanılmıştır. Ön çimlenmede 24 saat bekletildikten sonra üç kez yıkanarak, 24 saat boyunca havlu kâğıtlar üzerinde kurutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Kurutma işleminden sonra tohumlar 20x20 cm boyutundaki çimlenme kağıdı üzerine 20 şer tohum yerleştirilerek 2-3 ml saf su ilave edilerek, şeffaf plastik kaplara yerleştirilmiştir. Nem kaybını önleme amacıyla ağzı kilitli torbalar içeresine yerleştirilerek sıcaklığı ± 1 °C hassasiyetinde çalışan, tohum çimlendirmeye uygun %70 nem içeren çimlendirme kabinlerine yerleştirilip, standart çimlenme sıcaklığı 25°C'ye ayarlanarak çimlenmeye bırakılmıştır. Deneme dört tekrürlü olarak tesadüf parselleri deneme deseninde planlanmıştır. Çimlenme ortamında çıkış gözlenen tohumların çimlenme hızı ve çimlenme gücü, sürgün uzunluğu, kökçük uzunluğu, sürgün yaş ağırlığı, kökçük yaş ağırlığı, sürgün kuru ağırlığı, kökçük kuru ağırlığı gibi özellikler için gözlem kayıtları tutulmuştur. Araştırmada incelenen özelliklerin istatistik analizinde SAS JMP 13 veri analiz sistemi kullanılmıştır. Ortalamaların gruplandırmasında Duncan testi uygulanmıştır.

Bulgular Ve Tartışma

Kocadarı (*Sorghum vulgare* L.) tohumları laboratuvar koşullarında farklı ön uygulama yapılarak kurutulan tohumlar laboratuvar koşullarında çimlendirilmesi yapılmıştır. Priming uygulaması yapılan tohumların, çimlenme özellikleri üzerine olan etkileri incelenerek elde edilen veriler alt başlıklar halinde sıralanarak yorum ve tartışması yapılmıştır.

Çimlenme Hızı (%)

Çimlendirme amacı ile kullanılan tohumlar günlük olarak sayılmıştır. ISTA kurallarına uygun olarak çimlenme hızını belirlemek amacı ile 5. gün yapılan sayımlarda çimlenen tohumlar gözlemlenerek çimlenme hızı (%) olarak kaydedilmiştir. Laboratuvar koşullarında çimlendirilmesi yapılan kocadarı tohumları, çimlendirme hızı yönünden priming uygulamalarına göre istatistiki olarak dört farklı grupta yer almıştır. En yüksek çimlenme hızı, PEG %20 ve saf su uygulamalarında sırasıyla %78,75 ve %77,50 olarak elde edilmiştir. Bu iki uygulama arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamış olup diğer

uygulamalar belirgin farklılıklar göstermiştir. En düşük çimlenme hızı ise %46,25 ile Mannitol %6 uygulaması sonucunda elde edilmiştir, bu uygulamayı ikinci sırada kontrol uygulaması izlemiştir (Çizelge 1). Tohuma uygulanan PEG ve bazı tuzlar kökçüğün tohum kabuğundan çıkışını engelleyerek ekim öncesi çimlenmenin ilk aşamasında gerçekleşmesini sağlar. (Heydecker ve Coolbear., 1977). Priming uygulamaları birçok bitki türünde düşük sıcaklık ve elverişli olmayan koşullarda çimlenme hızı ve oranını artırdığını ve istenilen sıklıkta fide yetiştirmeyi mümkün hale getirdiği belirtilmiştir (Zheng ve ark., 1994). Saf su, osmo-priming PEG 6000 (0. 8 Mpa) uygulamasının kontrol grubuna kıyasla çimlenme hızında gözle görülür bir fark oluşturduğu, tohumda ön çimlendirme uygulamasının osmatik stresi azaltarak erken bitki çıkışını ve tohum kaybını önleme potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir. Kışlık buğday tohumları ile laboratuvar ortamında gerçekleştirdikleri 10 farklı PEG uygulamasında çeşitler arasında priming süresi boyunca çimlenme oranında farklılıkların olduğu tespit edilmiştir (Giri ve Schillinger., 2003).

Çimlenme Gücü (%)

Çimlenme hızı belirlenen tohumlar çimlendirme kabininde belirli bir süre tutulmaya devam edilerek 8. gün yapılan sayımlarda elde edilen değer, çimlenme gücü yüzdesi olarak belirlenmiştir. Priming uygulaması yapılan kocadarı tohumlarının laboratuvar koşullarında çimlendirilmesinde çimlendirme gücü yönünden istatistiksel olarak birbirinden farklı dört grup oluşturmuştur. Çimlenme gücü verileri incelediğinde en yüksek çimlenme gücü %82.50 ile PEG %20 uygulamasında elde edilmiş olup ikinci sırada saf su uygulamasında elde edildiği ve istatistiki olarak aynı grupta yer aldığı belirlenmiştir. Sorbitol %10 uygulamasında %66.25 çimlenme gücü ile ikinci grubu oluşturmuştur. En düşük çimlenme gücü mannitol %6 uygulamasında %47.50 olarak kaydedilmiştir (Çizelge 1). (Zheng ve ark., 1994) tarafından, primin uygulamasının düşük sıcaklıkta ve elverişsiz koşullarda çimlenme ve çıkışı artırarak istenen bitki sayısının sağlanabileceği belirtilmiştir. (Çalık Koç ve ark., 2024) kontrolde çıkışların primin uygulamasına göre geç başladığını ifade etmişlerdir. (Tanveer ve ark., 2010), *Brahmi-Bacopa monnieri* (L.) kültürlerinin büyüme ortamlarına yüksek konsantrasyon içerikte mannitol eklenmesi durumunda kök uzunluğu ve kök dallarında artış sağladığını belirlemişlerdir. Tohumda çimlenmeyi iyileştirmek ve bitki verimini artırmak amacıyla en uygun tekniklerden biri olan çimlenme öncesi işlemler, tohumun fizyolojik gelişmesini içerir ve kontrollü koşullarda su veya diğer öncesi işlem maddelerinde bekletilerek ön çimlenme metabolizmasının başlamasını sağlar. (Rakshit ve Singh., 2018 Kırca ve Aygün., 2018).

Sürgün Uzunluğu (cm)

Priming uygulanan kocadarı tohumlarının laboratuvar ortamındaki çimlendirilmesinde en fazla sürgün uzunluğu 7.86 cm ile PEG %20 uygulamasında, en az 6.54 cm ile saf su uygulamasından elde edildiği ve istatikselsel olarak birbirlerinden farklı grubu oluşturduğu kaydedilmiştir. Diğer Sorbitol %10, Mannitol % 6 ve kontrol priming uygulamasının tohumları kendi aralarında istatistiki farklılık oluşturmayıp geçiş grubunda yer almışlardır (Çizelge 1). (Çalık Koç ve ark., 2024), tarafından, mercimek tohumları polietilen glikol, sorbitol ve damıtılmış su uygulamalarında sorbitol uygulamasının çimlenme ve fide gelişimi açısından avantajlar sağladığını belirlemişlerdir. (Pandolfia ve ark., 2012) Hoagland solüsyonunda büyütülmüş bezelye (*Pisum sativum*) fidelerine farklı dozda NaCl ve %25 PEG 6000'e uyguladıklarında bezelye fidelerine tuz stresine karşı NaCl uygulamasının PEG 6000 uygulamasından daha etkili olduğunu kaydetmişlerdir. Daha önceki çalışmalarda da anlaşılabileceği gibi, ön uygulamaların sap uzunluğu için uygun ortam oluşturmaları pozitif etki yaptığı belirtilmiştir. En yüksek sap uzunluğunun PEG %20 uygulamasında görüldüğü ve uygulama faktörlerine göre değiştiği belirlenmiştir.

Kökçük Uzunluğu (cm)

Farklı ortamlarda primin uygulanan kocadarı tohumların kontrollü laboratuvar koşullarında çimlendirilmesinde kökçük uzunlukları en yüksek 5.05 cm ile saf su uygulamasında elde edildiği, en az ise 4.18 cm ile sorbitol %10 uygulamasından elde edildiği ve istatikselsel olarak birbirlerinden farklı grupta yer aldığı tespit edilmiştir. Diğer PEG, Mannitol % 6 ve kontrol priming uygulamasının tohumları kendi aralarında istatistiki farklılık oluşturmayıp geçiş grubunda yer almışlardır. Kökçük uzunluğu bakımından uygulamalar arası farklılık 0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 1). Farklı gentotiplerde beş farklı domates üç farklı polietilen glikol 6000 kökenli kuraklık stresine tabi tutulan Monoprecas genotipinin kök uzunluğunun PEG konsantrasyonunda %3'de arttığını %6'lık konsantrasyonda azaldığını açıklamışlardır (Yadav ve ark., 2024). (Al-Ansari ve Ksiksi., 2016), tohum çimlenmesinin iyi olması kök gelişimi ve mahsul verimi de önemli etkide bulunduğunu belirtmiştir. Priming uygulaması metabolik aktiviteleri artırdığı (Iqbal ve Ashraf., 2005), mannitol eklenmesi kök dallanmasını ve kök uzamasını yol açtığını (Tanveer ve ark., 2010) belirlenmişlerdir. Daha önceki çalışmalar, farklı ön uygulamalar için uygun ortam oluşturmaları kök uzunluğunda artışı meydana geldiğini açıklamaktadır.

Sürgün Yaş Ağırlığı (mg)

Fidenin sürgün ve kökçükleri ayrılıp hassas terazide tartılarak sürgün ve kökçüklerin yaş ağırlıkları mg/fide olarak belirlenmiştir. Farklı priming uygulaması sonucu çimlendirilen tohumlardan en yüksek sürgün yaş ağırlığı 0.47 ile PEG %20 uygulamasından elde edilmiş olup en az ise 0.24 mg ile Mannitol %6 uygulamasından elde edildiği ve kendi aralarında istatikselsel olarak önemli farklılık oluşturduğu görülmüştür. Diğer Sorbitol %10, saf su ve kontrol

uygulamalar istatistiksel olarak önemli farklılığın olmadığı ve PEG %20 uygulamasıyla sürgün yaş ağırlığı yönünden aynı istatistiksel grupta yer almıştır (Çizelge 1). (Girolamo ve Barbanti .,2012) tohumlara priming uygulamasından sonrası kazanılan olumlu etkinin, depolama boyunca sürdürülebilmesi yönünden önemli olduğunu belirtmiştir. Hurmada, düşük sürgün kümelerinin uzaması ve zayıf kök oluşumu, köklenme aşamasında başarıyı engelleyebileceği dikkate alınarak, ilave edilen farklı alkol şekerleri, sorbitol veya mannitolün köklendirme ortamına ilave edilmesinde sürgün uzamasını ve kök sistemini en iyi şekilde geri kazanılmasını sağladığını açıklamışlardır (Abd Elzاهر ve ark., 2019) Priming uygulamaların tohumun gelişiminin başlatması nedeniyle kök uzunluğunda katkı daha önceki çalışmalar desteklenmektedir.

Sürgün Kuru Ağırlığı(mg)

Ön uygulama yapılan kocadarı tohumlarının laboratuvar koşullarında çimlendirilmesin sürgün kuru ağırlığında en yüksek değer sırasıyla sorbitol %10, PEG %20 uygulamasında 0.23 g olarak elde edildiği ve aynı grupta yer alarak diğer uygulamalardan istatistiksel farklılık oluşturduğu kaydedilmiştir. Diğer Mannitol %6, saf su, kontrol uygulamalarında sürgün kuru ağırlığı sırasıyla 19, 17, 17 mg olarak belirlenmiş ve aynı istatistiki grupta sahip olduğu tespit edilmiştir. Uygulama ortamları arasında istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli farklılıklar saptanmıştır (Çizelge 1). (Parera ve Cantliffe., 1994) PEG, KNO₃ ve mannitol uygulan pırasa tohumlarının çimlendirme zamanına kadar depolanması sonucunda, çimlendirilen tohumlar incelendiğinde mannitol ve polyethylene glycol uygulamaları potasyum nitrat ve kontrole oranla daha iyi sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir. Parera ve Cantliffe (1994) tarafın, pırasa tohumlarının çimlendirmesinde potasyum nitrat ve kontrole uygulamalarına göre mannitol ve polyethylene glycol uygulamalarını pozitif etkisinin olduğunu ifade etmişlerdir. Daha ön yapılan çalışmalarda mannitolün abiyotik stres faktörlerinin zararını azalttığı (Yıldız ve ark., 2010), sebze üretiminde kaliteyi ve verime katkı sağladığını (Arın ve Çerençe., 2023) belirtmişlerdir.

Farklı ön uygulamaların, tohumda sap kuru ağırlığına olumlu etkisinin olduğu önceki çalışmalardan da anlaşılmaktadır. Yürütülen çalışmalar elde edilen sonuçlar daha önceki çalışmalarla desteklenmektedir.

Çizelge 1. Farklı ön uygulamalara göre incelenen özelliklere ait ortalamalar ve gruplar.

Uygulamalar	Çimlenme Hızı**	Çimlenme Gücü **	Sürgün Uzunluğu*	Kökçük Uzunluğu*	Sürgün Yaş Ağırlığı**	Sürgün Kuru Ağırlığı**
PEG %20	78.75 a	82.50 a	7.86 a	4.72 ab	0.47 a	0.23 a
Sorbitol %10	63.75 c	66.25 c	5.75 ab	4.18 b	0.45 a	0.23 a
Mannitol %6	46.25 d	47.50 d	5.63 ab	4.31 ab	0.24 a	0.19 b
Saf su	77.50 a	77.50 a	6.54 ab	5.05 a	0.42 b	0.17 b
Kontrol	71.25 b	76.25 b	5.38 b	4.69 ab	0.46 a	0.17 b
Ortalamalar	67.50	70.00	6.23	4.59	0.41	0.20

**0.01düzeyinde, *0,05 düzeyinde önemli

Sonuç

Priming uygulama, tohumların çimlenme performansı üzerinde son derece etkili olan çeşitli faktörlerin etkisi ortaya koymaktadır. Uygun olmayan çevre şartları ile tohum kalitesi ve yapısından kaynaklanan çimlenme ve çıkış sırasında yaşanabilecek olumsuzlukları en az seviyeye indirilmesi, homojen fide çıkışının en kısa sürede sağlanması, güçlü fide gelişimini desteklemesi ve stres koşullarına dayanıklılığı artırılması amacıyla, ekim öncesi yapılan ön çimlendirmenin, tohumlarda daha hızlı çıkış ve çimlenme sağladığı, fide ve kök uzunlukları açısından da daha belirgin sonuçlar elde edildiği belirlenmiştir. Bu bağlamda, uygulanan tohumlardan daha yüksek verim ve ekonomik kazanç sağlamak amacıyla saf su ile priming işlemi önerilmektedir. Tohum uygulamalarının bu türler üzerindeki çimlenme sonrası etkilerinin değerlendirilmesi,

verime olan etkilerinin belirlenmesi açısından son derece önemlidir. Tohuma ön çimlendirme uygulamalarından elde edilen sonuçların daha etkili bir şekilde değerlendirileceği ve birçok bitki türüne katkı sağlayacağı, çeşitli verim unsurları üzerine çalışmaların yapılması önerilmektedir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan

Makalede yazarlar eşit katkı oranları sahiptir.

Çıkar Çatışması Beyan

Makale yazarları aralarında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Teşekkür

Bu çalışma Prof. Dr. Leyla İDİKUT ve Prof. Dr. Saime ÜNVER İKİNCİKARAKAYA eş danışmanlığında Aslı SÖZERİ tarafından yürütülen “Kocadarı (*Sorghum vulgare* L.) Tohumlarına Farklı Ön Uygulamalarının (Priming) İlk Gelişme Dönemindeki Etkileri” isimli Yüksek Lisans tezi verilerinden oluşturulmuş olup Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimi tarafından 2024/4-3 YLS nolu proje olarak desteklenmiş araştırmanın bir bölümünü kapsamaktadır.

Kaynakça

- Abd Elzaher, M. H., Abd Elwahab, S. M., Elsharabasy, S. F., El-Dawayati M. M., Fouad, H. A. 2019. Rooting Recovery and Chemical Analysis of Date Palm Shootlets after Sorbitol and Mannitol Sugars Stress. *Plant Archives* 19 (2): 886-894 e-ISSN:2581-6063, ISSN:0972-5210.
- Çalık Koç, G., Rezaei, F., Kahraman Ilıkkan, Ö., Bağdat, E. Ş. 2024. Effect of Seed Priming With Polyethylene Glycol, Distilled Water, And Sorbitol on Physical, Chemical Quality Parameters, and Nodule Microbiota of Lentil. *Brazilian Journal of Microbiology*. <https://doi.org/10.1007/s42770-024-01456-1>.
- Çeçen ve ark., 2005) Çeçen, S., M. Öten ve C. Erdurmuş, 2005. Batı Akdeniz sahil kuşağında sorgum (*Sorghum bicolor* L.), sudanotu (*Sorghum sudanense* Staph.) ve mısırın (*Zea mays* L.) ikinci ürün olarak değerlendirilmesi, *Akdeniz Üniv. Zir. Fak. Derg.* 18(3):337-
- Golezanik, G., Alhloo, A.A., Valizadem, M. and Moghaddam, M. 2008. *Effects of hydro and*
- Heydecker, W., Coolbear, P., 1997. Seed Treatments for Improved Performance Survey Prognosis. *Seed Sci. And Tech.* 5; 353-425.
- Kırca, L., & Aygün, A. (2018). Ahlat (*Pyrus elaeagrifolia* Pall.) tohumlarının çimlenmesi üzerine potasyum nitrat (KNO₃) uygulamalarının etkisi. Uluslararası Tarım Kongresi (UTAK 2018).
- Parera, C.A., and Cantliffe, D.J., 1994. Priming leek seeds to improve germination an emergence at high temperature. *HortScience*, 27, 1077-1079.
- Rakshit, A., & Singh, H.B. (Eds.). (2018). *Advances in seed priming* (pp. 147-183). Singapore: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-0032-5>
- Tanveer, A., Khan, M., Shah, F. (2010). In vitro micropropagation of Brahmi-Bacopa monnieri (L.) Pennel-A step for conservation. *Nanobiotechnica Universale*, 1(2): 139-150.
- Teksan, B.Ö., Kavak, S., 2016. Kadife Çiçeği ve Gül Taç Yaprakları 134Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi/ Journal of the Institute of Natural & Applied Sciences Kenanoğlu Demleme Çaylarında Ön Çimlendirme Uygulamalarının Biberde Çimlenme ve Çıkış Üzerine Etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 11(1):34-42.
- Uzun, F., Aydın, I., 2004, Improving germination rate of Medicago and Trifolium species. *Asian Journal of Plant Sciences*, 3, 714-717
- Vahedi ve ark., (2015) Vahedi, M., Kalantari, S. ve Salami, S.A. (2015). Ozmolitik ajanların somatik doku üzerindeki etkileri safranin (*Crocus sativus* L.) embriyogenezi. *Notulae Scientia Biologicae*, 7(1), 57-61.
- Yadav, P. K., Bhujel, P., Bhandari, N., Sharma, S. 2024. Assessment of germination and seedling development of tomato genotypes under polyethylene glycol (PEG)-induced drought. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4006037/v1>
- Yamaguchi, S., Kamiya, Y. (2002). Gibberellins and light-stimulated seed germination. *J. Plant Growth Regul.* 20, 369–376.
- Zheng, G.H., Wilen, R.W., Slinkard, A.E., Gusta, L.V., 1994. Enhancement of canola seed germination and seedling emergence at low temperature by priming. *Crop Science*, 34: 1589-1593.