

Crataegus orientalis ve *Crataegus pontica* Tohumlarının Çimlenmesinde Ekim Zamanı ve Ön İşlem Etkilerinin Karşılaştırılması

Comparative Evaluation of Sowing Time and Pretreatment Effects on the Germination of Crataegus orientalis and Crataegus pontica Seeds

Aşkın GÖKTÜRK¹ 

¹Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Artvin, Türkiye

Berna ÇELİK GÖKTÜRK² 

²Artvin Orman Bölge Müdürlüğü, Artvin, Türkiye

Ünsal ALTUN³ 

³Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü, Erzurum, Türkiye

Ali BABA⁴ 

⁴Sinop Orman Bölge Müdürlüğü, Sinop, Türkiye

Nuray KIZILASLAN⁵ 

⁵Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu, Türkiye

Yakup SUBAŞI⁶ 

⁶Artvin Çoruh Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Artvin, Türkiye



Geliş Tarihi/Received 17.10.2025
Revizyon Talebi/Revision Requested 30.10.2025
Son Revizyon/Last Revision 06.11.2025
Kabul Tarihi/Accepted 26.11.2025
Yayın Tarihi/Publication Date 26.12.2025

Sorumlu Yazar/Corresponding author: Aşkın GÖKTÜRK

E-mail: agokturk@artvin.edu.tr

Cite this article: Göktürk, A., Çelik Göktürk, B., Altun, Ü., Baba, A., Kızılaslan, N., & Subaşı, Y. (2025). Comparative Evaluation of Sowing Time and Pretreatment Effects on the Germination of *Crataegus orientalis* and *Crataegus pontica* Seeds. *Journal of Ecological Harmony*, 1(2), 77-87.



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

ÖZ

Bu çalışmada *Crataegus orientalis* ve *Crataegus pontica* tohumlarının çimlenmesinde farklı ekim zamanları ile ön işlemlerin karşılaştırmalı etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, yaz (temmuz–ağustos), sonbahar (eylül–kasım) ve ilkbahar (nisan) ekimleri gerçekleştirilmiştir. Yaz ve sonbahar ekimlerden önce tohumlara sülfürik asitte aşındırma (3, 6, 9, 12 ve 15 saat) ve kül çözeltisinde bekletme (2, 4, 6, 8 ve 10 gün) ön işlemleri uygulanmıştır. İlkbahar ekimlerinde, bu ön işlemler, sıcak ve soğuk katlamayla birlikte uygulanmıştır. Denemeler dört tekrarlı rastlantı blokları deneme desenine göre yürütülmüştür.

Bulgular, *C. pontica* tohumlarında çimlenme yüzdesi üzerinde ön işlemlerin istatistiksel olarak anlamlı etkiye bulunduğunu; buna karşılık *C. orientalis* tohumlarında ön işlemlerin etkisinin önemsiz kaldığını ortaya koymuştur. *C. pontica*'da en yüksek çimlenme, 8 ve 10 gün kül çözeltisinde bekletme ön işleminde (%15) elde edilmiştir. Sülfürik asitte aşındırma süresi arttıkça çimlenme azalmış ve kül çözeltisinde bekletme süresi arttıkça artmıştır. Ekim zamanı her iki türde belirleyici olup Kasım ekimlerinde çimlenme meydana gelmemiştir. İşlem × ekim zamanı etkileşiminin çimlenme yüzdesi üzerine etkisi anlamlı bulunmuş; en yüksek çimlenme *C. pontica*'da Temmuz ekiminde 8 gün kül çözeltisinde bekletme kombinasyonunda %46,67 oranında elde edilmiştir. İlkbahar ekimlerinde de yaz ve sonbahar ekimlerine benzer şekilde kül çözeltisinde bekletme, sülfürik asitte aşındırmaya göre daha etkili olmuştur. Türler arası biyolojik farklılıklar, ön işlemlerden elde edilen sonuçlara açık biçimde yansımış olup en yüksek çimlenmeler *C. pontica* türünde sağlanmıştır. Farklı zamanlarda yapılan ekimlerden elde edilen sonuçlar, yaz ekimlerinin çimlenme engelinin doğal koşullar altında giderilmesi için daha elverişli olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Alıç, ekim zamanı, çimlenme engeli, ön işlem

ABSTRACT

This study aimed to determine the comparative effects of different sowing time and pre-treatments on the germination of *Crataegus orientalis* and *Crataegus pontica* seeds. For this purpose, summer (July–August), autumn (September–November), and spring (April) sowings were carried out. Before the summer and autumn sowings, seeds were subjected to pre-treatments of acid scarification with concentrated sulfuric acid (3, 6, 9, 12, and 15 hours) and immersion in ash solution (2, 4, 6, 8, and 10 days). In the spring sowings, these pre-treatments were combined with warm and cold stratification. The experiments were carried out using a randomized block design with four replications.

The results indicate that pre-treatments were found to have statistically significant effects on the germination percentage of *C. pontica* seeds, whereas the effects were generally insignificant for *C. orientalis*. The highest germination (%15) in *C. pontica* was obtained from the 8- and 10-day ash-solution pre-treatments. Prolonged exposure to sulfuric acid scarification reduced germination, while extended soaking in ash solution increased it.

Sowing time was a decisive factor for both species, and no germination occurred in the November sowings. The interaction between pre-treatment and sowing time was significant: the highest germination was obtained in *C. pontica* with the 8-day ash solution treatments combination (46.67%) in July sowings. Similar to the summer and autumn sowings, ash solution pretreatments outperformed sulfuric acid treatments in the spring sowings. Biological differences between the species were clearly reflected in the results, with *C. pontica* exhibiting higher germination overall. The findings indicate that summer sowings are more favorable for overcoming seed dormancy of *Crataegus* species under natural conditions.

Keywords: Hawthorn, sowing time, seed dormancy, pretreatment

Giriş

Alıçlar, sistematik olarak Rosaceae (Gülgiller) familyasının *Crataegus* cinsi altında yer almakta olup (Ağaoğlu vd., 1995), genellikle kışın yaprak döken, dikenli çalı veya ağaççık formundadırlar. Doğada kolaylıkla melez oluşturabilen bu cins, kuzey yarımkürenin ılıman kuşaklarında yayılış göstermektedir. Ülkemizde ise 25 tür ile geniş bir dağılım alanına sahiptir (Dönmez, 2014). Bu türler arasında *C. orientalis* ve *C. pontica*, Türkiye'nin kuzeydoğu ve iç kesimlerinde özellikle Artvin–Çoruh Vadisi ile Doğu Anadolu'da doğal yayılış gösteren ve ekolojik esneklikleriyle öne çıkan iki önemli taksondur.

Zor ekolojik koşullara dayanıklı olmaları nedeniyle alıçlara bazen bozkırın ortasında, bazen tarım alanlarının sınırlarında veya yüksek dağ yaylalarında rastlamak mümkündür. Bu adaptif özellikleri yanında, tıp ve eczacılıkta da geniş kullanım alanına sahiptirler. Kalp ve damar sistemi üzerinde düzenleyici etkilerinin bulunması nedeniyle Avrupa'da birçok farmasötik ürünün hammaddesi olarak kullanılmaktadırlar. Meyve ve çiçeklerinde antioksidant özellikte flavonoidler, saponin, organik asitler, eter yağı ve yüksek oranda C vitamini içeren bileşikler bulunur (Özcan vd., 2005). Kurutulmuş meyve ve çiçeklerinden hazırlanan çaylar, tansiyon düşürücü, yatıştırıcı ve kalp ritmini dengeleyici etkileriyle halk hekimliğinde de uzun süredir kullanılmaktadır (Gültekin vd., 2006a-b).

Sahip oldukları bu tıbbi, aromatik ve besinsel değerler, alıç türlerini gelir getirici türler arasında üst sıralara taşımakta; ayrıca erozyon kontrolü, yaban hayatı besin desteği ve kırsal kalkınma uygulamaları açısından da ormancılıkta stratejik türler haline getirmektedir. Ancak, fidan üretimi çalışmalarında bu türlerin tohumlarındaki çimlenme engelleri önemli bir kısıtlayıcı faktör olarak karşımıza çıkmaktadır.

Alıç tohumlarında hem dışsal (sert ve geçirimsiz endokarp tabakasından kaynaklanan) hem de içsel (embriyodan kaynaklanan) çimlenme engelleri bulunmaktadır. Sert ve geçirimsiz endokarp tabakası, su ve oksijen geçişini sınırlarken; embriyonun yeterince gelişmemiş olması da çimlenmeyi geciktirmektedir (Hartmann vd., 1997; Yahyaoğlu vd., 2006). Çalıklan vd. (2020) ve Sümbül vd. (2024) 'nin endokarpsız tohumlardan endokarplı tohumlara kıyasla daha yüksek çimlenme oranları elde etmeleri endokarp tabakasının alıç tohumlarında önemli bir çimlenme engeli olduğunu ortaya koymaktadır. Phipps (1998), sıcak iklimlerdeki *Crataegus* türlerinde endokarp

tabakası engelinin baskın, soğuk iklimlerdeki türlerde ise endokarp tabakası ve embriyo engelinin birlikte görüldüğünü belirtmektedir. Çimlenme engellerinin derecesi, türler arasında olduğu kadar aynı türün farklı orijinleri, tohum kaynakları, hatta bireyleri arasında dahi değişiklik gösterebilmektedir (Poulsen, 1996; Wolf ve Kamondo, 1993).

Bu engellerin giderilmesi amacıyla yapılan çalışmalarda, ön işlem yöntemlerinin türlere göre farklı etkilere sahip olduğu belirtilmektedir (Qrunfleh, 1992). Özellikle sülfürik asitte aşındırma, kül çözeltisinde bekletme, sıcak ve soğuk katlama uygulamaları, alıç tohumlarında çimlenme oranlarını anlamlı biçimde artırmaktadır. Genel olarak, *Crataegus* tohumlarında çimlenme engelini kırmak için en etkili yöntemlerin sıcak ve soğuk katlama olduğu ifade edilmektedir (Mohamed, 2023). Bu işlemler endokarp tabakasının geçirgenliğini artırarak veya embriyonun dinlenme süresini kısaltarak çimlenme engellerini ortadan kaldırmaktadır.

Ayrıca, yapılan araştırmalarda ekim zamanının çimlenme başarısı üzerinde belirleyici rol oynadığı bildirilmiştir. Sonbahar ekimleri, tohumların doğal ortamda geçirdiği katlama sürecinden yararlanarak daha yüksek çimlenme oranı sağlarken, ilkbahar ekimlerinde ön işlem uygulanmadığında çimlenme oranlarının düşük kaldığı gözlenmiştir (Göktürk ve Yılmaz, 2015; Gültekin vd., 2006). Bu durum, ekim zamanı ve ön işlem kombinasyonlarının birlikte değerlendirilmesinin, üretim başarısını doğrudan etkileyen en önemli unsurlardan biri olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmada, *Crataegus orientalis* (Pallas ex Bieb.) ve *Crataegus pontica* (K. Koch.) türlerinin tohumlarında çimlenme oranlarını artırmak amacıyla farklı ekim zamanları (yaz, sonbahar, ilkbahar) ve ön işlem uygulamalarının karşılaştırmalı etkileri araştırılmıştır. Bu kapsamda, sülfürik asitte aşındırma, kül çözeltisinde farklı sürelerde bekletme, sıcak (20–30 °C) ve soğuk (3–5 °C) katlama işlemlerinin çimlenme engellerinin giderilmesindeki etkinliği değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, en uygun ekim zamanı ve ön işlem kombinasyonunun belirlenmesiyle, alıç tohumlarının çimlenme oranlarının artırılması ve bu türlerin kitlesel üretiminde kullanılabilecek etkili tekniklerin ortaya konulması amaçlanmaktadır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Bu araştırmada materyal olarak *Crataegus orientalis* (Pallas ex Bieb.) ve *Crataegus pontica* (K. Koch.) türlerine ait tohumlar kullanılmıştır. Meyveler, 2014 yılı Eylül ayında doğal popülasyonlardan toplanmıştır. *C. orientalis* meyveleri Malatya ili Pütürge ilçesi Kocagazi Çayırı mevkiinden, *C. pontica* meyveleri ise Artvin ili Yusufeli ilçesi Pamukçular Köyü çevresinden elde edilmiştir. Her iki türde de meyveler, sahada heterojen dağılışı gösteren, doğal olarak büyüyen ve dikili haldeki sağlıklı bireylerden elle toplanmıştır. Toplanan meyveler laboratuvara taşındıktan sonra meyve etlerinden ayrılmış, temizlenen tohumlar ön işlem uygulamalarına başlanıncaya kadar 0–5 °C sıcaklık aralığında buzdolabında muhafaza edilmiştir.

Yöntem

Ön İşlemler

Yaz ekimleri Temmuz ve Ağustos, sonbahar ekimleri ise Eylül, Ekim ve Kasım aylarında olmak üzere toplam beş farklı ekim zamanında gerçekleştirilmiştir. Her bir ekim zamanında, tohumlara ekimden önce farklı sürelerde sülfürik asitte (H₂SO₄, %98) kimyasal aşındırma ve kül çözeltisinde bekletme ön işlemleri uygulanmıştır. Kül çözeltisinde bekletme işlemi için 50 g külün (Meşe odun külü) 1 L suda çözülmesiyle hazırlanan alkalın (pH: 13,0) kül çözeltisi kullanılmıştır. Ayrıca, her ekim zamanında ön işlem uygulanmayan tohumlar kontrol grubu olarak ekilmiştir. sülfürik asitte aşındırma işleminin ardından tohumlar bir gün süreyle suda bekletilmiştir. Yaz ve sonbahar ekimlerinde, kontrol uygulaması da dâhil olmak üzere, 11 farklı ön işlem (Tablo 1), 5 farklı ekim zamanı ve iki türde toplam 110 ön işlem gerçekleştirilmiştir.

Yaz ve sonbahar ekimlerinde tohumlara sülfürik asitte aşındırma ve kül çözeltisinde bekletme işlemleri uygulanırken, ilkbahar ekimlerinde bu ön işlemler soğuk ve sıcak katlama ile birlikte uygulanmıştır.

Tablo 1.

Yaz ve Sonbahar Ekimlerinde Tohumlara Uygulanan Ön İşlemler

Ön işlem	Ön işlem süresi
Sülfürik asitte (H ₂ SO ₄) Kimyasal Aşındırma	3, 6, 9, 12 ve 15 saat
Kül çözeltisinde bekletme	2, 4, 6, 8 ve 10 gün
Kontrol	Ön işlemsiz

Çalışmada, ilkbahar ekimlerinde, yaz ve sonbahar ekimlerinde uygulanan ön işlemlere ek olarak sıcak (20-25 °C) ve soğuk katlama (0-5°C) ön işlemleri ve bu ön işlemlerin kombinasyonları uygulanmıştır (Tablo 2).

Tablo 2.

İlkbahar Ekimlerinde Tohumlara Uygulanan Ön İşlemler ve Ön İşlem Kombinasyonları

Ön İşlemler ve Uygulama süreleri	Kül çözeltisinde bekletme (2, 4, 6, 8 ve 10 gün)
	Sülfürik asitte aşındırma (3, 6,9,12, 15 saat)
	Soğuk Katlama (26, 30,34,39 hafta)
	Sıcak Katlama (9,13,17, 22 hafta)
Ön işlem Kombinasyonları	Kül çözeltisinde bekletme
	Kül çözeltisinde bekletme *
	Soğuk Katlama
	Kül çözeltisinde bekletme*
	sıcak katlama- soğuk katlama
	Soğuk Katlama
	Sülfürik asitte aşındırma
	Sülfürik asitte aşındırma*
	Soğuk katlama
	Sülfürik asitte aşındırma *Sıcak katlama*Soğuk katlama

İlkbahar ekiminde kullanılacak olan tohumlar, yaz ve sonbahar ekimlerinde kullanılan sülfürik asitte aşındırma ve kül çözeltisinde bekletme ön işlemleri uygulandıktan sonra, yaz ve sonbahar ekimleriyle eş zamanlı olarak sıcak katlamaya alınmış ve aralık ayından sonra ise soğuk katlama uygulamasına alınmıştır. İlkbahar ekimlerinde her bir tür için 86 adet ön işlem olmak üzere iki türde toplam 172 adet ön işlem uygulanmıştır.

Ekim Düzeni ve Yöntemleri

Ön işlem uygulamalarının tamamlanmasının ardından tohum ekimleri iki ayrı fidanlıkta yürütülmüştür. Yaz ve sonbahar ekimleri, Şavşat Orman İşletme Müdürlüğü Susuz Orman Fidanlığı'nda, ilkbahar ekimleri ise Artvin Çoruh Üniversitesi Ormancılık Uygulama ve Araştırma Merkezi Fidanlığı'nda gerçekleştirilmiştir. Ekimler, her biri 45 gözden oluşan derin tepsi saksılara yapılmış; her göze bir adet tohum yerleştirilmiştir. Denemelerde, dört tekerrürlü rastgele bloklar deneme deseni kullanılmıştır.

Her iki ekim alanında da, deneme süresince düzenli sulama ve bakım işlemleri yürütülmüş; çimlenmenin başlangıcından

itibaren haftalık periyotlarla çimlenme gözlemleri yapılmıştır. Bu gözlemler, farklı ön işlem ve ekim zamanı uygulamalarının çimlenme yüzdesine etkilerini değerlendirmek amacıyla sistematik biçimde sürdürülmüştür.

Verilerin Değerlendirilmesi

İlkbahar ekimlerinin de ekim zamanı kapsamında değerlendirilmesi planlanmış olmasına karşın, ekim alanının farklı olması nedeniyle bu ekimler ekim zamanı analizlerine dahil edilmemiştir. Ormancılık Uygulama ve Araştırma Merkezi Fidanlığında 2016 yılı Nisan ayının ilk haftasında gerçekleştirilen ekimlerde, aynı yıl içerisinde çimlenmeler başlamış ancak oldukça düşük düzeyde kalmıştır. Yaz ve sonbahar ekimlerinde çimlenmeler ekimi izleyen ilk yıl içerisinde gerçekleşirken, ilkbahar ekimlerinde belirgin çimlenmeler 2017 yılı içinde, yani ekimi takip eden ikinci yılda gözlenmiştir. Bu nedenle çalışma, yaz–sonbahar ekimleri ve ilkbahar ekimleri olmak üzere iki ayrı kısım halinde değerlendirilmiştir.

Çalışmada, her türün kendi içinde farklı ekim zamanları ve ön işlemler bakımından gösterdiği çimlenme yüzdesi değerleri istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler, çok faktörlü varyans analizi (ANOVA) yöntemi kullanılarak SPSS istatistik paket programında analiz edilmiştir (IBM SPSS Corp.). Analizlerde ekim zamanı ve ön işlemlerin etkileri ile bu faktörler (ekim zamanı x ön işlem) arasındaki etkileşimler dikkate alınmıştır. Faktörler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar belirlenmesi durumunda, ortalama değerler arasındaki farklılıkların ortaya konulması amacıyla Duncan'ın Çoklu Karşılaştırma Testi (Duncan's New Multiple Range Test, $p < 0,05$) uygulanmıştır.

Bulgular

Yaz ve Sonbahar Ekimi Bulguları

Gerçekleştirilen varyans analizleri sonucunda, *C. pontica* tohumlarına uygulanan ön işlemlerin çimlenme yüzdesi üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Buna karşılık, *C. orientalis* tohumlarında ön işlemlerin çimlenme yüzdesi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte, ekim zamanı ile ekim zamanı–ön işlem etkileşimlerinin her iki türde de çimlenme yüzdesi üzerinde anlamlı düzeyde etkili olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3).

C. pontica tohumlarında en yüksek çimlenme yüzdesi, 8 ve 10 gün kül çözeltisinde bekletme ön işlemi uygulanan

gruplarda %15 olarak elde edilmiştir. Bu değer, %6.25 çimlenme oranı belirlenen kontrol grubuna kıyasla anlamlı bir artış göstermiştir (Tablo 4).

Tablo 3.

C. pontica ve *C. orientalis* Tohumlarının Çimlenmesine Ekim Zamanı ve Ön İşlemlerin Etkisi

Varyasyon Kaynağı	<i>C. pontica</i>		<i>C. orientalis</i>	
	F-Oranı	ÖD	F-Oranı	ÖD
Ön İşlem	6,25	0,000	1,16	0,33
Ekim Zamanı	4,73	0,004	4,40	0,00
İşlem * Ekim Zamanı	6,12	0,000	1,58	0,02

Kül çözeltisinde ve sülfürik asitte aşındırma işlemleri sonucunda elde edilen çimlenme yüzdeleri arasında belirgin farklılıklar bulunmuştur. Sülfürik asitte aşındırma süresinin artmasıyla birlikte çimlenme oranlarında azalma gözlenirken, kül çözeltisinde bekletme süresinin uzatılması çimlenme yüzdesini artırıcı yönde etki göstermiştir. Buna karşılık, *C. orientalis* tohumlarında ön işlem uygulanan gruplarda çimlenme oranları %1,00–%3,67 arasında değişmiş; ön işlem uygulanmayan kontrol grubunda ise çimlenme oranı %0,67 olarak tespit edilmiştir. Ancak kontrol ve ön işlem grupları arasındaki sayısal farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Tablo 4).

Farklı ekim zamanlarından elde edilen çimlenme yüzdelерinin değerlendirilmesi sonucunda, her iki türde de ekim zamanlarının çimlenme oranları üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur. *C. pontica* türünde Kasım ayında gerçekleştirilen ekimlerden çimlenme elde edilemezken, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında yapılan ekimlerden sırasıyla %4,24, %7,73, %9,24 ve %10,15 oranlarında çimlenme sağlanmıştır (Tablo 5). En yüksek çimlenme yüzdesi Ağustos ayında yapılan ekimlerden elde edilmiş olmakla birlikte, Temmuz ve Eylül aylarında gerçekleştirilen ekimlerdeki çimlenme oranlarıyla istatistiksel açıdan anlamlı bir fark göstermemiştir. Buna karşılık, Temmuz, Ağustos ve Eylül ekimleriyle elde edilen çimlenme oranları, Ekim ve özellikle Kasım ayı ekimlerinden elde edilen değerlerden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık göstermiştir. Benzer şekilde, *C. orientalis* türünde de ekim zamanları arasındaki farklılıkların çimlenme yüzdesi üzerinde önemli olduğu saptanmıştır. Kasım ayında gerçekleştirilen ekimlerden *C. pontica* türünde olduğu gibi çimlenme elde edilemezken, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında yapılan ekimlerden sırasıyla %2.27, %2.73, %3.18 ve %3.18 oranlarında çimlenmeler gerçekleşmiştir. Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında elde edilen çimlenme yüzdeleri arasındaki farklar istatistiksel olarak

önemsiz bulunurken, Kasım ayında çimlenme gözlenmemesi nedeniyle bu dönemdeki ekimler diğer aylardan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık göstermiştir (Tablo 5).

Tablo 4.

C. pontica ve *C. orientalis* Tohumlarında Ön İşlem Etkilerine İlişkin Duncan Testi Sonuçları

İşlem*	<i>C. pontica</i> **	<i>C. orientalis</i>
10gÇB	15,00 a	3,00
8gÇB	15,00 a	3,67
4gÇB	12,92 ab	2,00
6sA	10,42 abc	2,33
3sA	8,75 bcd	3,33
9sA	6,67 cde	1,33
Kontrol	6,25 cde	0,67
6gÇB	4,58 cde	1,67
2gÇB	2,92 de	3,00
12sA	2,08 e	3,00
15sA	1,67 e	1,00

*g: gün, s: saat, ÇB: Kül çözeltilisinde bekletme, A: sülfürik asitte aşındırma **Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar, Duncan'ın Çoklu Karşılaştırma Testine göre $p<0,05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

Tablo 5.

C. pontica ve *C. orientalis* Tohumlarında Ekim Zamanlarının Çimlenmeye Etkisi (Duncan Testi Sonuçları)

Ekim Zamanı	<i>C. pontica</i> *	<i>C. orientalis</i> *
Kasım	0,00 b	0,00 b
Ekim	4,24 ba	3,18 a
Eylül	7,73 a	2,73 a
Temmuz	9,24 a	2,27 a
Ağustos	10,15 a	3,18 a

*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar, Duncan'ın Çoklu Karşılaştırma Testine göre $p<0,05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

Gerçekleştirilen varyans analizleri sonucunda, farklı ekim zamanlarında uygulanan ön işlemlerin çimlenme yüzdeleri üzerine etkilerinin istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$). *C. pontica* türünde, ön işlem ve ekim zamanı etkileşimi anlamlı bulunmuş; özellikle Temmuz ayında 8 gün kül çözeltilisinde bekletme uygulamasından elde edilen %46,67 çimlenme oranı, diğer tüm uygulamalardan istatistiksel olarak farklı ve en yüksek değer olarak kaydedilmiştir (Tablo 6). Ağustos ayında ekimi yapılan kontrol grubunda %23,33 oranında çimlenme sağlanmış, ancak bu değer yalnızca Temmuz ayında 8 ve 10 gün kül çözeltilisinde bekletilen tohumlardan elde edilen oranlardan istatistiksel olarak daha az düzeyde bulunmuştur. Diğer ön işlemler ve ekim zamanlarından elde edilen çimlenme oranları ise bu uygulamalara kıyasla anlamlı derecede düşük gerçekleşmiştir (Tablo 6).

Tablo 6.

C. pontica Tohumlarında Ekim Zamanına Göre Ön İşlem Etkileri (Duncan Testi Sonuçları)

İşlem*	Ekim Zamanı**			
	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
10gÇB	30,00 b	5,00 fgh	11,70 cdefgh	13,30 cdefgh
12sA	0,00 h	3,33 gh	5,00 fgh	0,00 h
15sA	1,67 gh	3,33 gh	1,67 gh	0,00 h
2gÇB	0,00 h	5,00 fgh	6,67 efgh	0,00 h
3sA	1,67 gh	21,70 bcd	1,67 gh	10,00 cdefgh
4gÇB	10,00 cdefgh	18,30 bcdef	21,70 bcd	1,67 gh
6gÇB	8,33 defgh	1,67 gh	8,33 defgh	0,00 h
6sA	1,67 gh	20,00 bcdef	13,30 cdefgh	6,67 efgh
8gÇB	46,70 a	0,00 h	0,00 h	13,30 cdefgh
9sA	0,00 h	10,00 cdefgh	15,00 cdefg	1,67 gh
Kontrol	1,67 gh	23,30 bc	0,00 h	0,00 h

*g: gün, s: saat, ÇB: Kül çözeltilisinde bekletme, A: sülfürik asitte aşındırma **Aynı satır ve sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar, Duncan'ın Çoklu Karşılaştırma Testine göre $p<0,05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

C. orientalis türünde de ekim zamanı ve ön işlem etkileşimlerinin çimlenme yüzdesi üzerinde istatistiksel olarak önemli etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. En yüksek çimlenme oranı Ekim ayında 10 gün kül çözeltilisinde bekletme ve 12 saat sülfürik asitte aşındırma uygulamalarında %8,33 olarak elde edilmiştir. Ancak diğer uygulamaların büyük bölümü aynı istatistiksel gruplarda yer almış ve aralarındaki farklar önemsiz düzeyde kalmıştır (Tablo 7).

Tablo 7.

C. orientalis tohumlarında ekim zamanına göre ön işlemlerden elde edilen çimlenme yüzdeleri (Duncan Testi Sonuçları)

İşlem*	Ekim Zamanı**			
	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
10gÇB	1,67 ab	1,67 ab	3,33 ab	8,33 a
12sA	1,67 ab	1,67 ab	3,33 ab	8,33 a
15sA	0,00 b	3,33 ab	0,00 b	1,67 ab
2gÇB	0,00 b	5,00 ab	6,67 ab	3,33 ab
3sA	5,00 ab	1,67 ab	8,33 a	1,67 ab
4gÇB	1,67 ab	5,00 ab	3,33 ab	0,00 b
6gÇB	0,00 b	5,00 ab	3,33 ab	0,00 b
6sA	3,33 ab	6,67 ab	0,00 b	1,67 ab
8gÇB	6,67 ab	1,67 ab	1,67 ab	8,33 a
9sA	5,00 ab	0,00 b	0,00 b	1,67 ab
Kontrol	0,00 b	3,33 ab	0,00 b	0,00 b

*g: gün, s: saat, ÇB: Kül çözeltilisinde bekletme, A: sülfürik asitte aşındırma **Aynı satır ve sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar, Duncan'ın Çoklu Karşılaştırma Testine göre $p<0,05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

İlkbahar Ekimi Bulguları

Gerçekleştirilen varyans analizleri sonucunda, *C. orientalis* tohumlarında da işlem faktörünün çimlenme yüzdesi

üzerinde anlamlı düzeyde etkili olduğu tespit edilmiştir ($F=12.39$, $p<.05$). *C. orientalis* tohumlarında çimlenme oranları %0 ile %11,25 arasında değişmiş, genel olarak düşük düzeyde gerçekleşmiştir (Tablo 8).

Tablo 8.

C. orientalis Tohumlarında İşlem Etkilerine İlişkin Duncan Testi Sonuçları

İşlem*	ÇY(%)	İşlem	ÇY(%)
8gÇB*39hK(s)	11,25 a	15sA*22hK(sc)*17hK(s)	1,25 cd
4gÇB*9hK(sc)*17hK(s)	8,75 ab	15sA*34hK(s)	1,25 cd
8gÇB*9hK(sc)*17hK(s)	8,75 ab	2gÇB*9hK(sc)*17hK(s)	1,25 cd
8gÇB*26hK(s)	8,75 ab	2gÇB*34hK(s)	1,25 cd
26hK(s)	8,75 ab	3sA*22hK(sc)*17hK(s)	1,25 cd
10gÇB*26hK(s)	7,50 abc	4gÇB*13hK(sc)*17hK(s)	1,25 cd
2gÇB*30hK(s)	7,50 abc	4gÇB*22hK(sc)*17hK(s)	1,25 cd
3sA*9hK(sc)*17hK(s)	6,25 abcd	6sA*34hK(s)	1,25 cd
3sA*30hK(s)	6,25 abcd	6gÇB*34hK(s)	1,25 cd
3sA*34hK(s)	6,25 abcd	8gÇB*22hK(sc)*17hK(s)	1,25 cd
6sA*26hK(s)	6,25 abcd	8gÇB*30hK(s)	1,25 cd
10gÇB*13hK(sc)*17hK(s)	5,00 bcd	9sA*9hK(sc)*17hK(s)	1,25 cd
2gÇB*39hK(s)	5,00 bcd	9sA*13hK(sc)*17hK(s)	1,25 cd
3sA*26hK(s)	5,00 bcd	9sA*17hK(sc)*17hK(s)	1,25 d
6sA*22hK(sc)*17hK(s)	5,00 bcd	9sA*26hK(s)	1,25 d
6gÇB*9hK(sc)*17hK(s)	5,00 bcd	17hK(sc)*17hK(s)	1,25 d
9sA*39hK(s)	5,00 bcd	30hK(s)	1,25 d
34hK(s)	5,00 bcd	10gÇB*9hK(sc)*17hK(s)	0,00 d
10gÇB*39hK(s)	3,75 bcd	10gÇB*17hK(sc)*17hK(s)	0,00 d
15sA*26hK(s)	3,75 bcd	10gÇB*22hK(sc)*17hK(s)	0,00 d
15sA*39hK(s)	3,75 bcd	10gÇB*34hK(s)	0,00 d
2gÇB*26hK(s)	3,75 bcd	12sA*17hK(sc)*17hK(s)	0,00 d
3sA*39hK(s)	3,75 bcd	12sA*22hK(sc)*17hK(s)	0,00 d
4gÇB*17hK(sc)*17hK(s)	3,75 bcd	12sA*30hK(s)	0,00 d
6sA*9hK(sc)*17hK(s)	3,75 bcd	12sA*34hK(s)	0,00 d
6gÇB*13hK(sc)*17hK(s)	3,75 bcd	15sA*13hK(sc)*17hK(s)	0,00 d
6gÇB*30hK(s)	3,75 bcd	15sA*17hK(sc)*17hK(s)	0,00 d
13hK(sc)*17hK(s)	3,75 bcd	2gÇB*13hK(sc)*17hK(s)	0,00 d
12sA*9hK(sc)*17hK(s)	2,50 bcd	2gÇB*17hK(sc)*17hK(s)	0,00 d
15sA*30hK(s)	2,50 bcd	2gÇB*22hK(sc)*17hK(s)	0,00 d
3sA*13hK(sc)*17hK(s)	2,50 bcd	4gÇB*26hK(s)	0,00 d
3sA*17hK(sc)*17hK(s)	2,50 bcd	4gÇB*30hK(s)	0,00 d
4gÇB*34hK(s)	2,50 bcd	6sA*13hK(sc)*17hK(s)	0,00 d
4gÇB*39hK(s)	2,50 bcd	6sA*30hK(s)	0,00 d
6sA*17hK(sc)*17hK(s)	2,50 bcd	6gÇB*17hK(sc)*17hK(s)	0,00 d
6sA*39hK(s)	2,50 bcd	6gÇB*22hK(sc)*17hK(s)	0,00 d
6gÇB*26hK(s)	2,50 bcd	8gÇB*13hK(sc)*17hK(s)	0,00 d
6gÇB*39hK(s)	2,50 bcd	8gÇB*17hK(sc)*17hK(s)	0,00 d
10gÇB*30hK(s)	1,25 cd	8gÇB*34hK(s)	0,00 d
12sA*13hK(sc)*17hK(s)	1,25 cd	9sA*22hK(sc)*17hK(s)	0,00 d
12sA*26hK(s)	1,25 cd	9sA*30hK(s)	0,00 d
12sA*39hK(s)	1,25 cd	9sA*34hK(s)	0,00 d
15sA*9hK(sc)*17hK(s)	1,25 cd	9hK(sc)*17hK(s)	0,00 d

*s: saat, g: gün, h: hafta, ÇB: kül çözeltilsinde bekletme, K(s): Soğuk katlama, K(sc): Sıcak katlama, A: sülfürik asitte aşındırma **Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar, Duncan'ın Çoklu Karşılaştırma Testine göre $p<.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

C. orientalis tohumlarında kül çözeltilsinde bekletme işlemleri, sülfürik asitte aşındırma uygulamalarına göre daha yüksek çimlenme oranları sağlamıştır. Katlama süreleri incelendiğinde, soğuk katlama süresinin uzamasıyla birlikte çimlenme oranlarında artış eğilimi olduğu belirlenmiştir. Özellikle 26–39 haftalık soğuk katlama uygulamaları, daha

kısa süreli katlamalara göre daha yüksek çimlenme oranları sağlamıştır.

C. pontica tohumlarında ilkbahar ekimlerinde ön işlem uygulamaları arasında çimlenme oranları bakımından anlamlı farklılıklar saptanmıştır ($F=2.18$, $p<.05$). Çimlenme oranları %0 ile %48,75 arasında değişmiş ve genel olarak *C. orientalis*'e kıyasla daha yüksek değerler elde edilmiştir (Tablo 9).

Tablo 9.

C. pontica Tohumlarında İşlem Etkilerine İlişkin Duncan Testi Sonuçları

İşlem*	ÇY(%)**	İşlem	ÇY (%)**
4gÇB*34hK(s)	48,75 a	12sA*30hK(s)	3,75 mnp
3sA*9hK(sc)*17hK(s)	44,00 ab	15sA*9hK(sc)*17hK(s)	3,75 mnp
8gÇB*39hK(s)	44,00 ab	3sA*39hK(s)	3,75 mnp
8gÇB*30hK(s)	43,75 ab	4gÇB*26hK(s)	3,75 mnp
2gÇB*39hK(s)	42,50 abc	6sA*30hK(s)	3,75 mnp
30hK(s)	40,00 abcd	9sA*30hK(s)	3,75 mnp
2gÇB*26hK(s)	36,25 abcd	26hK(s)	3,75 mnp
2gÇB*30hK(s)	36,25 abcd	4gÇB*22hK(sc)*17hK(s)	2,75 mnp
10gÇB*34hK(s)	33,75 bcdef	10gÇB*22hK(sc)*17hK(s)	2,50 mnp
3sA*34hK(s)	33,75 bcdef	12sA*9hK(sc)*17hK(s)	2,50 mnp
8gÇB*26hK(s)	33,75 bcdef	15sA*13hK(sc)*17hK(s)	2,50 mnp
6gÇB*26hK(s)	32,50 bcdefg	15sA*30hK(s)	2,50 mnp
10gÇB*9hK(sc)*17hK(s)	30,00 cdefg	15sA*39hK(s)	2,50 mnp
8gÇB*34hK(s)	30,00 cdefg	2gÇB*34hK(s)	2,50 mnp
4gÇB*39hK(s)	28,75 defgh	17hK(sc)*17hK(s)	2,50 mnp
4gÇB*30hK(s)	26,25 efgh	12sA*34hK(s)	2,00 np
6gÇB*34hK(s)	26,25 efgh	6sA*39hK(s)	2,00 np
6sA*34hK(s)	25,00 efgh	12sA*13hK(sc)*17hK(s)	1,25 np
6gÇB*9hK(sc)*17hK(s)	25,00 efgh	12sA*22hK(sc)*17hK(s)	1,25 np
2gÇB*13hK(sc)*17hK(s)	21,25 fghij	15sA*34hK(s)	1,25 np
4gÇB*13hK(sc)*17hK(s)	21,25 fghij	2gÇB*17hK(sc)*17hK(s)	1,25 np
3sA*26hK(s)	20,00 ghijk	2gÇB*22hK(sc)*17hK(s)	1,25 np
10gÇB*30hK(s)	19,75 ghijkl	3sA*13hK(sc)*17hK(s)	1,25 np
10gÇB*39hK(s)	19,50 ghijkl	6gÇB*22hK(sc)*17hK(s)	1,25 np
10gÇB*13hK(sc)*17hK(s)	16,25 hijklm	6gÇB*30hK(s)	1,25 np
6sA*26hK(s)	16,25 hijklm	8gÇB*13hK(sc)*17hK(s)	1,25 np
6gÇB*39hK(s)	15,25 ijklmn	9sA*9hK(sc)*17hK(s)	1,25 np
13hK(sc)*17hK(s)	15,00 ijklmn	9sA*17hK(sc)*17hK(s)	1,25 np
4gÇB*9hK(sc)*17hK(s)	13,75 ijklmnp	9sA*39hK(s)	1,25 np
8gÇB*9hK(sc)*17hK(s)	13,50 ijklmnp	12sA*17hK(sc)*17hK(s)	0,00 p
15sA*26hK(s)	11,25 jklmnp	15sA*17hK(sc)*17hK(s)	0,00 p
4gÇB*17hK(sc)*17hK(s)	11,25 jklmnp	15sA*22hK(sc)*17hK(s)	0,00 p
9sA*13hK(sc)*17hK(s)	10,00 jklmnp	2gÇB*9hK(sc)*17hK(s)	0,00 p
12sA*39hK(s)	8,75 jklmnp	3sA*17hK(sc)*17hK(s)	0,00 p
3sA*30hK(s)	8,75 jklmnp	3sA*22hK(sc)*17hK(s)	0,00 p
10gÇB*26hK(s)	7,50 klmnp	6sA*13hK(sc)*17hK(s)	0,00 p
9sA*26hK(s)	6,25 lmnp	6sA*17hK(sc)*17hK(s)	0,00 p
9sA*34hK(s)	6,25 lmnp	6sA*22hK(sc)*17hK(s)	0,00 p
9hK(sc)*17hK(s)	6,25 lmnp	6gÇB*13hK(sc)*17hK(s)	0,00 p
12sA*26hK(s)	5,00 mnp	6gÇB*17hK(sc)*17hK(s)	0,00 p
6sA*9hK(sc)*17hK(s)	5,00 mnp	8gÇB*17hK(sc)*17hK(s)	0,00 p
8gÇB*22hK(sc)*17hK(s)	5,00 mnp	9sA*22hK(sc)*17hK(s)	0,00 p
10gÇB*17hK(sc)*17hK(s)	3,75 mnp	34hK(s)	0,00 p

*s: saat, g: gün, h: hafta, ÇB: kül çözeltilsinde bekletme, K(s): Soğuk katlama, K(sc): Sıcak katlama, A: sülfürik asitte aşındırma **Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar, Duncan'ın Çoklu Karşılaştırma Testine göre $p<.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

Tablo 9 incelendiğinde, kül çözeltilsinde bekletme uygulamalarının, sülfürik asit uygulamalarına göre daha yüksek çimlenme oranları sağladığı görülmektedir. En yüksek

çimlenme oranı 4gÇB*34hK(s) işleminde %48,75 olarak elde edilmiştir. sülfürik asit uygulamalarında ise çimlenme oranlarının genellikle düşük düzeyde kaldığı, en yüksek değerin 3sA*34hK(s) işleminde %33,75 olarak elde edildiği görülmektedir. Katlama süreleri değerlendirildiğinde, özellikle uzun süreli (26–39 hafta) soğuk katlama uygulamalarının çimlenme oranlarını artırdığı belirlenmiştir.

Tartışma

Yaz ve Sonbahar Ekimi Bulgularının Tartışılması

Crataegus türlerinde tohumlardaki çimlenme engelinin giderilmesine yönelik olarak soğuk ve sıcak katlama ön işlemleri yaygın biçimde önerilen yöntemler arasında yer almaktadır (Ertekin, 2017; Lasseigne ve Blazich, 2008; Morgenson, 2000;). Bununla birlikte, Pipinis vd. (2017), yaz başında gerçekleştirilen ekimlerde tohumların çimlenme engelini ortadan kaldıracak çevresel koşulların doğal olarak oluştuğunu, dolayısıyla katlama işlemlerine gerek kalmadığını bildirmiştir. Bu çalışmada Kasım ayında yapılan ekimlerden çimlenme elde edilememesi, buna karşılık Temmuz ve Ağustos aylarında gerçekleştirilen ekimlerde en yüksek çimlenme yüzdelerinin belirlenmesi, Pipinis vd. (2017)'nin bu görüşünü desteklemektedir. Bu sonuç, çimlenme engelinin doğal koşullar altında özellikle sıcak mevsim süresince ortadan kalktığını göstermektedir.

Yaz döneminde yapılan ekimlerde yüksek çimlenme yüzdelerinin elde edilmesi, buna karşın sıcaklığın daha düşük olduğu sonbahar ekimlerinde çimlenme oranlarının azalması, tohumların çimlenme engellerinin giderilebilmesi için sıcak bir sürece ihtiyaç duyduğunu ortaya koymaktadır. Benzer biçimde, Göktürk ve Yılmaz (2015) tarafından yapılan çalışmada *C. orientalis* türünde Ağustos ayında yapılan ekimlerin, Ekim ayında yapılan ekimlere kıyasla daha yüksek çimlenme oranları sağladığı belirtilmiştir.

Gültekin vd. (2006a), alıç (*Crataegus* spp.) tohumlarının döküldükleri yıl çimlenmediklerini; sıcak–ılık bir sürecin ardından gelen soğuk dönemi takiben, ikinci yılın ilkbahar başında çimlenmenin gerçekleştiğini bildirmiştir. Aynı araştırmada, tohumların toplandığı yıl içinde gerçekleştirilen Ekim, Kasım, Aralık, Ocak ve Şubat ayı ekimleri arasında en yüksek çimlenme oranları *C. monogyna* ve *C. × sinaica* türlerinde sırasıyla %60,3 ve %70,6 ile Ekim ayında yapılan ekimlerde elde edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar da Gültekin vd. (2006a)'nın bulgularıyla paralellik göstermekte; erken dönem ekimlerinde çimlenme oranlarının daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır.

Elde edilen bulgular, *C. pontica* ve *C. orientalis* tohumlarında çimlenme engelinin giderilmesine yönelik ön işlem uygulamalarının türler arasında farklı etkilere sahip olduğunu göstermektedir. sülfürik asitte aşındırma süresinin artışına bağlı olarak çimlenme oranlarının düşmesi, kimyasal etkinin belirli bir eşiğin üzerinde embriyoya zarar vererek canlılık kaybına neden olabileceğini göstermektedir. Buna karşın, kül çözeltilisinde bekletme uygulamalarında sürenin uzamasıyla çimlenme oranlarının artması, bu yöntemin endokarp tabakasının geçirgenliğini artırarak su ve oksijen girişini kolaylaştırdığını düşündürmektedir.

C. pontica tohumlarının *C. orientalis* tohumlarına göre daha yüksek çimlenme oranları göstermesi, türler arasındaki endokarp tabakası kalınlığı ve geçirgenliği düzeylerindeki farklılıklardan kaynaklanabilir. Bu durum, *C. orientalis* türünün daha belirgin bir kombine (fiziksel + fizyolojik) çimlenme engeline sahip olduğunu göstermektedir. Bulgular, Göktürk ve Yılmaz (2015), Gültekin vd. (2006a) ve Hartmann vd. (1997 tarafından bildirilen sonuçlarla da uyumlu olup, *Crataegus* türlerinde çimlenme engelinin giderilmesinde sıcak ve ılık süreçlerin veya doğal çevresel koşulların etkili olduğunu desteklemektedir.

Kül çözeltilisinde bekletme ön işlemi genellikle ardıc tohumlarında çimlenme engelinin giderilmesi amacıyla kullanılmaktadır (Gültekin ve Öztürk, 2003). Benzer şekilde, Göktürk ve Yılmaz (2015) tarafından da alıç tohumlarında çimlenme engelini gidermedeki etkinliğini belirlemek amacıyla uygulanmıştır. Bu çalışmada, kül çözeltilisinde bekletme ön işleminden önce pH değeri 12,65 iken, tohumların iki gün kül çözeltilisinde bekletilmesi sonrasında pH değerinin 10,66'ya düştüğü rapor edilmiştir. Bazı özellikteki kül çözeltilisinde bekletme ön işleminde pH değerindeki bu düşüşün, endokarp tabakasında bulunan inhibitör maddelerin çözünmesine bağlı olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar da Göktürk ve Yılmaz (2015)'in bulgularıyla birlikte değerlendirildiğinde, *C. pontica* ve *C. orientalis* tohumlarındaki çimlenme engelinin endokarp tabakasının kalınlığından ziyade su ve gaz geçişini kısıtlayan inhibitör maddelerin varlığından kaynaklandığı söylenebilir. Dolayısıyla, kül çözeltilisinde bekletme uygulaması bu maddelerin çözünmesini sağlayarak tohum geçirgenliğini artırmakta ve çimlenme sürecini kolaylaştırmaktadır.

Ekim zamanlarına ait bulgular da bu değerlendirmeleri desteklemektedir. Her iki türde de Kasım ayında yapılan ekimlerde çimlenme gerçekleşmemiş, buna karşın Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında yapılan ekimlerde çimlenme

oranlarının anlamlı biçimde arttığı belirlenmiştir. *C. pontica* tohumlarında çimlenme oranları %0,00–%10,15, *C. orientalis* tohumlarında ise %0,00–%3,18 arasında değişmiş; en yüksek oranlar Ağustos ekimlerinde elde edilmiştir. Bu sonuçlar, *C. pontica* tohumlarının genel olarak daha yüksek çimlenme kapasitesine sahip olduğunu göstermektedir.

Yaz dönemine özgü sıcak ve nemli koşulların *Crataegus* tohumlarının çimlenme engelini giderilmesinde belirleyici rol oynadığı söylenebilir. Yaz ekimlerinde sıcaklık ve nemin etkisiyle tohumun endokarp tabakası geçirgenliğinin artması, su ve gaz alışverişinin kolaylaşması ve embriyo gelişiminin hızlanması çimlenme oranlarını artırmıştır. Buna karşın, sonbahar ve kış aylarında yapılan ekimlerde bu süreç tamamlanamadığından çimlenme başarısı düşük kalmıştır. Bu bulgular, alıç tohumlarının çimlenme engellerinin doğal sıcak–ılık süreçlerle giderilebildiğini ve özellikle kül çözeltisinde bekletme gibi doğal kimyasal olmayan ön işlemlerin, tohumun fizyolojik dengesini koruyarak çimlenmeyi desteklediğini göstermektedir.

Ekim zamanları açısından değerlendirildiğinde, *C. pontica* tohumlarında çimlenme oranlarının yaz aylarında yapılan ekimlerde belirgin biçimde arttığı, buna karşın sonbahar ekimlerinde azaldığı görülmektedir. Özellikle Ağustos ekimlerinde kül çözeltisinde bekletme ön işlemleriyle birlikte yüksek çimlenme değerleri elde edilmiştir. Bu sonuç, çimlenme engelini giderilmesinde sıcak ve nemli koşulların etkin rol oynadığını göstermektedir.

C. orientalis türünde ise çimlenme oranları genel olarak düşük seyretmiş; ancak Ağustos ve Ekim aylarında bazı işlem kombinasyonlarıyla (örneğin 10gKS–Ekim ve 12sSA–Ekim) kısmi artışlar gözlenmiştir. Bu türün, *C. pontica*’ya göre daha derin bir çimlenme engeline sahip olduğu, dolayısıyla çevresel koşullardaki değişimlere daha az tepki verdiği anlaşılmaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, ön işlem ve ekim zamanı etkileşimi, her iki türün çimlenme başarısını belirleyen temel faktörlerden biridir. Ön işlem ve ekim zamanı etkileşiminin *C. pontica* ve *C. orientalis* türlerinin çimlenme yüzdesi üzerindeki etkilerine ait bulgular, türlerin farklı ekolojik ve fizyolojik tepkiler gösterdiğini ortaya koymaktadır. Tablo 6 incelendiğinde, çimlenme oranlarının hem ön işleme hem de ekim zamanına bağlı olarak önemli düzeyde değiştiği görülmektedir. Kül çözeltisinde bekletme uygulamalarının özellikle yaz dönemindeki ekimlerle birleştirildiğinde yüksek çimlenme oranları sağlaması, bu yöntemin kimyasal işlemlere kıyasla daha etkili ve güvenli bir alternatif olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, *C. pontica*’nın

çevresel koşullara daha hızlı uyum sağlayan, çimlenme engeli daha zayıf bir tür olduğunu; *C. orientalis*’in ise fizyolojik engellerin baskın olduğu, daha uzun süreli sıcak ve soğuk etkileşimi gerektiren bir tür olduğunu ortaya koymaktadır.

C. pontica tohumlarında genel eğilim, kül çözeltisinde bekletme işlemlerinin sülfürik asitte aşındırma işlemlerine kıyasla daha yüksek çimlenme oranları sağladığı yönündedir. Özellikle 8 gün kül çözeltisinde bekletme ve Temmuz ekimi kombinasyonu en yüksek çimlenme oranını (%46,7) vermiştir. Benzer şekilde *C. monogyna* türünde yürütülen bir çalışmada, en yüksek çimlenme oranı (%51,66), kül çözeltisinde bekletme ile muamele edilen tohumlardan elde edildiği bildirilmiştir (Sümbül vd., 2024). Bu bulgular, yüksek sıcaklık koşullarında ve uygun nem ortamında, kül çözeltisinde bekletme işleminin endokarp tabakasının geçirgenliğini artırarak çimlenmeyi kolaylaştırdığını düşündürmektedir. Buna karşılık, sülfürik asitte aşındırma uygulamaları genellikle düşük çimlenme yüzdeleriyle sonuçlanmış, özellikle uzun süreli uygulamalarda (12–15 saat) çimlenme oranları belirgin biçimde azalmıştır. Bu durum, asidin yüksek yoğunlukta ve uzun süreli kullanımının embriyo canlılığını olumsuz etkilediğini göstermektedir.

Sülfürik asitte aşındırma ön işlemlerinde *C. pontica* türünde, *C. orientalis*’e kıyasla daha yüksek çimlenme yüzdeleri elde edilmiştir. Göktürk vd. (2017) tarafından yapılan çalışmada, aynı sürelerde sülfürik asitte aşındırma uygulaması sonucunda zedelenme oranının *C. orientalis* tohumlarında *C. pontica* tohumlarından daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum, sülfürik asit uygulamasının ardından tohumların bir gün suda bekletilmesiyle ortaya çıkan muhtemel olumsuz etkinin, *C. orientalis* tohumlarının hem daha ince endokarp tabakasına sahip olması (0,82–2,12 mm) hem de daha yüksek nem içeriği (%8,98) bulundurmasından kaynaklandığını düşündürmektedir. Ayrıca, *C. pontica* endokarp tabakasının *C. orientalis*’e göre daha kalın (0,90–2,96 mm) olmasına rağmen, bu türde daha yüksek çimlenme oranlarının elde edilmesi; *C. orientalis*’te çimlenme engelini endokarp tabakasından ziyade embriyodan kaynaklandığını ve bu nedenle çimlenme engeli derecesinin daha belirgin olduğunu göstermektedir.

Tüm *Crataegus* türlerinde uygulanan benzer ön işlemlerden aynı sonuçların elde edilmesi beklenmemelidir. Türler arasındaki genetik, morfolojik ve fizyolojik farklılıklar, uygulanan yöntemlerin etkinliğini önemli ölçüde etkilemektedir. Nitekim Hartmann vd. (1997), asitle aşındırma sonrasında 4 °C’de yaklaşık 150 gün süren bir soğuk katlama sürecini önerirken, Morgenson (2000) bazı

Crataegus türlerinde 180–240 gün süren uzun süreli soğuk katlamanın çok düşük çimlenme oranları ile sonuçlandığını belirtmektedir. Buna karşılık Ertekin (2017), sıcak ve soğuk katlamanın birlikte uygulandığı ön işlem kombinasyonlarının *Crataegus* tohumlarının çimlenme engelini kırmada etkili olduğunu bildirmektedir.

Bu çalışmada da sülfürik asitte aşındırma ön işlemleri, kül çözeltisinde bekletme işlemlerine kıyasla daha düşük çimlenme yüzdeleri ile sonuçlanmıştır. Benzer şekilde Morgenson (2000), *C. mollis* ve *C. x anomala* tohumlarında asit skarifikasyonunun çimlenme üzerine olumlu bir etkisinin olmadığını bildirmiştir. Buna karşılık, kül çözeltisinde bekletme işleminin endokarp tabakasının geçirgenliğini kademeli olarak artırması, bu yöntemi *Crataegus* türlerinde çimlenme engelini giderilmesinde daha güvenli ve etkili bir alternatif hâline getirmektedir.

İlkbahar Ekimi Bulgularının Tartışılması

İlkbahar ekimleri için ön işlemler Temmuz 2015 itibarıyla uygulanmaya başlanmış ve ekimler Nisan 2016'nın ilk haftasında gerçekleştirilmiştir. Ön işlem süreci boyunca sıcak katlamaya alınan tohumlarda, soğuk katlama ortamına aktarıldıktan sonra çimlenmelerin başladığı tespit edilmiş ve bu durumun gözlenmesi üzerine tohum ekimleri derhal yapılmıştır. Katlama ortamında çimlenmelerin başlamasına karşın, ekimlerin yapıldığı yıl içerisinde kayda değer oranlarda çimlenme sağlanamamış, çimlenmeler Mart 2017'nin ilk haftasından itibaren gerçekleşmeye başlamıştır. Bu çalışmada, 2017 yılında elde edilen çimlenme verileri değerlendirmeye alınmıştır.

Sıcak katlama uygulanan tohumların soğuk katlama ortamına alındıklarında çimlenmelerin meydana gelmesi ve yalnızca soğuk katlama uygulanan tohumlarda ekimleri takiben ikinci yılda çimlenmelerin gerçekleşmesi, tohumların sıcak katlama gereksinimi bulunduğunu göstermektedir. Nitekim Ertekin (2017), *C. monogyna* tohumlarında polistimulin uygulamasını takiben 25 °C'de sıcak katlama ve ardından 4 °C'de soğuk katlamadan oluşan katlama kombinasyonlarının, çimlenme engelini kırmada etkili olduğunu bildirmiştir. Bujarska-Borkowska (2006) ise 20–30 °C'de 16–20 hafta sıcak katlama ve ardından 16–18 hafta 3 °C'de soğuk katlama uyguladığı tohumlarda %67 oranında çimlenme elde etmiştir. Aynı araştırmacı, 2–3 saat süreyle konsantre sülfürik asitte aşındırmayı takiben 27,5 °C'de sıcak katlama ve 21 hafta soğuk katlama uyguladığı tohumlarda ise %86 oranında çimlenme sağlamıştır. Gültekin vd. (2006b) tarafından *C. orientalis*, *C. tanacetifolia* ve *C. aronia* türlerinde tohumların çimlenme engelini giderilmesine yönelik olarak yürütülen çalışmada ise, en yüksek çimlenme

oranı mekanik aşındırma + 3 ay 20–25 °C sıcak-ıslak katlama işleminde elde edilmiştir. Benzer şekilde, yapılan birçok araştırmada sıcak katlama uygulamasının soğuk katlama ile birlikte kullanılması sonucunda başarılı çimlenme oranları elde edilmiştir (Genç, 2005; Morgenson, 2000).

İlkbahar ekimleri sonucunda, sıcak katlama ön işlemi uygulanan tohumlarda beklenen düzeyde çimlenme elde edilememesi; katlama ortamında çimlenme sürecinin erken başlaması ve ekimlerin hava sıcaklığının nispeten yüksek olduğu Nisan ayında yapılmasının, çimlenme sürecini olumsuz yönde etkilemiş olabileceği şeklinde değerlendirilmektedir. Buna karşın, Bujarska-Borkowska (2006), ekimlerin toprağın hâlâ soğuk olduğu Mart ayında veya Nisan ayının başında gerçekleştirilmesinin daha uygun olduğunu bildirmektedir. Bu çalışmada ekimlerin Nisan ayında yapılmasına rağmen çimlenmelerin izleyen yılın Mart ayı başlarında başladığı ve Nisan ayı sonlarına doğru sona erdiği gözlenmiştir. Bu bulgu, Bujarska-Borkowska (2006)'nın önerilerinin aksine, bölgesel iklim koşullarında Nisan ayında yapılan ekimlerin tohumların gereksinim duyduğu optimum sıcaklık ve süre koşullarını sağlamadığını göstermektedir. Ayrıca, katlama ortamında canlı tohumların çimlenmiş olması nedeniyle, ekimlerde boş ya da canlılığını yitirmiş tohumların kullanılmış olma olasılığı da elde edilen düşük çimlenme oranlarını açıklayabilecek ek bir etken olarak değerlendirilebilir.

İlkbahar ekimlerinde, yaz ve sonbahar ekimlerine benzer şekilde sülfürik asitte aşındırma ön işlemi uygulanan *C. orientalis* ve *C. pontica* tohumlarından, kül çözeltisinde bekletme işlemi uygulanan tohumlara kıyasla daha düşük çimlenme oranları elde edilmiştir. Benzer biçimde, Göktürk & Yılmaz (2015) tarafından yapılan çalışmada da *C. orientalis* tohumlarına sülfürik asitte aşındırma ön işlemi uygulandığında genellikle çimlenme sağlanamamış; bu durum, embriyonun doğrudan kimyasal etkiden ya da sülfürik asidin oluşturduğu yüksek ısıli reaksiyondan zarar görmüş olabileceği şeklinde yorumlanmıştır. Ayrıca, endokarp tabakasında yer alan ve gaz alışverişini sağlayarak embriyonun canlılığını sürdüren mikro gözeneklerin yapısının bozulması da çimlenmenin engellenmesine neden olabilecek bir etken olarak değerlendirilmiştir.

Bununla birlikte, literatürde alıç türlerinde sert ve geçirimsiz endokarp tabakasından kaynaklanan çimlenme engelini giderilmesi amacıyla farklı sürelerde sülfürik asitte aşındırma uygulamaları önerilmektedir (Hartmann vd., 1997). Bu bağlamda, sülfürik asitte aşındırma ön işleminden düşük çimlenme oranlarının elde edilmesi, türler arasındaki morfolojik ve fizyolojik farklılıklardan kaynaklanabileceği gibi, bu işlemin uygulandığı diğer ön işlem

kombinasyonlarının farklılığından veya sülfürik asitte aşındırma sürelerinin değişiklik göstermesinden de kaynaklanmış olabilir. Düşük çimlenme oranları, literatürde bildirilen değerlerle karşılaştırıldığında; *C. pontica* ve *C. orientalis* tohumlarında sert ve geçirimsiz endokarp tabakası kalınlığının yöresel olarak daha fazla olabileceğini, uygulanan ön işlemlerin bu çimlenme engelini tam olarak kıramamış olduğunu ve buna bağlı olarak çimlenme oranlarının benzer çalışmalara göre daha düşük gerçekleştiğini düşündürmektedir.

Ön işlemlerin çoğunda *C. pontica* tohumlarında elde edilen çimlenme oranlarının daha yüksek olması ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı bulunması, ön işlemlerin bu tür üzerinde daha etkili olduğunu, diğer bir ifadeyle, *C. orientalis* tohumlarında çimlenme engelini daha yüksek düzeyde bulunduğunu düşündürmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, ön işlem türleri ile ekim zamanının *C. pontica* ve *C. orientalis* tohumlarının çimlenme oranları üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Sonuçlar, *C. pontica*'da ön işlemlerin çimlenmeyi anlamlı biçimde artırdığını; *C. orientalis*'te ise işlem etkisinin sınırlı kaldığını göstermektedir. Her iki türde de ekim zamanı belirleyici olup, Kasım ekimlerinde çimlenme gözlenmemiş, yaz aylarında (özellikle Temmuz-Ağustos) en yüksek değerler elde edilmiştir. Ön işlem $\times$ ekim zamanı etkileşimi, *C. pontica*'da Temmuz ekimi ile 8 gün kül çözeltisinde bekletme kombinasyonunun (%46,67) en yüksek çimlenme oranını verdiğini; *C. orientalis*'te ise Ekim ayında yapılan ekimde 10gKs ve 12sSa uygulamalarının etkili olduğunu ortaya koymuştur.

Ön işlem türleri bakımından kül çözeltisinde bekletme, genel olarak sülfürik asitte aşındırmadan daha yüksek çimlenme oranları sağlamıştır. sülfürik asitte aşındırma önışleminde süre uzadıkça çimlenme oranın azalması uzun süreli asit etkisinin embriyo canlılığını olumsuz etkileyebileceğine işaret etmektedir. İlkbahar denemeleri, sıcak katlama gereksinimini destekler nitelikte olup, sıcak katlama uygulanan tohumlar soğuk katlamaya alındığında katlama ortamında çimlenme başlamasına rağmen, ekim yılında çimlenme meydana gelmemiş, çimlenmeler ertesi yılın Mart-Nisan döneminde gerçekleşmiştir. Bölgesel iklim koşulları dikkate alındığında, Nisan ayında yapılan ekimlerin tohumların gereksinim duyduğu süre ve sıcaklık koşullarını karşılamada yetersiz kaldığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle, yöresel olarak alıç tohumlarının çimlenme sürecinin genellikle Şubat sonu-Mart başı döneminde başladığı göz

önünde bulundurularak, ilkbahar ekimlerinin en geç Şubat ayı sonuna kadar tamamlanmasının uygun olacağı değerlendirilmektedir. Bu uygulama, tohumların fizyolojik ihtiyaç duyduğu sıcaklık aralığı ile süre koşullarının sağlanmasına ve çimlenme başarısının artırılmasına katkı sağlayacaktır.

Türler arası biyolojik farklılıklar, ön işlemlerden elde edilen sonuçlara açık biçimde yansımıştır. *C. orientalis*'in endokarp tabakasının kalınlığı daha düşük olmasına rağmen daha zayıf çimlenme sergilemesi, bu türde embriyo kaynaklı (fizyolojik) engelin baskın olabileceğini düşündürmektedir. Farklı zamanlarda yapılan ekimlerden elde edilen sonuçlar, yaz ekimleri çimlenme engelini doğal koşullar altında giderilmesi için daha elverişli olduğunu göstermektedir. İlkbahar ekimleri zorunlu olduğunda ekimlerin şubat sonuna kadar tamamlanmasına dikkat edilmelidir.

Etik Komite Onayı: Bu çalışma için etik komite onayı gerekmiyor.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir-AG; Tasarım- AG, BÇG, ÜA; Denetleme- AG, BÇG, ÜA; Kaynaklar-AG; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi- AG, AB, NK, YS; Analiz ve/ veya Yorum- AG, BÇG, ÜA, AB, NK, YS; Literatür Taraması- AG, AB, NK, YS; Yazıyı Yazan-AG; Eleştirel İnceleme-BÇG.

Çıkar Çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Finansal Destek: Bu çalışma, Artvin Çoruh Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenen 2015-F10.02.02 numaralı "*Crataegus orientalis* (Pallas ex Bieb.) ve *Crataegus pontica* (K. Koch) tohumlarının çimlenmesi üzerine ekim zamanının ve bazı önışlemlerin etkilerinin araştırılması" başlıklı proje kapsamında yürütülmüştür.

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-AG; Design-AG, BÇG, ÜA; Supervision-AG, BÇG, ÜA; Resources-AG; Data Collection and/or Processing-AG, AB, NK, YS; Analysis and/or Interpretation-AG, BÇG, ÜA, AB, NK, YS; Literature Review-AG, AB, NK, YS; Writing-AG; Critical Review-BÇG.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: This study was conducted within the scope of the project entitled "Investigation of the Effects of Sowing Time and Some Pre-treatments on the Germination of *Crataegus orientalis* (Pallas ex Bieb.) and *Crataegus pontica* (K. Koch) Seeds", which was supported by the Scientific Research Projects Coordination Unit of Artvin Çoruh University under project number 2015-F10.02.02.

Use of Artificial Intelligence: The author has stated that they do not use AI-powered applications.

Kaynaklar

- Ağaoğlu, S., Çelik, H., Çelik, M., Fidan, Y., Gülşen, Y., Günay, A., Halloran, N. Köksel, İ. & Yanmaz, R. (1995). *Genel bahçe bitkileri* (Yayın No. 4). A.Ü. Ziraat Fakültesi E.A.G. Vakfı Yayınları.
- Bujarska-Borkowska, B. (2006). Seed dormancy breaking in *Crataegus laevigata*. *Dendrobiology*, 56, 3–11.
- Çalışkan, O., Mavi, K., Bayazıt, S., & Kılıç, D. (2020). Alıç (*Crataegus azarolus* L.) tohumlarının çıkış oranları üzerine bazı uygulamaların etkileri. *Bahçe*, 49(Özel Sayı 1: II. Uluslararası Tarım Kongresi – UTAK 2019), 139–143.
- Dönmez, A. A., (2014). Nomenclatural, taxonomic and biogeographic novelties in the Turkish *Crataegus* L. (Rosaceae-Maleae) taxa. *Adansonia*, 36(2), 245–253.
- Ertekin, M. (2017). Effects of some pre-sowing treatments on germination of *Crataegus monogyna* seeds under greenhouse condition. *Seed Science and Technology*, 45(3), 515–522.
- Genç, M. (2005). Süs bitkisi yetiştiriciliği, Cilt 1: Temel üretme teknikleri (Yayın No. 55, s. 273). Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.
- Göktürk, A. & Yılmaz, S. (2015). Doğu alıcı (*Crataegus orientalis* Pall. ex M. Bieb.) tohumlarının çimlenmesi üzerine ekim alanı, ekim zamanı ve bazı önlemlerin etkilerinin araştırılması. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 16(2), 203–215.
- Göktürk, A., Güner, S. & Yıldırım, F. (2017). *Seed properties of hawthorn (Crataegus sp.) species and effects of sulfuric acid pretreatments on seed coat thickness*. In VIII International Scientific Agriculture Symposium (Agrosym 2017) (p. 201). Jahorina, Bosnia and Herzegovina, 5–8 October.
- Gültekin, H. C. & Öztürk, H. (2003). Diken ardıç (*Juniperus oxycedrus* L.) ve andız (*Arceuthos drupacea* Ant. et Kotschy.) fidanlık tekniği ve boz ardıcın (*Juniperus excelsa* Bieb.) doğal koşullarda generatif gençleştirmesinin ön çalışmaları. *Orman Mühendisliği Dergisi*, (11–12), 6–16.
- Gültekin, H. C., Yıldız, D., Deligöz, A., Divrik, A., Gültekin, Ü. G. & Genç, M. (2006a). Bazı yemişen taksonlarında (*Crataegus monogyna* Jacq., *Crataegus sinaica* Boiss.) ekim zamanının çimlenme oranına etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(3), 374–377.
- Gültekin, H. C., Yıldız, D., Divrik, A., Gültekin, Ü. G. & Genç, M. (2006b). *Crataegus orientalis* Pall. ex Bieb., *Crataegus tanacetifolia* (Lam.) Pers. ve *Crataegus aronia* (L.) Bosc. ex DC. türlerinde tohum çimlenme engelini giderilmesi üzerine araştırmalar. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(1), 111–117.
- Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T. Jr. & Geneve, R. L. (1997). Plant propagation: Principles and practices (6th ed., p. 770). Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
- Lasseigne, F. T., & Blazich, F. A. (2008). *Crataegus* L.: Hawthorn, haw, thorn, thorn-apple. In F. T. Bonner & R. P. Karrfalt (Eds.), *The woody plant seed manual* (pp. 447–456). U.S. Department of Agriculture, Forest Service.
- Mohammed, A. A. (2023). A review of breaking seed dormancy in hawthorns (*Crataegus* spp.). *International Journal of Advanced Research*, 11(02), 495–500.
- Morgenson, G. (2000). Effects of cold stratification, warm–cold stratification, and acid scarification on seed germination of three *Crataegus* species. *Tree Planters' Notes*, 49(3), 41–44.
- Özcan, M., Haciseferoğulları, H., Marakoğlu, T. & Arslan, D. (2005). Hawthorn (*Crataegus* spp.) fruit: Some physical and chemical properties. *Journal of Food Engineering*, 69(4), 409–413.
- Phipps, J. B. (1998). Synopsis of *Crataegus* Series Apiifoliae, Cordatae, Microcarpae, and Brevispinae (Rosaceae subfam. Maloideae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 85, 475–491.
- Pipinis, P., Milios, E., Mavrokordopoulou, O., & Smiris, P. (2018). Effect of sowing date on seedling emergence of species with seeds enclosed in a stony endocarp. *Journal of Sustainable Forestry*, 37(4), 375–388.
- Poulsen, K. (1996). Case study: Neem (*Azadirachta indica* A. Juss.) seed research. In A. S. Ouedraogos, K. Poulsen & F. Stubsgaard (Eds.), *Proceedings of an international workshop on improved methods for handling and storage of intermediate/recalcitrant tropical forest tree seeds* (pp. 8–10). Umlebaek, Denmark.
- Sümbül, A., Yaman, M., & Topcu, Y. (2024). Alıç (*Crataegus* spp.) tohumlarının çimlenme kapasitesi üzerine farklı uygulamaların etkisi. *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, 7(1), 1–7.
- Qrunfleh, M. M. (1992). Studies on the hawthorn I Seed germination as influenced by scarification and stratification. *Dirasat Series B Pure & Applied Sciences*, 19(4), 7–18.
- Wolf, H. & Kamondo, B. (1993). Seed pre-sowing treatment. In J. Albrecht (Ed.), *Tree seed handbook of Kenya* (pp. 55–62). Kenya Forestry Research Institute.
- Yahyaoglu, Z., Ölmez, Z., Göktürk, A. & Temel, F. (2006). Soğuk katlama ve sülfürik asit önlemlerinin alıç (*Crataegus* spp.) tohumlarının çimlenmesi üzerine etkileri. *ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 8(10), 72–77.