



Uzun Süre Saklanan Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Tohumlarının Sera Ortamında Fidan Çıkma Hızı ve Fidan Yüzdelerinin Belirlenmesi*

Determination of Seed Germination Rate and Seedling Percentage of Long-Stored Red Pine (*Pinus brutia* Ten.) Seeds in a Greenhouse Environment

 İlyas ÖZTÜRK¹,  Bilal ÇETİN²

Özet

Bu çalışmada 2005 yılında Anamur ve Mersin kesitlerinin farklı yükseltilerinden toplanan ve +2 ile +4 °C'de 19 yıl saklanan Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) tohumları serada torf (%75) + perlit (%25) ortamına ekilmiş ve fidan çıkma hızı ile fidan yüzdesi belirlenmiştir. Çalışmada 2 kesit (Anamur ve Mersin) x 4 yükselti basamağı (0-400 m, 400-800 m, 800-1200 m ve 1200 m üstü) x 3 tekrar x 45 kap x 3 tohum=3240 adet tohum kullanılmıştır. Fidan çıkma hızı yüzdesi ve fidan yüzdesi verilerine yapılan varyans analizi sonucu önemli bulunmuş ve farklı gruplar ise Tukey testi ile belirlenmiştir ($p<0.05$). Fidan çıkma yüzdeleri arasında istatistiksel olarak farklılıklar olmuş özellikle ilk çıkmaların başladığı 4. haftada 1200 m üstünde fidan çıkma yüzdesi %20 civarında iken, her iki kesitte 0-400 m de %73 ve üzerinde olmuştur. Ancak bu fark 14. haftada azalmış en düşük rakımda bile %68 ve üstü olurken, en yüksek çıkma hızı %88,9 ile Anamur 0-400 m'de olmuştur. Genel olarak fidan yüzdesi Mersin'e (%76,2) göre Anamur'da (%84,0) daha yüksek ve her iki kesitte de yükselti arttıkça azalmıştır. Kesit ve yükseltilere beraber bakıldığında fidan yüzdesi en fazla %89,1 ile Anamur'un 0-400 m yükselti kuşağında, en düşük ise Mersin'in 1200 m üstü yükselti (%71,6) kuşağında olmuştur. Bu sonuçlar, kızılçam tohumlarının 19 yıl saklama sonunda %72'den daha fazla fidan elde edilebildiğini ve tohumların uygun koşullarda saklandığında gerektiğinde ağaçlandırmalarda, fidanlıklarda ve özellikle büyük yangınlardan sonra güvenle kullanılabileceğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Ekim, *Pinus brutia*, saklama süresi, yükselti.

Abstract

In this study, red pine (*Pinus brutia* Ten.) seeds collected from different altitudes of Anamur and Mersin sections in 2005 and stored at +2 to +4 °C for 19 years were sown in peat (75%) + perlite (25%) in the greenhouse and the germination rate and the seedling percentage were determined. The study involved 2 transects (Anamur and Mersin) x 4 elevation levels (0-400 m, 400-800 m, 800-1200 m and above 1200 m) x 3 replications x 45 containers x 3 seeds = 3240 seeds. The results of the analysis of variance on the percentage of emergence rate and percentage of seedlings were found to be significant and the different groups were determined by Tukey test ($p<0.05$). There were statistical differences between the percentages of seedling emergence, especially in the 4th week when the first emergence started. The percentage of emergence above 1200 m was around 20%, while it was 73% and above at 0-400 m in both sections. However, this difference decreased in the 14th week and even at the lowest altitude, it was 68% and above, while the highest emergence rate was 88,9% at Anamur 0-400 m. In general, the percentage of seedlings was higher in Anamur (84.0%) than in Mersin (76,2%) and decreased with increasing elevation in both sections. When cross-section and elevation were considered together, the highest percentage of seedlings was 89,1% in the 0-400 m elevation zone of Anamur and the lowest in the elevation zone above 1200 m (71,6%) in Mersin. These results showed that more than 72% of the red pine seeds can be obtained after 19 years of storage and that the seeds can be safely used in afforestation, nurseries and especially after large fires when the seeds are stored under appropriate conditions.

Keywords: Sowing, *Pinus brutia*, storage period, altitude.

Geliş Tarihi: 11.06.2024 Düzeltme Tarihi: 26.06.2024, Kabul Tarihi: 26.06.2024

Adres: ¹Bolu Orman Bölge Müdürlüğü, Yığılca Orman İşletme Müdürlüğü, Karakaş Orman İşletme Şefliği

²Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü

E-mail: bilalcetin@duzce.edu.tr

*Bu çalışma, Düzce Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda ikinci yazarın danışmanlığında, birinci yazar tarafından yürütülen Yüksek Lisans Tezi'nden üretilmiştir.

1. Giriş

Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) kapladığı 5,3 milyon hektar alan ile Türkiye’de en fazla yayılış yapan türdür ve ülke ormanlarının yaklaşık %23’ünü oluşturmaktadır (OGM, 2022). Dünya üzerinde ise genel olarak Akdeniz havzasında yayılış yapmakta ve dolayısıyla Akdeniz ikliminin tipik bir ağacıdır. Tür, hızlı büyümesi, uzun yaz kuraklığına dayanıklılığı, genetik çeşitliliğin yüksek olması, odun ve odun dışı kullanım alanlarının genişliği ile ülke ekonomisinde çok önemli bir yeri vardır (Boydak ve ark., 2006). Fakat türün yayılış yaptığı Akdeniz ekosistemleri sıklıkla yangınlara maruz kalmakta ve her yıl hektarlarca kızılçam ormanı yok olmaktadır. Özellikle 2021 yılında 124 bin hektardan fazla orman yanmıştır (Anonim, 2021). Çıkan yangınlar sonucunda çok büyük orman tahribatları yaşanmış ve bu alanları eski haline gelmesi uzun zaman istemekte ve masraflı olmaktadır. Burada düşünülecek birçok husus söz konusudur ve bunlardan en önemlilerinden biri ise yanan alanın yeniden ağaçlandırılması için hazırda yeterli miktarda ve kalitede tohum bulunup bulunmamasıdır. İstenilen miktar ve niteliklerde tohum bulunmaması halinde yanan orman alanları zamanında ağaçlandırılmamaktadır. Bu durumda; toprağı koruyan doğal bitki örtüsünün tahribatı, artan sosyal baskı, ekonomik kayıplar vb. gibi durumlarla karşılaşabilmektedir. Bu gibi yangınlar sonrası alanların sorunsuzca tekrar ekim ya da dikim yoluyla ağaçlandırılabilmesi için depolarda uygun koşullarda saklanmış tohuma ihtiyaç vardır. Depolama ayrıca bol tohum yılı olmayan yılların tohum ihtiyacını karşılamak için de önemlidir. Aynı zamanda depolanan tohumlar genetik bütünlüğün devamı açısından da önem arz etmektedir (Pradhan ve Badola, 2012).

Orman ağaçları her yıl belli oranda tohum verseler de zengin (bol) tohum veremezler. Bu durum kızılçamda da geçerlidir ve tohum verimi yükselti, yaş ve yıla göre değişiklik göstermektedir (Saatçioğlu, 1971; Ürgenç, 1977; Ürgenç ve ark., 1989). Zayıf tohum yıllarında bol tohum yıllarına nazaran yeteri kadar tohum elde edebilmek için geniş alanlardan ve daha fazla sayıda bireyden tohum toplanmasını gerektirmekte bu durum da maliyeti artırmaktadır (Ürgenç ve Odabaşı, 1971; Göktürk ve ark., 2019). Toplanan tohumların uygun şartlar altında tohum canlılığına zarar vermeden saklanması gerekir (Atay ve ark., 1970). Tohumların saklama süresi, ağaç cins ve türüne, sağlık ve olgunluk durumuna (hasat zamanına), hasat tekniğine ve saklama yöntemine göre değişiklik gösterebilmektedir (Yahyaoglu ve Ölmez, 2003). Tohumlar ortodoks (kuru) ve recalcitrant (nemli) olmak üzere iki şekilde saklanmaktadır. Ortodoks tohumlar düşük nem içeriğinde uzun süre

saklanabilmektedir (Bonner, 2008). Kızılçam tohum nemi hava kurusu hale geldikten sonra kuru saklanan türlerdendir (Saatçioğlu, 1971).

Kızılçam genel olarak kanaatkâr bir türdür ve tohumları da gerek ağaçlar üzerinde ve toprakta gerekse uygun koşullarda saklanması halinde canlılığını belli bir süre devam ettirebilir. Örneğin kapalı kozalak denilen yani olgunlaştığı halde karpelleri açılmadan ve dolayısıyla tüm tohumların içeride korunaklı bir vaziyette bulundurabilmektedir. Bu kozalakların içindeki tohumlar yangının şiddeti ve süresine bağlı olarak canlılığını koruyabilmekte ve yangın sonrası açılıp saçılarak alana tekrar gençliğin gelmesine katkıda bulunabilmektedir (Çetin, 2024). Ancak bu durum kozalak tutmamış genç meşcereler için değil, bol kozalak tutmuş meşcereler için geçerlidir. Çam türlerinin uzun süreli saklanması tohumun canlılığını etkilediği gibi, saklama koşulları ve süresine göre canlılıklarını koruyabilmektedir. Ürgenç ve Odabaşı (1971) topladıkları kızılçam kozalaklarını 7 yıl oda sıcaklığında kozalağı açılmadan saklandıktan sonra çimlenmelerinde biraz düşüşler yaşandığını belirtmişlerdir. Yine farklı orijinlerden toplanan ve +2 ile +4 derecede 4-23 yıl saklanan kızılçam tohumlarında ortalama %76,0 çimlenme yüzdesi elde edilmiştir (Dicle, 2022). Oda sıcaklığında kısa süreli saklamada *Pinus gerardiana* tohumlarının 12 ay sonunda tohumların canlılıkları düşmüştür (Malik ve Shamet, 2009). *Pinus ponderosa* tohumları 7 yıl boyunca 0 °C'de saklanmış ve canlılık kaybı görülmez iken (Allen, 1957), 6 yıl -16 °C'de saklanan *Pinus elliotii*, *Pinus patula*, *Pinus radiata* ve *Pinus taeda*'da canlılıklarını koruduğu görülmüştür (Donald ve Jacobs, 1990). Oda sıcaklığında saklanan yani düşük sıcaklıklarda saklanmayan tohumlarda bozulma, canlılık kaybı ve bunun sonucunda düşük oranda çimlenmelerin meydana geldiği ortaya konmuştur (Nasreen ve ark., 2004). Bu da saklama sıcaklığının tohum çimlenme özelliğini korumada çok önemli olduğu göstermektedir.

Pinus nigra'da yeni toplanan tohumlarda %99 çimlenme elde edilirken, 10 yıl 4-7 °C'de saklama sonunda %91 çimlenme yüzdesi elde edilmiştir (Ürgenç, 1973). Yine *Pinus nigra* ile ilgili çalışmada 1±4 °C'de 10 yıllık saklanan tohumların çimlenmeleri %96'dan %58'e düştüğünü ve saklama neminin tohumların canlılığını doğrudan etkilediğini tespit edilmiştir (Temel ve ark., 2011). Atay ve ark., (1970) yaptıkları bir çalışmada karaçam ve sarıçamın 4-5 °C derecede ve %8 nemde 8 yıllık saklama sonucunda karaçamda, başlangıçtaki çimlenme oranının değişmediğini, ancak sarıçamda çimlenmenin saklama sonunda yarıya düştüğünü tespit etmişlerdir. Başka bir çalışmada sarıçam tohumları 2

°C'de ve -18 °C'de yaklaşık 10 yıl saklama sonrası çimlenme oranı 2 °C'de %20 azalırken, -18 °C'de %15 azalmıştır (Hilli ve ark., 2003).

Genel olarak bakıldığında çam türlerinin saklama sonrası çimlenmeler türe ve saklama koşullarına göre farklılık gösterebilmektedir. Bu çimlenme oranı aynı türün farklı orijinlerinde de farklılık gösterebilmektedir. Kızılçam tohumlarında genel olarak alçak rakımların çimlenme oranları, yüksek rakımlara göre daha fazladır. Bu yüksek rakımlı tohumlarda çimlenme engeli olması ve boş tohum oranının fazla olmasından kaynaklanabilir (Çetin, 2010; Çetin, 2024). Kızılçamda tohumlarının çimlenme yüzdesi yükseltiye, bakıya ve ön işlem (soğuk katlama vb.) görüp görmemesi gibi faktörlere göre farklılıklar gösterebilmektedir (Ürgeç ve ark., 1989; Skordilis ve Thanos, 1995; Çetin, 2010).

Genel olarak kızılçam her yıl bol tohum vermemekte, bu nedenle bol tohum yıllarında tohumların toplanıp uygun koşullarda saklanıp gerekli olduğu zamanlarda kullanılabilmesi bir zorunluluktur. Bu yüzden tohumların toplanıp yangın sonrası, yıllık yapılacak ağaçlandırma çalışmaları ve fidanlıklarda kullanmak için hazır bulundurulması gerekir. Bu çalışmada kullanılan tohumlar 2005 yılında toplanmış ve hava kurusu hale geldikten sonra %8,3 nem değerinde kapalı kaplarda buzdolabında saklanmıştır (Çetin, 2010). Farklı yükselti ve bölgelerden toplanan ve 19 yıl saklanan bu kızılçam tohumları sera ortamına ekilmiş ve saklamanın fidan çıkma hızı yüzdesi ile fidan (çimlenme) yüzdesine etkisi araştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırmada kullanılan tohumlar 2005 yılı temmuz ayında yaklaşık birbirine 200 km uzaklıkta Mersin ve Anamur olmak üzere iki farklı kesitten toplanmıştır. Tohumlar her iki kesitten olmak üzere 0-400 m, 400-800 m, 800-1200 m ve 1200 m üstü 4 farklı yükselti basamaklarından en az 25 yaşında, düzgün gövde ve bol kozalak tutmuş bireylerden elde edilmiştir. Toplanan kozalaklar düz bir zemine serilmiş ve güneşten faydalanılarak karpellerin açılması ve tohumların kozalaktan çıkması sağlanmıştır. Kozalaktan çıkarılan tohumlar karpel, kanat vb. maddelerden temizlenmiş ve hava kurusu hale gelinceye kadar düz bir zemine serilmiştir. Hava kurusu hale gelen tohumlar kapalı kavanozlara konulmuş ve 19 yıl boyunca +2 ile +4 °C sıcaklıkta buzdolabında saklanmıştır.

Saklanan bu tohumların ekimleri, Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi'ne ait tam otomatik sera ortamında yerden 1 m yükseklikte, 1 m genişlikte ve 6 m uzunluktaki

tezgâhlara yerleştirilen 9x5=45'lik bileşik kaplar (viyoller)'da yapılmıştır. Tohumların ekildikleri ortamda uygun çimlenebilmesi ve çimlenme sonrası fidecikleri toprak yüzeyine kolay çıkabilmesi için, iyi bir çimlenme, havalanma ve yüksek su tutma kapasitesine sahip bir ortama sahip olmalıdır. Bu araştırmada da bitki üretimde sıklıkla kullanılan torf (%75) + perlit (%25)'den oluşan karışım kullanılmıştır. Dikim öncesinde torf ve perlitten oluşan ortam iyice karıştırılarak homojen bir karışım elde edilmiş ve ortamlar kaplara doldurulmuştur (Şekil 1).

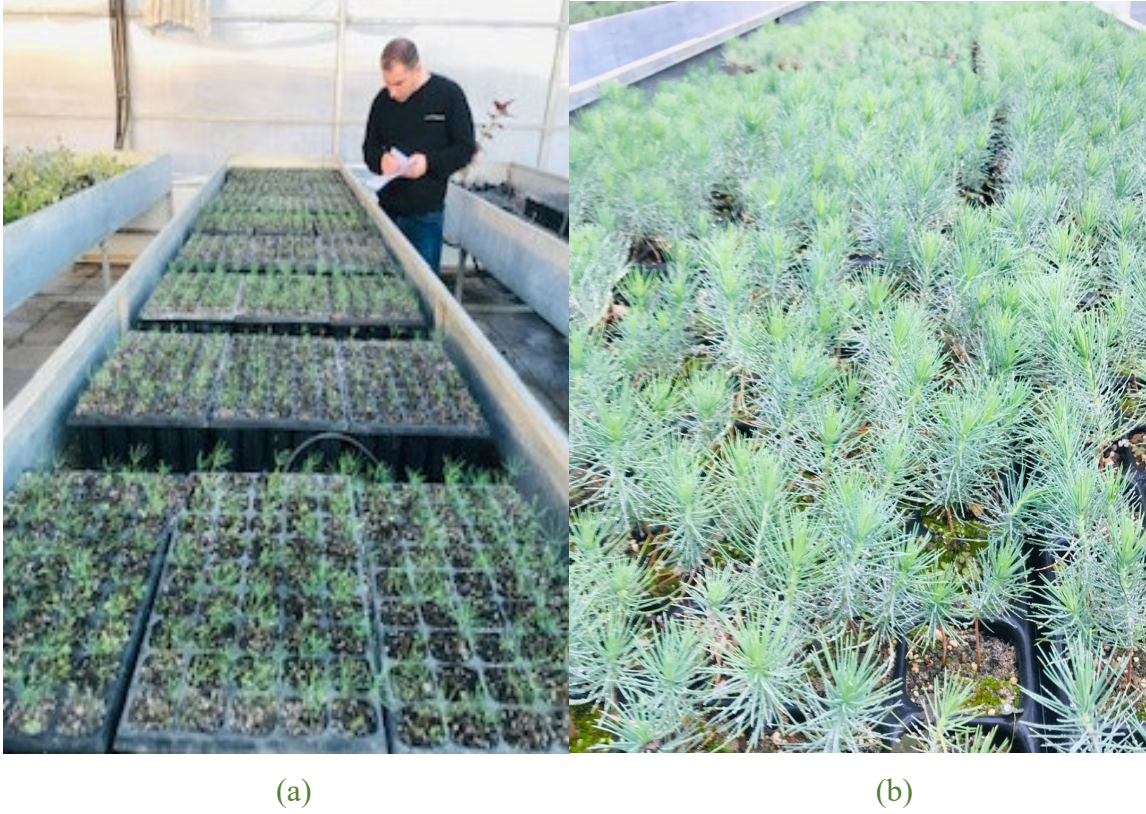


Şekil 1. Ekim yapılan kaplar (a) ve 6 hafta sonra çıkan fideler (b).

Tohumlar ekilmeden önce suda bir gün bekletilmiş ve su yüzeyine çıkan boş tohumlar atıldıktan sonra ekim işlemleri 15 Kasım 2023 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Ekimlerde 9x5=45'lik kaplar kullanılmış ve her kaba 3 adet tohum ekilmiştir. Araştırmada 2 kesit (Anamur ve Mersin) x 4 yükselti basamağı (0-400, 400-800, 800-1200 ve 1200 m üstü) x 3 tekrar x 45 kap x 3 tohum = 3240 adet tohum kullanılmıştır.

Araştırma süresi boyunca serada ısıtma ve soğutma tam otomatik olup sera iç sıcaklığı 15 °C'nin altına düştüğünde ısıtma, 25 °C'nin üzerine çıktığında soğutma sistemleri devreye girmiştir. Seranın soğutulması sisleme ve fanlar ile sağlanmıştır. Yine düzenli olarak sulama, ot alma, mantar ve böcek zararına karşı ilaçlama işlemleri yapılmıştır. Çalışma süresi boyunca ekimler düzenli olarak kontrol edilmiş ve ilk çıkma işleminden itibaren çıkan

fidanlar iki haftada bir sayılmış ve veriler ilgili kesit ve yükselti basamaklarına kaydedilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Çıkan fidanların kaydedilmesi (a) ve araştırma sonu fidanların görüntüsü (b).

İlk çıkan 4. hafta verileri ile 14. hafta verilerinden fidan çıkma hızı, fidan çıkışlarının sabitlendiği ve son sayımların yapıldığı 16 hafta sonundaki verilerden de fidan yüzdesi hesaplanmıştır. Çalışma sonunda tüm popülasyonlarda için Fidan Çıkış Hızı Yüzdesi ve Fidan Yüzdesi şu formül yardımıyla yüzde (%) olarak hesaplanmıştır (Bewley ve Black, 1994).

$$\text{ÇY}(\%) = \frac{\sum n_i}{N} \times 100$$

ÇY (%) : Fidan yüzdesi
 n_i : i. haftadaki çıkan fidecik sayısı
 N : Toplam ekilen tohum sayısı

Saklanan kızılçam tohumlarının kesit (yöre) ve yükseklik basamaklarına göre fidan çıkma hızı yüzdesi ve fidan yüzdesindeki değişimleri iki yönlü varyans analizi ile test edilmiştir ($P < 0.05$). Varyans analiz sonucunda ortalamaların karşılaştırılması ise Tukey testi ile yapılmıştır. Analiz öncesi elde edilen verilerine Arcsin dönüşümleri uygulanmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde SPSS istatistik programının 21. versiyonu kullanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

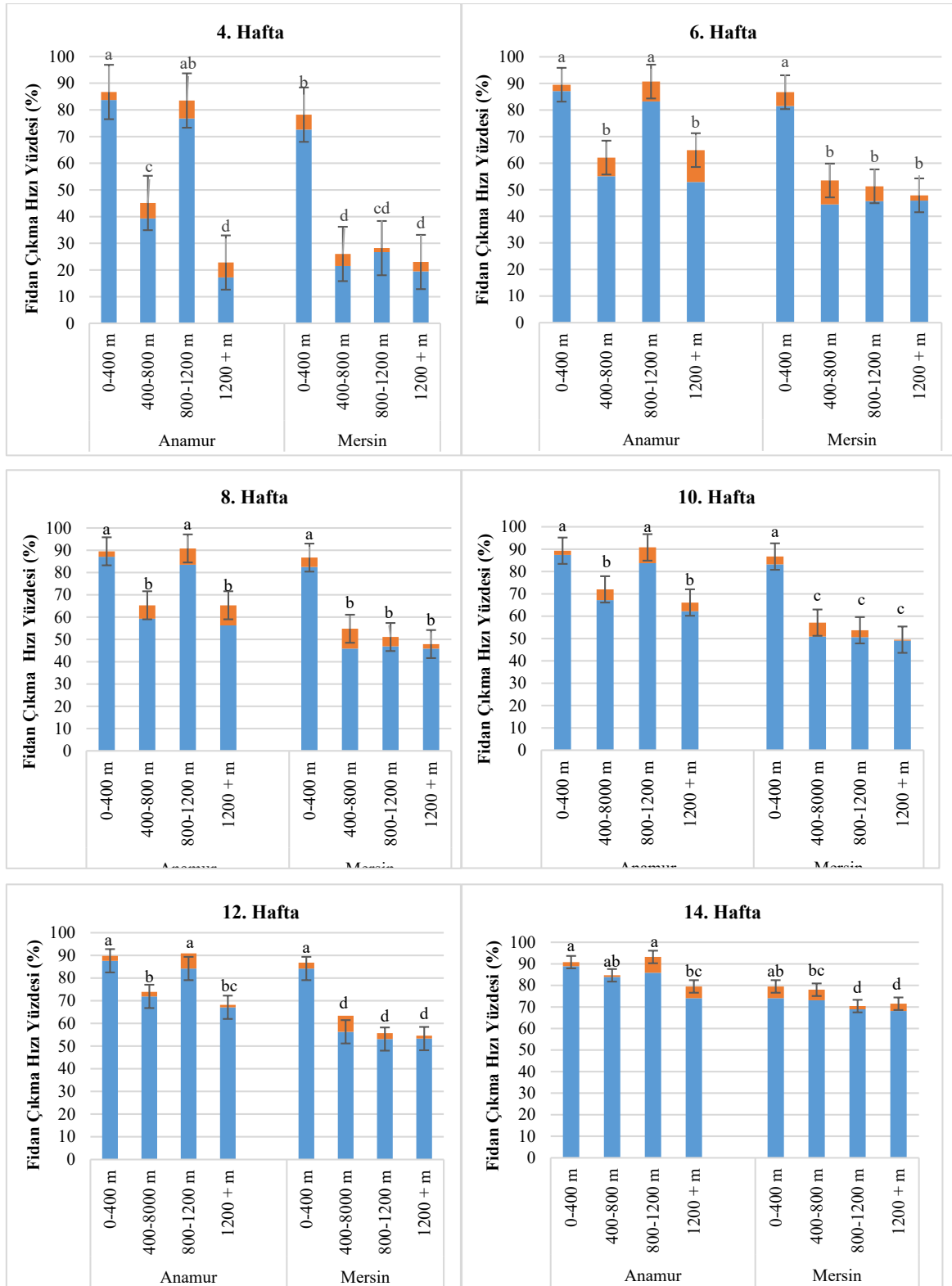
3.1. Fidan çıkma hızı

Tohumlar ekildikten sonra ilk çimlenmeler üçüncü haftada başlamıştır. Ancak ibreler toprak yüzeyine tamamen 4. haftada çıktığı için ilk fidan çıkma sayıları bu tarihte kaydedilmeye başlamıştır. Tüm sayım yapılan haftalarda (4, 6, 8, 10, 12 ve 14. hafta) fidan çıkma hızları bakımından, kesit, yükselti ve *kesit x yükselti* etkileşiminde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. *Kesit x yükselti* etkileşimlerine uygulan Tukey testi sonucunda fidan çıkma hızı ortalamaları bakımından farklılıklar olmuştur ($P < 0.05$; Şekil 3).

4. haftada en hızlı fidan %83,7 ile Anamur kesitinin 0-400 m yükselti kuşağında olurken, en yavaş fidan çıkma %20 civarlarında Anamur 1200 m üstü, Mersin 400-800 ve 1200 m üstü yükselti kuşaklarında olmuştur. Bu değer Anamur 0-400 m kuşağındaki değerinden dörtte birinden ($1/4$) daha düşüktür (Şekil 3). Nitekim Özdemir (1977) düşük yükseltilerde çimlenmenin daha erken ve daha yükseklerde ise daha geç tamamlandığını belirtmiştir. Bunun sebeplerinden birinin ise yüksek kesimlere çıkıldıkça havanın soğuması ve gerekli koşulların daha geç sağlanmış olmasıdır. Bunun yanında yüksek rakımlardan elde edilen tohumlarda çimlenme engelini daha fazla olması ve zaman ilerledikçe çimlenme engelini kalkması ve bundan dolayı daha geç fidan çıkma hızına ulaşması söylenebilir (Işık, 1980).

6 ve 8. hafta fidan çıkma hızları ise birbirine paralel ilerlemiş olup en yüksek fidan çıkma hızı Anamur 0-400 ve 800-1200 m ile Mersin'in 0-400 m yükselti kuşaklarında %82-87 arasında olmuştur. Diğer kesit ve yükselti kuşaklarında %45-60 arasında fidan çıkma yüzdeleri elde edilmiştir. 10. ve 12. hafta değerleri de önceki haftalara paralel bir seyir izlemiş, en düşük fidan çıkma hızı yaklaşık %50 ile Mersin'in 400 m üstü yükselti kuşaklarında olmuştur (Şekil 3).

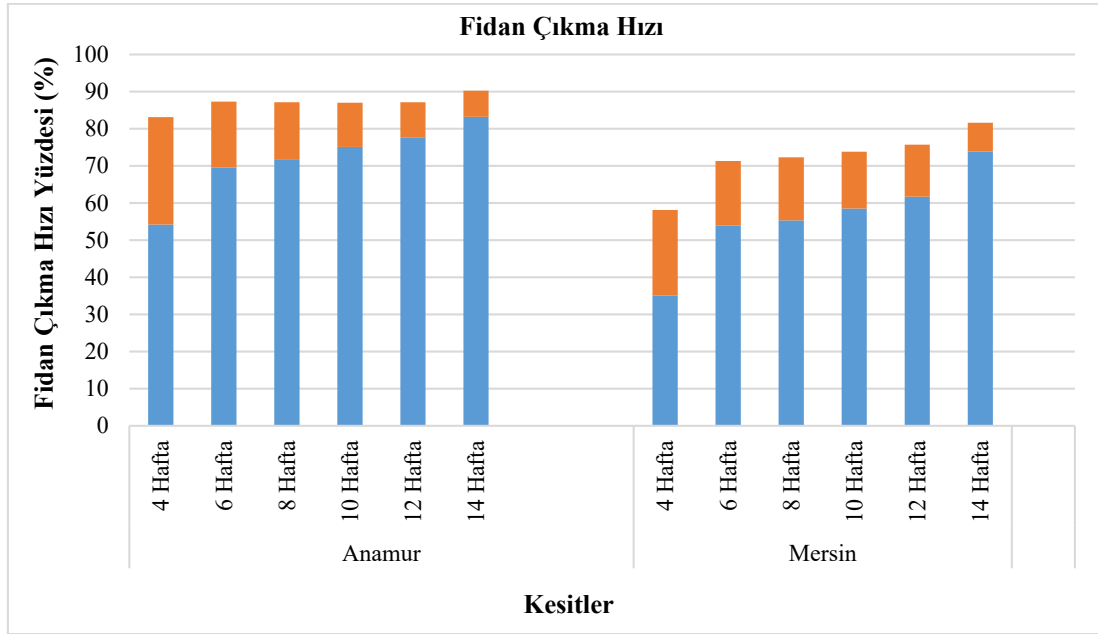
En son fidan çıkma hızı 14. haftada hesaplanmış ve en yüksek fidan çıkma hızı Anamur kesitinin ilk üç yükselti kuşağında olmuş ve bu değer %84-89 arasındadır. Diğer yükselti kuşaklarında ise %68-74 arasında ve daha düşük fidan çıkma hızı elde edilmiştir. Kesitler bazında karşılaştırıldığında genel olarak Anamur kesitinden toplanan tohumların fidan çıkma hızları Mersin kesitinden toplanan tohumlara göre daha yüksek olmuştur. Kesit ve yükseltiler arasında ilk haftalarda fidan çıkma hızları arasında fark fazla iken, zaman ilerledikçe bu fark azalmıştır (Şekil 3).



Aynı harfle gösterilen sütunların değerleri istatistiki açıdan benzerdir. Grafikte mavi renk fidan çıkma hızı yüzdesini, turuncu renk standart sapmayı, barlar ise standart hatayı göstermektedir.

Şekil 3. Farklı kesit ve yükselti basamaklarına göre on dokuz yıl saklanan kızılcım tohumlarının fidan çıkış hızları.

Fidan çıkma hızları bakımında kesitler haftalara göre kıyaslandığında Anamur kesitinde ilk 4. haftada %54,2 fidan elde edilirken, Mersin kesitinde bu değer %35,1'de kalmıştır. Bu durum, tohum kaynaklı çimlenme engelinden kaynaklanıyor olabilir. Haftalar ilerledikçe kesitler arasında buna paralel oranda artışlar olmuş, fakat 14. hafta sonunda bu fark azalmıştır. Genel olarak Anamur kesitinde Mersin kesitine göre daha hızlı ve yüksek oranda fidan çıkma değerleri elde edilmiştir (Şekil 4).



Grafikte mavi renk fidan çıkma hızı yüzdesini, turuncu renk standart sapmayı göstermektedir.

Şekil 4. Kesitlerde fidan çıkma hızlarının zamansal değişimi.

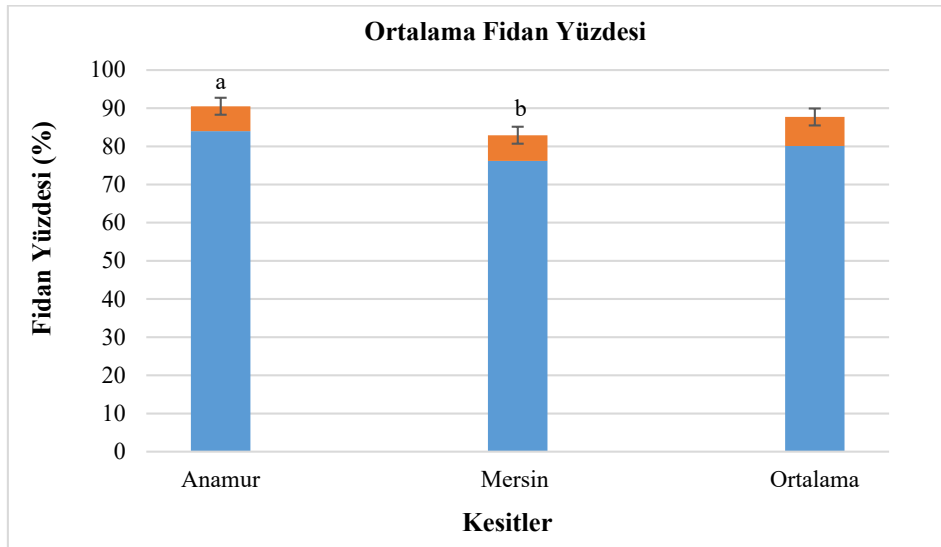
Mersin tohumlarının tamamının çimlenebilmesi için Anamur tohumlarından daha fazla bir süreye ihtiyaç duyduğundan bahsetmek mümkündür. Bu durumu açıklayan terim olarak ise tohumdan kaynaklı çimlenme engeli olabilir. Çimlenme engeli (dormansi) bir bitkinin neslini devam ettirebilmesi için içinde bulunduğu çevresel ve genetik faktörlere göre kendini adapte ederek tohumun çimlenme zamanını kontrol eden bir mekanizmadır. Bu mekanizma, tohumun hayatta kalabileceği gerekli koşullar oluşmadan çimlenmesini engelleyerek neslinin devamını sağlar (Boyras ve ark., 2019). Arazide tohumların toplandığı orijinlerin ve yükselti kuşaklarının farklılıkları çimlenme hızını etkilemekte ve çevresel şartların farklı olması tohumda çimlenme engeline neden olabilmektedir. Anamur bölgesi tohumlarının daha erken çimlenmesinin sebebi olarak ise bu bölgenin konumsal olarak Mersin bölgesine göre daha güney enlemde yer alması gösterilebilir. Yine türle yapılan bir başka çalışmada 0-200 m ve 800-1000 m yükseltilerden toplanan tohumlar çimlendirilmiş ve alt yükselti kuşağındaki tohumlarının çimlenme hızları yaklaşık 1,5 kat daha fazla olduğu

bulunmuştur (Çetin, 2023). Yükselti basamakları bakımından incelendiğinde ise alçak rakımlarda çimlenmenin daha erken gerçekleşmesinin beklenen bir durum olduğundan bahsedilebilir. Bu durumda yüksek rakımlarda bulunan ağaçlardan toplanmış olan tohumların alçak rakımlarda toplananlara nazaran daha fazla tohum çimlenme engeline sahip olduğu hem bu çalışma sonuçlarında hem de Çetin (2010; 2024) aynı tohumlarla yapılan çimlendirme çalışmalarında görülmektedir.

3.2. Fidan yüzdesi

Kesit ve yükselti basamağı faktörleri ile *kesit x yükselti* etkileşiminin fidan yüzdesine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Kesitler bakımından, Anamur kesitinde ortalama %84,0 fidan elde edilirken, Mersin kesitinde ise %76,2 ile daha düşük fidan elde edilmiştir (Şekil 5).

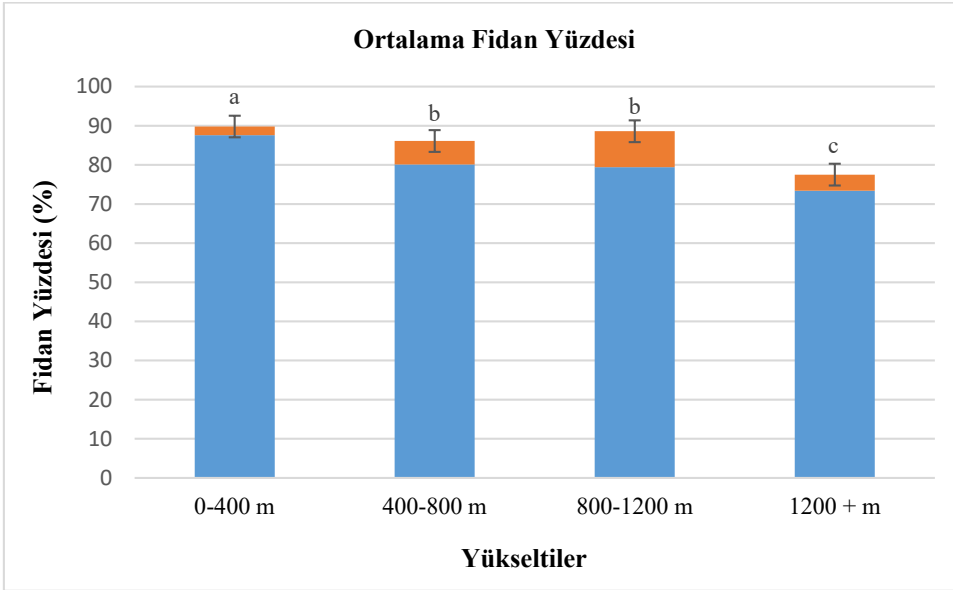


Aynı harfle gösterilen sütunların değerleri istatistiki açıdan benzerdir. Grafikte mavi renk fidan çıkma hızı yüzdesini, turuncu renk standart sapmayı, barlar ise standart hatayı göstermektedir.

Şekil 5. On dokuz yıl saklanan kızılçam tohumlarının toplandığı kesitlerin fidan yüzdesine etkisi.

Yükselti basamakları bakımından değerlendirildiğinde en yüksek fidan yüzdesi %87,6 ile 0-400 m yükselti kuşağında elde edilmiştir. 400-800 ve 800-1200 m yükselti kuşağında istatistiki olarak fark çıkmamış ve %80 fidan elde edilmiştir. En az (%73,4) fidan yüzdesi 1200 m üstü yükselti kuşağında olmuştur. Genel olarak yükselti arttıkça fidan yüzdesi azalmıştır (Şekil 6). Kızılçamda tohumlarının çimlenme yüzdesi yükseltiye, bakıya ve ön işlem görüp görmemesi gibi faktörlere göre değişiklikler gösterebilmektedir (Ürgeç ve ark., 1989; Skordilis ve Thanos 1995, Çetin, 2010). Skordilis ve Thanos (1995) üç farklı

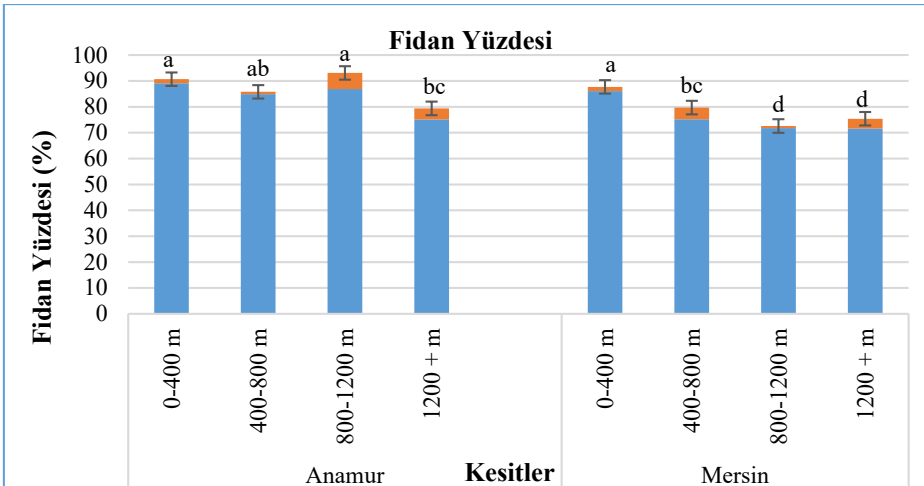
enleminden topladıkları kızılçam tohumlarını çimlendirmiş, kuzey orijinli tohumlarda diğer orijine göre düşük çimlenmeler olduğunu tespit etmiştir.



Aynı harfle gösterilen sütunların değerleri istatistiki açıdan benzerdir. Grafikte mavi renk fidan çıkma hızı yüzdesini, turuncu renk standart sapmayı, barlar ise standart hatayı göstermektedir.

Şekil 6. On dokuz yıl saklanan kızılçam tohumlarının toplandığı yükselti basamaklarını fidan yüzdesine etkisi.

Kesit x yükselti etkileşimine göre, Anamur'un ilk üç yükselti kuşağında %85-89 arasında fidan elde edilirken, 1200 m üstü yükselti kuşağında ise %75,1 fidan elde edilmiştir. Mersin kesitinde ise 0-400 m yükselti kuşağında %86,1 iken diğer yükselti kuşaklarında ise %72-75 arasında fidan elde edilmiştir (Şekil 7).



Aynı harfle gösterilen sütunların değerleri istatistiki açıdan benzerdir. Grafikte mavi renk fidan çıkma hızı yüzdesini, turuncu renk standart sapmayı, barlar ise standart hatayı göstermektedir.

Şekil 7. On dokuz yıl saklanan kızılçam tohumlarının toplandığı kesit ve yükselti basamaklarının fidan yüzdesine etkisi.

Türün farklı yükselti ve orijinlerinden toplanan ve çimlenme yüzdesini belirlemek için yapılan daha önceki çalışmalarda da (Çetin, 2010; Çetin, 2024) bu sonuçlara paralel sonuçlar elde edilmiştir. On dokuz yılın sonunda bile bazı orijinlerin farklı yükselti kademelerinde çimlenme yüzdeleri başlangıçtaki çimlenme yüzdelerini korumuştur. Yine türle yapılan bir başka çalışmada ve 0-200 m ve 800-1000 m yükseltilerden toplanan tohumlar çimlendirilmiş ve alt rakım tohumlarının çimlenme yüzdesi üst rakımlardan biraz fazla olmuştur. Bu durum da üst yükseltiden toplanan tohumların çimlenme engelini olduğunu göstermektedir (Çetin, 2023).

Ortalama olarak bakıldığında Anamur'da %80'in, Mersin'de % 70'in üzerinde bir fidan yüzdesinin elde edildiği görülmektedir. Tohumun toplandığı yükselti kuşakları, orijinleri ve toplandıktan sonra gerekli saklama koşulları sağlandığında 19 yıl sonrasında dahi yüksek çimlenme yüzdeleri elde edilebilecektir. Nitekim kızılçam gibi hızlı büyüyen ve ülkede geniş bir yayılışa sahip bir tür için bu sonuçlar büyük yangınlardan sonra sahanın yeniden ağaçlandırmasında bu tohumların kullanılabilir olması ormancılık açısından önemli bir sonuç olmuştur.

Türün tohumlarının saklanması ile ilgili Ürgenç ve Odabaşı (1971) topladıkları kızılçam kozalaklarını 7 yıl oda sıcaklığında kozalağı açılmadan saklandıktan sonra çimlendirdiklerinde çimlenmelerde biraz düşüşler olmuştur. Ancak düşük sıcaklıkta saklanan tohumların çimlendirmelerinde düşüş olmamıştır. Bu da kızılçam tohumlarında saklama sıcaklığının saklama süresini doğrudan etkilediğini göstermektedir. Yine 5 farklı orijinlerden toplanan ve +2 ile +4 derecede soğuk hava deposunda 4 ile 23 yıl arası sürede saklanan kızılçam tohumları çimlendirilmiş. Tüm orijin ve saklama yılları ele alındığında kızılçam tohumlarında ortalama %76,0 çimlenme tespit edilmiştir. Tüm bu veriler birlikte değerlendirildiğinde kızılçam türü tohumlarının uygun koşullar altında uzun süre saklanabileceği kanısına varılmıştır (Dicle, 2022). Bir başka çalışmada oda sıcaklığında kısa süreli saklamada *Pinus gerardiana* tohumları 12 ay sonunda tohum canlılığının düştüğü belirlenmiştir (Malik ve Shamet, 2009). Tohumları oda sıcaklığında saklanan yani düşük sıcaklıklarda saklanmayan tohumlarda bozulma, canlılık kaybı ve bunun sonucunda düşük oranda çimlenmelerin meydana geldiği ortaya konulmuştur (Nasreen ve ark., 2004). Diğer çam türlerinde olduğu gibi kızılçamda da tohum saklama sıcaklığının çok önemli olduğu görülmektedir.

Bir başka çam türü olan *Pinus nigra*'da yeni toplanan tohumlarda %99 olan çimlenme yüzdesi, 4-7 °C'de 10 yıl saklandıktan sonra tekrar çimlendirilmiş ve %91 çimlenme elde

edilmiştir (Ürgeç, 1973). Yine *Pinus nigra* ile ilgili çalışmada 10 yıllık saklanan tohumların çimlenmeleri %96'dan %58'e düştüğünü ve bu düşüşün nedeninin tohumun saklama neminden kaynakladığı tespit etmiştir (Temel ve ark., 2011). Atay ve ark., (1970) karaçam ve sarıçam 4-5 °C sıcaklıkta ve yaklaşık %8 nem içeriğinde 8 yıllık saklama sonucunda karaçamda, başlangıçtaki çimlenme oranı değişmemiş, ancak sarıçamda saklama sonunda çimlenmeler yarıya düşmüştür. Başka bir çalışmada sarıçam tohumları 2 °C'de ve -18 °C'de yaklaşık 10 yıl saklama sonrası çimlenme oranı 2 °C'de ilk çimlenmelere göre %20 azalırken, -18 °C'de %15 azalmıştır (Hilli ve ark., 2003). *Pinus elliotii*, *Pinus patula*, *Pinus radiata* ve *Pinus taeda* tohumları oda sıcaklığında, 2-3 °C'de ve -16 °C'de 25 yıl saklandıktan sonra *Pinus radiata* tohumu hariç diğer üç türün tohumları 10 yıl sonra hala ortalama %65 çimlenme yüzdesi elde etmiştir. 25 yıl boyunca -16 °C'de saklanan dört türün tohumlarından fidan elde etmede bir sorun yaşanmadığı bildirilmektedir (Donald ve Jacobs, 1990).

Gerek bu çalışma sonuçları gerekse diğer çam türlerinin tohumlarının saklama sonrası fidan (çimlenme) oranlarına bakıldığında tohumların toplandığı bölge, yükseklik, saklama sıcaklığı, tohum nemi tohumların saklama süresini doğrudan etkilemekte ve çimlenme ve fidan yüzdelerinde farklılıklar gösterebilmektedir.

4. Sonuç

Kızılçam Akdeniz ekosisteminin bir ağacıdır ve sürekli yangına maruz kalmaktadır. Dolayısıyla yangın sonrası bu alanların kısa sürede ağaçlandırılabilmesi için hazırda tohuma ihtiyaç vardır. Bu da bol tohum yılında türün tohumlarının toplanıp uygun saklama koşullarında saklamakla mümkün olabilir. Bu çalışmada farklı orijin ve yükseltilerden toplanan ve saklanan kızılçam tohumları seraya ekilmiş ve fidan performansları dolayısıyla tohumların saklanabilirliği ortaya konmaya çalışılmıştır. Çalışma sonucunda kızılçamın fidan çıkma hızı ve fidan yüzdesi araştırılmış, kesit ve yükseltiler arasında önemli farklar bulunmuştur.

Kızılçam tohumlarının 19 yıl saklanması sonucunda en az %72 ve üstü fidan yüzdesi elde edilmiştir. Kızılçam tohumlarında genel olarak alçak rakımların fidan yüzdesi, yüksek rakımlara göre daha fazladır. Saklama sonrası fidan yüzdesi ve fidan çıkma hızlarında farklılıklar olsa da, çimlenme yüzdesi ve fidan yüzdesinde bu fark 16. haftada kapanmakta ya da azalmakta ve saklama öncesine yakın çimlenmeler elde edilebilmektedir. Bu da türün tohumlarının uygun koşullarda saklanması durumunda uzun

süre canlılığını koruyabileceğini ve gerekli durumlarda (fidanlıklarda, ağaçlandırmalarda ve özellikle de büyük yangınlar sonrası) sorunsuzca kullanılabilirliğini göstermektedir.

Kaynakça

- Allen, G. S. (1957). Storage behavior of conifer seeds in sealed containers held at 0°F, 32°F and room temperature. *Journal of Forestry*, 55, 278-281.
- Anonim, (2021). Orman Genel Müdürlüğü Resmi Ormancılık İstatistikleri, Ankara.
- Atay, İ., Ürgenç, S., ve Odabaşı T. (1970). Karaçam, Sarıçam ve Doğu Ladini tohumlarının 8 yıllık saklama deneme sonuçları, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri A*, 20 (2), 68-80.
- Bewley, J. D. ve Black, M. (1994). Dormancy and the control of germination. *Seeds: physiology of development and germination*, 199-271.
- Bonner, F. T. (2008). Storage of Seeds, p. 85-87. In: Bonner FT, Karrfalt RP (Eds.). The Woody Plant Seed Manual. Agriculture Hand Book 727, USDA Forest Service.
- Boydak, M., Dirik, H. ve Çalikoğlu, M. (2006), Kızıldağın (Pinus brutia Ten.) Biyolojisi ve Silvikültürü, OGEM-Vakfı Yayınları, 364 s. Ankara.
- Boyraz, M., Korkmaz, H. ve Durmaz, A., (2019). Tohumda Dormansi ve Çimlenme. *Black Sea Journal of Engineering and Science* 2(3), 92-105.
- Çetin, B. (2010). “Mersin Yöresinde Kızıldağın (Pinus brutia Ten.) Kozalak ve Tohumuna Ait Bazı Özelliklerin Yükseltiye Bağlı Değişimi” Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 185 s. İstanbul.
- Çetin, B. (2023). The effect of altitude and closed cone (seed) age on germination in red pine (Pinus brutia Ten.). *Sumarski List*, 3-4(147), 129-135.
- Çetin, B. (2024). The Effect of Storage Time on Germination of Turkish Pine (Pinus brutia Ten.) Seeds, *Sumarski List*, 1-2 (148), 49–58.
- Dicle, B. (2022). “Kızıldağın (Pinus brutia Ten.) Tohumlarında Uzun Dönem Saklamanın Çimlenme Üzerine Etkileri” Yüksek Lisans Tezi. Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü 50 s. Çankırı.
- Donald D. G. M. ve Jacobs C. B. (1990). The effect of storage time, temperature and container on the viability of the seed of four pine species. *South African Forestry Journal*, 154(1), 41-46.

- Göktürk, A., Solhan, İ., Temel, F. ve Ölmez, Z. (2019). Saklama Süresinin Doğu Ladini (*Picea orientalis* L.) Tohumlarının Çimlenme Yüzdesi ve Hızı Üzerine Etkisi, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*. 21(1), 182-190.
- Hilli, A., Tillman-Sutela, E. ve Kauppi., A. (2003). Germination of pretreated Scots pine seeds after long-term storage, *Canadian Journal of Forest Research*, 33(1), 47-53.
- Işık, K. (1980). Kızılçamda (*Pinus brutia* Ten.) populasyonlar arası ve ve populasyon içi genetik çeşitliliğin araştırılması, Tohum ve Fidan karakterleri, ODTÜ Biyoloji Bölümü, Doçentlik Tezi, 149 s., Ankara.
- Malik, A. R. ve Shamet G. S. (2009). Storage of *Pinus gerardiana* seeds: biochemical changes and its applicability as vigour test. *Research Journal of Seed Science*, 2009.
- Nasreen, S., Khan, B. R. ve Mohmad, A. S. (2004). The effect of storage temperature, storage period and seedmoisture content on seed viability of soya bean, *Pakistan Journal of Biological Science*,. 3(12).
- OGM (Orman Genel Müdürlüğü), (2022). <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler>. (Erişim Tarihi: 09.06.2024).
- Özdemir, T. (1977). Antalya bölgesinde kızılçam (*Pinus brutia*. Ten.) tabii gençleştirme olanakları üzerine araştırmalar, *İstanbul.Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, A27,(2), 239-293.
- Pradhan B. K. ve Badola, H. K. (2012). Effects of microhabitat, light and temperature on seed germination of a critically endangered Himalayan medicinal herb, *Swertia chirayita*: Conservation implications. *Plant Biosystems* 146(2), 345-351.
- Saatçioğlu, F. (1971). Orman Ağacı Tohumları, 3. Baskı, İ.U. Yayın No:1649, Orman Fakültesi Yayın No:173, İstanbul, 242 .
- Skordilis, A. ve Thanos, C. A. (1995). Seed stratification and germination strategy in the Mediterranean pines *Pinus brutia* and *Pinus halepensis*, *Seed Science Research*, 5, 151-160.
- Temel, F., Gülcü, S., Ölmez, Z., ve Göktürk, A. (2011). Germination of Anatolian Black Pine (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) Seeds from the Lakes Region of Turkey: Geographic Variation and Effect of Storage, *Not Bot Hort Agrobot Cluj*, 39(1), 267-274.
- Ürgenç, S. ve Odabaşı, T. (1971). Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) tohumlarının uzun süreli (7 yıl) kozalak içinde saklanması ve diğer saklama metotlarıyla mukayeseli sonuçları, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, A21(2), 82-93.

- Ürgeç, S. (1973). Cold storage test for 10 years on *Pinus nigra* var. *caramanica* and *Pinus brutia* Ten seeds. Proc International Symposium on Seed Processing-Seed Problems, Bergen, Norway. International Union of Forestry Research Organizations. Volume I, Paper No:18.
- Ürgeç, S. (1977). Antalya yöresi alçak ve yüksek kademe kızılçam ormanlarında tohum veriminin değişimi (5 yıllık araştırma sonuçları), *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A27(2), 80-114.
- Ürgeç, S., Boydak, M., Özdemir, T., Ceylan, B. ve Eler, Ü. (1989). Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) meşçerelerinde aralama ve hazırlama kesimlerinin tepe gelişimi ve tohum hasılatına etkileri üzerine araştırmalar, *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Teknik Bülten No. 210, 69 s.
- Yahyaoglu, Z. ve Ölmez, Z. (2003). Tohum Teknolojisi ve Fidanlık Tekniği Ders Notu, Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Yayın No: 2, Artvin, 114 s.