

**19 YIL SAKLAMANIN KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.)
TOHUMLARININ ÇİMLENMESİNE ETKİSİ**

İLYAS ÖZTÜRK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
DOÇ. DR. BİLAL ÇETİN**

DÜZCE, 2024

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

19 YIL SAKLAMANNIN KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.)
TOHUMLARININ ÇİMLENMESİNE ETKİSİ

İlyas ÖZTÜRK tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Düzce Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Bilal ÇETİN

Düzce Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Bilal ÇETİN

Düzce Üniversitesi

Prof. Dr. Servet ÇALIŞKAN
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Doç. Dr. Ali Kemal ÖZBAYRAM
Düzce Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 22/07/2024

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

22 Temmuz 2024

İlyas ÖZTÜRK

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans öğrenimimde ve bu tezin hazırlanmasında gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı değerli hocam Doç. Dr. Bilal ÇETİN'e en içten dileklerle teşekkür ederim.

Tezin istatistikî analizlerinde yardımcı değerli hocam Doç. Dr. Ali Kemal ÖZBAYRAM'a ve jüri üyesi olarak tezin geliştirilmesine katkıda bulunan değerli hocam Prof. Dr. Servet ÇALIŞKAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili eşim Yıldız BAHÇECİ ÖZTÜRK'e ve değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

22 Temmuz 2024

İlyas ÖZTÜRK

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÇİZELGE LİSTESİ	vii
HARİTA LİSTESİ	viii
ÖZET	ix
ABSTRACT	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.2. LİTERATÜR TARAMASI	5
2. MATERYAL VE YÖNTEM	9
2.1. MATERYAL	9
2.2. YÖNTEM.....	10
2.2.1. Laboratuvar Ortamında Çimlendirme	10
2.2.2. Sera Ortamında Ekim.....	12
2.2.3. İstatistiki Analiz	14
3. BULGULAR.....	16
3.1. LABORATUVAR ORTAMINDA ÇİMLENDİRME.....	16
3.1.1. Çimlenme Hızı	16
3.1.1.1. Onuncu Gün Çimlenme Hızı	16
3.1.1.2. On Dördüncü Gün Çimlenme Hızı	19
3.1.2. Çimlenme Yüzdesi.....	22
3.2. SERA ORTAMINDA ÇİMLENDİRME.....	26
3.2.1. Fidan Çıkma Hızı ve Fidan Yüzdesi.....	26
3.2.1.1. Çıkma Hızı	26
3.2.1.2. Fidan Yüzdesi.....	29
4. TARTIŞMA.....	32
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	36
6. KAYNAKLAR	37
ÖZGEÇMİŞ.....	42

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Tohumların petri kaplarına yerleştirilmesi (Foto: İ. Öztürk).	11
Şekil 2.2. Petri kabında çimlenmeye başlamış kıvılcım tohumları (Foto: İ. Öztürk).	11
Şekil 2.3. Ekim yapılan kaplar.	13
Şekil 2.4. 6 hafta sonra çıkan fideler.	13
Şekil 2.5. Çıkan fidanların kaydedilmesi.	14
Şekil 2.6. Araştırma sonu fidanların görüntüsü.	14
Şekil 3.1. Kıvılcım tohumlarında yükselti basamaklarına göre onuncu gün onun çimlenme hızı grafiği.	16
Şekil 3.2. Kıvılcım tohumlarının saklama öncesi ve saklama sonrası onuncu gün çimlenme hızı grafiği.	17
Şekil 3.3. Kesitlere göre on dördüncü gün çimlenme hızı grafiği.	17
Şekil 3.4. Saklama öncesi ve sonrası tohum toplanan kesitlerde onuncu gün çimlenme hızları.	18
Şekil 3.5. Saklama öncesi ve sonrası tohum toplanan yükselti kuşaklarında onuncu gün çimlenme hızları.	18
Şekil 3.6. Kesit ve yükseltiye göre onuncu gün çimlenme hızları.	19
Şekil 3.7. Kıvılcım tohumlarında yükselti basamaklarına göre ondördüncü gün onun çimlenme hızı grafiği.	20
Şekil 3.8. Kıvılcım tohumlarının saklama öncesi ve saklama sonrası on dördüncü gün çimlenme hızı grafiği.	20
Şekil 3.9. Kesitlere göre on dördüncü gün çimlenme hızı grafiği.	21
Şekil 3.10. Kesit ve yükseltiye göre on dördüncü gün çimlenme hızları.	22
Şekil 3.11. Yükselti basamaklarına göre çimlenme yüzdesi grafiği.	22
Şekil 3.12. Saklama öncesi ve sonrası çimlenme yüzdesi değişimi.	23
Şekil 3.13. Çimlenme yüzdesinin kesitlere göre değişimi.	24
Şekil 3.14. Saklama öncesi ve saklama sonrası yükseltiye göre çimlenme yüzdesindeki değişim.	25
Şekil 3.15. Çimlenme yüzdesinin kesit ve yükseltiye göre değişimi.	26
Şekil 3.16. 19 yıl saklanan kıvılcım tohumlarının kesit ve yükseltiye göre fidan çıkma hızı grafikleri.	28
Şekil 3.17. 19 yıl saklanan kıvılcım tohumlarında kesitlere göre fidanların çıkma hızı süreci.	29
Şekil 3.18. 19 yıl saklanan kıvılcım tohumlarında kesitlere göre ortalama fidan yüzdesi.	30
Şekil 3.19. 19 yıl saklanan kıvılcım tohumlarında yükselti basamaklarına göre fidan yüzdesi.	31
Şekil 3.20. 19 yıl saklanan kıvılcım tohumlarında kesit ve yükseltiye göre fidan yüzdesi.	31

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa No

Çizelge 2.1. Araştırmada kullanılan kızılçam tohum örneklerinin toplandığı orijinlere ait bilgiler.....	9
---	---



HARİTA LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Harita 1.1. <i>Pinus brutia</i> 'nın dünya üzerindeki yayılışı (Euforgen, 2008).....	3
Harita 2.1. Kızılçam tohumlarının toplandığı kesitlere ve yükseltilere ait genel bilgiler (Çetin, 2010).	10



ÖZET

19 YIL SAKLAMANNIN KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.) TOHUMLARININ ÇİMLENMESİNE ETKİSİ

İlyas ÖZTÜRK

Düzce Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Bilal ÇETİN

Temmuz 2024, 41 sayfa

Bu çalışmada 2005 yılında Anamur ve Mersin kesitlerinin farklı yükseltilerinden (0-400 m, 400-800 m, 800-1200 m ve 1200 m üstü) toplanan kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) tohumları 3 ± 1 °C'de 19 yıl saklanmıştır. Bu tohumlar saklama sonrası laboratuvarında çimlendirilmiş ve seraya ekilmiştir. Laboratuvardaki çimlenme sonrası tohumların çimlenme hızı ve yüzdesi, seraya ekimlerde de fidan çıkma hızı ve fidan yüzdesi hesaplanarak saklamanın etkisi araştırılmıştır. Çimlenme hızı ve yüzdesi ile fidan çıkma hızı ve yüzdesi verilerine yapılan varyans analizi sonucu önemli bulunmuş ve farklı gruplar ise Tukey testi ile belirlenmiştir ($p<0.05$). Onuncu gün saklama öncesi (2005 yılı) ortalama çimlenme hızı %11,4 iken, saklama sonrası (2024 yılında) oldukça düşmüş ve %3,4'de kalmıştır. Özellikle 1200 m üstü yükseltide düşüş daha fazla olmuştur. On dördüncü günde ise çimlenme hızları 2005 yılında %50 civarında iken 2024 yılında %25 civarlarında olmuş ve onuncu güne göre yükselti ve kesitler arası çimlenme hızları arasındaki fark azalmıştır. Çimlenme yüzdesi bakımından ise başlangıçtaki ortalama %69,7 olan değer saklama sonrası %66,7 olmuş bu değer de başlangıç çimlenmelerine yakındır. Saklama sonrası ilk üç yükselti kuşağında %88-66 arasında çimlenme olurken, her iki kesitte de 1200 m üstü yükselti kuşağında %46-43 arasında çimlenme olmuştur. Seraya yapılan ekimlerdeki fidan çıkma hızlarında 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 kapanmış en düşük rakımda bile %68 ve üstü olurken, en yüksek çıkma hızı %88,9 ile Anamur 0-400 m'de olmuştur. Genel olarak 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 saklandıktan sonra laboratuvarında 28. gün çimlendirme sonunda ortalama %66,7 çimlenme yüzdesi ve ekimlerde ise %72'den fazla fidan elde edildiğini göstermiştir. Araştırma sonucu kızılçam tohumlarının uygun koşullarda saklanırsa 19 yıl sonra ihtiyaç halinde ağaçlandırmalarda, fidanlıklarda ve özellikle büyük yangınlardan sonra güvenle kullanılabilceğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Çimlendirme hızı, çimlenme yüzdesi, fidan yüzdesi, *Pinus brutia* ve saklama süresi.

ABSTRACT

19 YEARS OF STORAGE EFFECT ON GERMINATION OF TURKISH PINE (*Pinus brutia* Ten.) SEEDS

Ilyas ÖZTÜRK

Duzce University

Institute of Postgraduate Education, Department of Forest Engineering

Master Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Bilal ÇETİN

July 2024, 41 pages

In the present study, Turkish pine (*Pinus brutia* Ten.) seeds collected from different elevations (0-400 m, 400-800 m, 800-1200 m and above 1200 m) from the Anamur and Mersin regions in 2005 were stored at 3 ± 1 °C for 19 years. After storage, seeds were germinated in the laboratory and sown in a greenhouse. The effect of storage was investigated by calculating the germination rate and percentage of germination of the seeds after germination in the laboratory and the emergence rate and percentage of seedlings in the greenhouse. The germination rate, percentage, emergence rate, and percentage were found to be significant by analysis of variance, and different groups were determined by Tukey's test ($p < 0.05$). Although the average germination rate was 11.4% before tenth day of storage (2005), it decreased considerably after storage (2024) and remained at 3.4%. This decrease was especially high at elevations above 1200 m. On the fourteenth day, while the germination rates were approximately 50% in 2005, they were approximately 25% in 2024, but the difference between the germination rates between elevation and regions decreased compared to the tenth day. In terms of germination percentage, the average value of 69.7% at the beginning was 66.7% after storage and this value was close to the initial germination. After storage, germination rates were 88-66% in the first three elevation zones, while germination rates were 46-43% in the elevation zone above 1200 m in both regions. In the seedling emergence rates of the greenhouse transplants, while the percentage of emergence above 1200 m was around 20% in the 4th week when the first emergence started, it was 73% and above at 0-400 m in both regions. However, this difference was close in the 14th week, and even at the lowest altitude, the emergence rate was 68% and above, whereas the highest emergence rate was 88.9% at Anamur 0-400 m. In general, when the region and elevations 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 after 19 years of storage of Turkish pine seeds, an average germination percentage of 66.7% and more than 72% of seedlings were obtained at the end of 28th day germination in the laboratory. The results of the research show that if Turkish pine seeds are stored under appropriate conditions, they can be safely used in afforestations, nurseries, and especially after large fires, if needed after 19 years.

Keywords: Germination rate, germination percentage, seedling percentage, *Pinus brutia* and storage period.

1. GİRİŞ

1.1. GENEL BİLGİLER

Dünyada artan nüfus ile üretim ve tüketim ihtiyaçları artmıştır. Artan nüfusa karşılık insanların ihtiyaçlarının karşılanması önem arz etmiş ve kısa zamanda sanayileşme ile bu ihtiyaçlar karşılanmaya çalışılmıştır. Sanayi ve diğer kimyasal maddelerin kullanılması dünyanın sera gazı dengesini bozarak küresel ısınmaya yol açmıştır. (Türkeş, 2021) Küresel ısınmayla birlikte ise dünyada iklim değişikliği ortaya çıkmaya başlamıştır. İklim değişikliğinin etkileri en yoğun olarak büyük orman yangınları ile baş göstermiştir. Yanan orman alanlarının yerine en kısa zamanda yeniden orman alanları tesis edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla hızlı gelişen türler en kısa zamanda yanan ormanları yeniden ormanlaştıracak ve sera gazı etkisini azaltmada yardımcı olacaktır. Hızlı gelişen türler içerisinde Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) yeniden ağaçlandırma alanlarında ve yanan orman alanlarını yeniden kurmada kullanılacak türler içerisinde yer alır. Bu tür ülkemizde yapılan ağaçlandırmadaki payı tüm ağaçlandırmaların %40'a yaklaşmıştır (Öztürk ve Deligöz, 2018).

Kızılçam ülkemiz ormancılığı için önemli bir türdür ve kapladığı 5,3 milyon hektar alan ile Türkiye'de en fazla yayılış yapan tür olup ülke ormanlarının yaklaşık %23'ünü oluşturmaktadır (OGM, 2022). Dünya üzerinde ise genel olarak Akdeniz havzasında yayılış yapmakta ve dolayısıyla Akdeniz ikliminin tipik bir ağacı olma özelliğini taşımaktadır. Dünyada Türk çamı olarak bilinen tür Türkiye'de Akdeniz, Ege, Marmara ve Karadeniz bölgelerinde doğal yayılış alanlarına sahiptir (Harita 1.1). Türkiye ormanlarında ağaç türleri arasında en fazla servete sahip olan kızılçam türüdür (OGM, 2022). Aynı zamanda diğer türlere nazaran daha kısa idare süreleriyle işletilmesi de türü ekonomik olarak ön plana çıkarmaktadır (Eler, 1992). Ülkemiz ağaçlandırmalarında hızlı gelişmesi ve kitle ağaçlandırmalarına uygun nitelikleriyle, ülkemizdeki odun hammaddesi karşılamasında önemli katkılar sağlamaktadır (Yaltırık ve Boydak, 1993). Birinci bonitette silvikültürel işlemlerin iyi yapılması durumunda ülkemizin ve Avrupa'nın en hızlı büyüyen iğne yapraklı türleri arasında olduğu kabul edilmektedir (Saatçioğlu, 1982). Yayılış alanında farklı yetişme ortamlarında yetişebilmesi, genetik

çeşitliliğin yüksek olması, ülkemiz ağaçlandırmalarında ve ağaç ıslahı programlarında ön plana çıkarmıştır (Koski ve Antola, 1993; Boydak ve Çalıkoğlu, 2000; Boydak, Dirik ve Çalıkoğlu, 2006; Çalışkan, 2006). Endüstriyel orman ağaçlandırmalarla odun hammaddesi açığının kapatılmasında en başta düşünülmesi gereken türlerden biridir (Boydak, Ertaş ve Çalışkan, 2007; Boydak, 2008). Tür kendini yangına uyarlamış bir türdür (Neyişçi ve Cengiz, 1985; Boydak, 1993; Boydak ve Özhan, 1996; Boydak vd., 2006). Bu ağaç türünün kabuğunun kalın olması, erken yaşta kozalak vermesi, tohumun yangın mevsiminden önce olgunlaşması gibi birçok özelliği yangına uyum özellikleri desteklemektedir (Neyişçi ve Cengiz, 1985). Bunun yanında tür tel direği, maden direği, yapı materyali, yat ve tekne, ambalaj sandığı, yonga levha, kontraplak, selüloz ve kâğıt, çit direği, reçine gibi birçok yerde kullanılmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1980; Bozkurt, Göker, Erdin ve As, 1993; Çolakoğlu, Kalaycıoğlu ve Örs, 1993; Boydak vd., 2006).

Kızılcım *Pinaceae* (çamgiller) familyasına dahil olan ibreli bir türdür. Genellikle türün düzgün gövdeli olmayan ve kalın dallı meşcereleri bulunsa da düzgün gövdeli ve boylu ağaçlardan oluşan meşcerelerine de rastlanmaktadır. Kızılcımda yeni oluşan sürgünler tüysüz ve kırmızımsı sonrasında ise yeşilimsi kahverengi olmaktadır. Erken yaşlarda sivri yapılı olan tepe ve düzgün yapılı kabuk ilerleyen yaşlarda şemsiye biçimli geniş bir tepe ve kabukları da derin çatlaklı bir yapıya dönüşür. Dalları gövdesinden genellikle 90 derece açıyla çıkarlar. Tomurcuklar yumurta şeklinde, tomurcuk pulları aşağıya bakar ve kenarları diltiklidir. İğne yaprakların yapısı yumuşak, yeşil renkli ve kenarları ince dişlidir. Kozalakların sapları çok kısa, yapısı ise uzun, ince ve kahverengindedir. Kozalaklar 2 veya daha fazla sayıda olacak şekilde dik veya yatık pozisyonda bulunurlar (Selik, 1963; Davis, 1965).

Taksonomik olarak incelendiğinde kızılçamın dört alt türü bulunmaktadır. Bunlar; subsp. *elderica*, subsp. *stankewiczii*, subsp. *pithyusa* ve subsp. *brutia*'dır (Saatçioğlu, 1976).



Harita 1.1. *Pinus brutia*'nın dünya üzerindeki yayılışı (Euforgen, 2008).

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 yaşanmıştır 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 karşılaşılabilir. 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, Boydak, Özdemir, Ceylan ve

Eler, 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 (Ürgeç ve Odabaşı, 1971; Göktürk, Solhan, Temel ve Ölmez, 2019). Toplanan tohumların uygun şartlar altında tohum canlılığına zarar vermeden saklanması gerekir (Atay, Ürgeç ve Odabaşı, 1970). Tohumların saklama süresi, ağaç cins ve türüne, sağlık ve olgunluk durumuna (hasat zamanına), hasat tekniğine ve saklama yöntemine göre değişiklik gösterebilmektedir (Yahyaoğlu ve Ölmez, 2003). Tohumlar ortodoks (kuru) ve recalcitrant (nemli) olmak üzere iki şekilde saklanmaktadır. Ortodoks tohumlar düşük nem içeriğinde uzun süre saklanabilmektedir (Bonner, 2008). Kızılcım tohum nemi hava kurusu hale geldikten sonra kuru saklanan türlerdendir (Saatçioğlu, 1971).

Kızılcım 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.

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. Kızılcım 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 kaynaklanmaktadır (Çetin, 2010; Çetin, 2024). Kızılcımda tohumlarının çimlenme yüzdesi yükseltiye, bakıya ve ön işlem (soğuk katlama vb.) görüp görmemesi gibi faktörlere göre farklılıklar gösterebilmektedir (Ürgeç vd., 1989; Skordilis ve Thanos, 1995; Çetin, 2010). Genel olarak kızılcım 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 laboratuvarlarda ve serada çimlendirilmiştir. Laboratuvardaki çimlendirmeler sonunda saklamanın çimlenme hızına ve çimlenme yüzdesine etkisi araştırılırken, serada ise, ekilen tohumların fidan çıkma hızı yüzdesi ile fidan yüzdesine etkisi araştırılmıştır.

Çalışmanın hipotezleri şu şekildedir;

Laboratuvar Hipotezleri;

H₁: Faktörlerin ve etkileşimlerinin onuncu günde çimlenme hızına etkisi vardır.

H₂: Faktörlerin ve etkileşimlerinin on dördüncü günde çimlenme hızına etkisi vardır.

H₃: Faktörlerin ve etkileşimlerinin 28. gün ki çimlenme yüzdesine etkisi vardır.

Sera Hipotezleri;

H₁: Faktörlerin ve etkileşimlerinin çimlenme hızına etkisi vardır.

H₂: Faktörlerin ve etkileşimlerinin çimlenme yüzdesine etkisi vardır.

1.2. LİTERATÜR TARAMASI

Orman ağacı tohumlarının saklanması tohumun yapısından gelen farklılıkların yanı sıra, tohumun olgunlaşma derecesi, nem içerikleri, saklama sıcaklığının da önemli olduğunu belirtmiştir Ürgenç (1982). Nasreen, Khan ve Mohmad (2004), tohum canlılığı üzerinde nem, sıcaklık ve depolama süresinin etkisini araştırmışlardır. Sonuç olarak en yüksek tohum canlılığının düşük nem içeriğine sahip tohumlarda olduğunu, orta ve yüksek neme sahip tohumlarda saklama sonrası çimlenme yüzdesinde düşüşler olduğunu ve yüksek nem ve yüksek sıcaklıkların tohum çimlenme yeteneğini azalttığını tespit etmişlerdir. Türün tohumlarının saklanması ile bazı ilgili birçok çalışma yapmıştır. Bu konuda Öztürk ve Çetin (2024), 2005 yılında Mersin ve Anamur kesitlerinden toplanana ve 19 yıl saklanan kızılçam tohumlarını sera ortamında çimlendirerek fidan çıkma hızı ve yüzdelere hesaplamışlardır. 19 yıl saklama sonucunda en az %72 fidan yüzdesi elde etmiş, düşük yükselti kuşağından toplanmış olan tohumların çimlenme oranını yüksek rakımlardan daha fazla olduğunu tespit etmiş ve türün uygun koşullarda saklanması ile uzun süreler hayatiyetini koruyabileceğini ve gereken zamanlarda kullanıma hazır

olabileceğini tespit etmişlerdir.

Ürgeç ve Odabaşı (1971) topladıkları kızılçam kozalaklarını 7 yıl hem oda sıcaklığında hem de düşük sıcaklıkta kozalağı açılmadan saklandıktan sonra çimlenmelerinde düşüşler yaşandığını belirtmişlerdir. Dicle (2022), 5 farklı orijinde bulunan tohum bahçelerinden toplanan ve +2 ile +4 derecede 4-23 yıl saklanan kızılçam tohumlarında ortalama %76,0 çimlenme yüzdesi elde etmiş ve kızılçam tohumlarının uygun şartlar altında 20 yıla kadar saklanabileceğini tespit etmiştir. Türle ilgili Çetin (2023) farklı yükseltilerden toplanan farklı yaşlardaki yıllayan kapalı kozalaklardan elde ettiği tohumları çimlendirmiş ve %70 ve üzerinde çimlenmeler elde etmiştir. Ayan vd. (2019), 60 ve 925 metre arasında farklı yükseltilerden seçilen toplamda 14 farklı kızılçam popülasyonundan topladıkları tohumları değişik sıcaklık süreleri ve değişik sıcaklık şiddetlerine maruz bırakarak tohumun canlılık ve çimlenme yeteneğine bir etkisi olup olmadığını araştırmışlardır. Bu bağlamda tohumları 70, 90, 110 ve 130 °C dört farklı sıcaklığa 1 ve 5 dakika boyunca maruz bırakmışlardır. Çalışmaya göre tohumların hepsinin 130 °C'ye kadar olan tüm sıcaklıklarda canlılıklarını koruduğunu, maksimum çimlenmenin 1 dakika ve 130 °C'de olduğunu, yüksek sıcaklığa 5 dakika maruz kalma süresinin ise çimlenme yeteneği üzerinde negatif bir etkisinin olduğunu tespit etmişlerdir. Yılmaz, Kaplan ve Vermez, (2013), Kızılçamın ana yayılış alanları dışında zor koşullara uyum sağlamış olan uç popülasyonlarından olan Pazarcık, Gölbaşı ve Şırnak mevkilerinden alınan tohumların özelliklerini incelemişlerdir. Tohum dormansisini giderebilmek için 4-6 hafta arası soğuk işlem uygulanan tohumların ortalama çimlenme oranını %80 olarak tespit etmişlerdir. Aynı zamanda tohumlar için 20 ve 24 °C olmak üzere 2 farklı çimlenme sıcaklığı kullanmışlar ve 20 °C'de çimlenmenin daha hızlı ve yüksek oranda olduğunu tespit etmişlerdir. Sonuç olarak ise uç popülasyonlarda yaşayan türlerin zor şartlara uyum sağlamış olmaları nedeniyle daha dayanıklı olduklarını ve bu nedenle de gen koruma alanları olarak korunmaları gerektiğini ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi ağaçlandırmalarında bu türlerden alınan tohumların kullanabileceğini belirtmişlerdir.

Ürgeç (1973), karaçamda yeni toplanan tohumlarda saklama olmaksızın %99 çimlenme elde etmiş ve bu tohumları 10 yıl 4-7 °C'de saklamaya tabii tuttukten sonra ise çimlenme yüzdesini %91 olarak tespit etmiştir. Atay, Ürgeç ve Odabaşı (1970), yaptıkları bir çalışmada karaçam ve sarıçamın 4-5 °C ve %8 nemde 8 yıllık saklama sonucunda karaçamda, başlangıçtaki çimlenme oranının değişmediğini, ancak sarıçamda çimlenmenin saklama sonunda yarıya düştüğünü tespit etmişlerdir. Hilli, Tillman-Sutela

ve Kauppi (2003), ön işlem görmüş ve görmemiş sarıçam tohumlarının 2°C ve -18°C sıcaklıklarda 10 yıl saklanmış. Saklama sonrasında hem işlem görmüş hem de görmemiş tohumların çimlenme değerlerinin azaldığını ve ön işlem görmüş tohum bahçesinden toplanmış olan tohumların meşcereden toplanan tohumlara nazaran düşüşünün daha belirgin olduğunu ortaya koymuşlardır.

Malik ve Shamet (2009), Oda sıcaklığında 12 ay saklanan *Pinus gerardiana* tohumlarının canlılıklarının kademeli olarak düştüğü, bu tohumların depolanması için toprak kaplar kullanılması gerektiği ve tohumların 0±1 °C’lerde saklanması gerektiğini ortaya koymuşlardır. Temel, Gülcü, Ölmez ve Göktürk, (2011), Göller Bölgesi’nden 1999 yılında toplanmış olan karaçam tohumlarını 10 yıl 1±4 °C’de saklamaya tabii tutmuş ve saklamanın çimlenme üzerine olan etkisini araştırmışlardır. 2009 yılında çimlendirilen tohumların çimlenme yüzdesinin %96’dan %58’e, çimlenme oranının %80’den %31’e düştüğünü ve saklama neminin tohumların canlılığını doğrudan etkilediğini tespit etmişlerdir. Göktürk vd. (2019), 2005 yılında 18 farklı orijinden toplanan Doğu ladini tohumlarının uzun süre saklanması sonucunda çimlenme yüzdesi ve hızındaki değişimleri tespit etmişlerdir. Bu bağlamda 0-5 °C’de 9 yıl saklanmış olan tohumları laboratuvar ortamında çimlendirmişler ve sonuçları 2005 yılı ile karşılaştırmışlardır. 9 yıl boyunca soğuk saklama yapılan tohumların 13 orijininde çimlenme yüzdesi %50 altında çıkarken 5 orijinin ise %50’nin üzerinde çimlenme yüzdesine sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu sonuca göre ise doğu ladini tohumlarının uzun süreli saklamalarda canlılıklarında azalmalar olduğunu ve uzun süreli saklamaya en uygun orijinlerin Artvin-Atila ve Ardanuç-Ovacık orijinleri olduğunu tespit etmişlerdi. Karaşahin, Velioğlu ve Nur (2001) Toros sediri ve Doğu Karadeniz göknarı tohumları saklama sonrası çimlendirilmiş ve çimlenme yüzdesinde çok önemli miktarda kayıp olmadığını ve Doğu Karadeniz göknarı tohumlarının %7-9 rutubette, -11 °C veya -16 °C sıcaklıkta 5 yıl saklanabileceğini tespit etmiştir. Toros sediri tohumlarının ise %9-14 rutubette ve -16 °C sıcaklıkta 4 yıl saklanabileceği sonucuna varmışlardır. Erkuloğlu (1991) kayın, göknar ve sedir tohumlarını; 4 yıl süre ile farklı sıcaklıklarda ve farklı kaplarda saklanan tohumları çimlendirmiş. Araştırma sonunda tohum saklanmasında, saklama sıcaklığının ve süresinin etkili olduğunu tespit etmiştir.

Picea abies tohumlarının saklanması üzerine yapılan bir çalışmada tohumlar 17 yıl -5 ve -6 °C’de, 12 yıl -3 °C sıcaklıklarda 29 yıl saklamış ve saklama süreleri sonunda tohumlarda çimlenme kapasitesinin 12 yıl saklama sonunda %5, 29 yıl saklama sonunda

ise tohumlarda %15 oranında azaldığını tespit etmişlerdir (Suszka, Chmielarz ve Walkenhorst, 2005). Bonner (2008) *Picea sitchensis* tohumları 2-4 °C sıcaklıkta ve %7-9,5 nem içeriğine sahip tohumların 17-18 yıl saklanması sonucunda canlılığını % 8 oranında kaybetmişler. Avşar (2007), 5 farklı ağaçtan topladığı ve 5 yıl boyunca oda sıcaklığında polietilen torbalarda kuru olarak sakladığı dallı servi tohumlarının çimlenme özelliklerini araştırmıştır. Çalışma sonunda en yüksek çimlenmelerin 11-14. günlerde olduğunu, ortalama çimlenme yüzdesinin %57,17 ve ortalama çimlenme hızının ise %8.92 olduğunu tespit etmiştir. Sonuç olarak ise soğuk saklama imkanının olmadığı orman fidanlıklarında bu ağaç türünün tohumlarının 5 yıla kadar kuru saklama yapılabileceğini tespit etmiştir. Çalışma sonuçları incelendiğinde tohumların saklanma süresinde tür, saklama nemi, saklama sıcaklığı, yükselti ve orijin önemli derecede etkili olduğu tespit edilmiştir.



2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. MATERYAL

Araştırmada kullanılan tohumlar Çetin (2010) tarafından 2005 yılı temmuz ayında yaklaşık birbirine 200 km uzaklıkta Mersin ve Anamur olmak üzere iki farklı kesitin 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 toplanmıştır. Toplanan kozalaklar düz bir zemine serilmiş ve güneşten faydalanılarak karpellerin açılması ve tohumların kozalaklardan çıkması sağlanmıştır. Kozalaklardan 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 öncesi 3 ± 1 °C sıcaklıkta buzdolabında saklanmıştır.

Kozalak toplanan meşcerelerin (orijinlerin) yükselti ve koordinatlarına ilişkin ayrıntılı bilgi Çizelge 2.1’de, orijinlerin harita üzerindeki konumu ise, Şekil 2.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1. Araştırmada kullanılan kızılçam tohum örneklerinin toplandığı orijinlere ait bilgiler.

Kesitler	Yükselti Kuşağı (m)	Kozalak Toplanan Yükseklik (m)	Bakı	Koordinatlar	İşletme Müdürlüğü ve Şefliği
Anamur	0-400	100-200	Güney	N:36° 07' 26" E:32° 47' 06"	Anamur, Sarıayla
	400-800	450-550	Güney, Güney-Batı	N:36° 08' 29" E:32° 46' 54"	Anamur, Sarıayla
	800-1200	850-950	Güney	N:36° 09' 36" E:32° 45' 53"	Anamur, Sarıayla
	≥1200	1300-1350	Güney, Güney-Batı	N:36° 14' 12" E:32° 55' 04"	Anamur, Çaltıbükü
Mersin	0-400	100-200	Güney	N:36° 42' 34" E:34° 20' 14"	Erdemli, Alata
	400-800	450-550	Güney, Güney-Batı	N:37° 07' 36" E:34° 48' 22"	Tarsus, Gülek
	800-1200	850-950	Güney, Güney-Batı	N:37° 13' 48" E:34° 47' 16"	Tarsus, Gülek
	≥1200	1250-1350	Güney	N:37° 13' 13" E:34° 39' 10"	Tarsus, Gülek



Harita 2.1. Kızılcām tohumlarının toplandığı kesitlere ve yükseltilere ait genel bilgiler (Çetin, 2010).

2.2. YÖNTEM

2.2.1. Laboratuvar Ortamında Çimlendirme

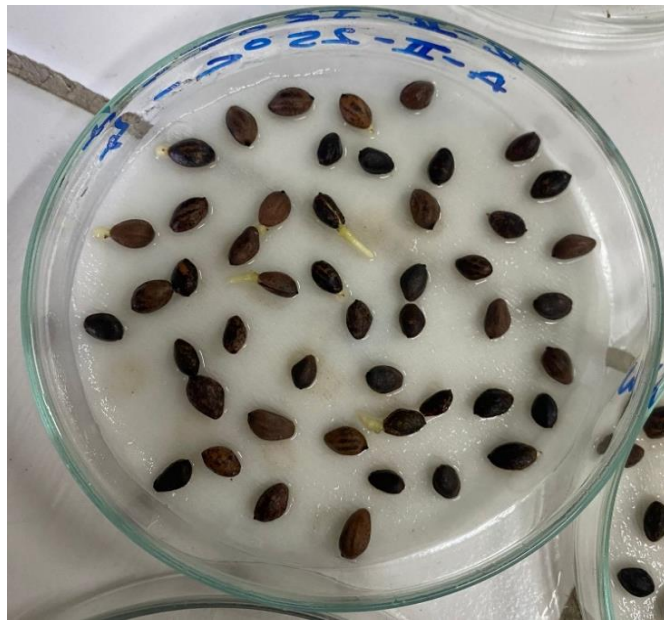
Saklama öncesi 2005 yılı çimlendirmeleri Çetin (2010) tarafından 15, 20 ve 25 °C olmak üzere 3 farklı sıcaklıklarda yapılmıştır. Bu çalışmada da yine çimlendirmeler 15, 20 ve 25 °C sıcaklıklarda yapılmıştır. Ancak 15 ve 25 °C sıcaklıklarda yapılan çimlendirmelerde onuncu günde bazı orijinlerde hiç çimlenme olmadığı için araştırma bu çalışmada en fazla çimlendirmelerin olduğu 20 °C sıcaklıklardaki çimlenme verileri kullanılmıştır.

Çimlendirme testleri Mersin ve Anamur kesitlerindeki 4 farklı yükseltiden 50 adet tohumla 4 tekrarlı olarak yapılmıştır. Çalışmada kullanılan tohumlar çimlendirme öncesi yabancı maddelerden temizlenmiş ve saf su ile iyice yıkanmıştır. Çimlendirme testleri 9 cm çapındaki cam petri kaplarında yapılmıştır (Şekil 2.2).



Şekil 2.1. Tohumların petri kaplarına yerleştirilmesi (Foto: İ. Öztürk).

Çimlendirmede kullanılan malzemeler ve petri kapları, testten önce etil alkolle steril edildikten sonra saf suyla yıkanmıştır. Yine kullanılan tezgah vb. yerler de etil alkol ile steril edilmiştir. Çimlendirmeler petri kaplarına konulan ve yeterince nemlendirilen filtre kağıtları üzerinde yapılmıştır. Filtre kağıdının kullanılma sebebi ise tohumların bir sonraki nemlendirmeye kadar olan su ihtiyacını karşılamaktır. Görsel olarak sağlamlığı kontrol edilen sağlıklı tohumlar birbirine değmeyecek şekilde petri kaplarına konulmuştur (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Petri kabında çimlenmeye başlamış kıvılcık tohumları (Foto: İ. Öztürk).

Çalışma süresince tohumların nemini kaybetmemesi için düzenli aralıklarla saf su ile nemlendirme işlemi yapılmıştır. Çimlendirme testlerinde tüm petri kaplarında üst üste gelecek şekilde iki adet filtre kağıdı kullanılmış, farklı renklenmelerin ve bozulmaların olduğu tohumlar yapılan günlük kontrollerde kaplardan uzaklaştırılmıştır. 2-3 gün aralıklarla yapılan kontrollerde çimlenen tohumlar çizelgelere kaydedilerek, etil alkol ile steril edilen pinset yardımıyla petri kabından alınmıştır. Kökçüğü tohum boyu kadar uzayan tohumlar çimlendi kabul edilmiştir.

2.2. Tohumların Çimlendirilmesi

İlk çimlendirmeler 2005 yılında 19 yıl saklama sonrası çimlendirmeler ise 2024 yılında yapılmıştır. Çimlendirme sıcaklığı 20 °C çimlendirme süresi olarak 28 gün alınmıştır. Çimlendirme testleri Mersin ve Anamur bölgelerindeki 4 farklı yükseltiden 50 adet tohumla 4 tekrarlı olarak yapılmıştır.

Çimlenme testi sonunda tohumların 10. ve 14. gün toplam çimlenme yüzdeleri üzerinden 10. ve 14. gün çimlenme hızları belirlenmiştir. Çimlenme testi sonu olan 28. gün ki toplam çimlenme değerlerinden çimlenme yüzdesi hesaplanmıştır. Çimlenme hızı, tohumların hızlı bir şekilde çimlenme yeteneğini gösterir. Çimlenme hızları çimlenmeye konan tohumların 4, 7 ve 10. günlerde çimlenmelerinden hesaplanmaktadır ((Saatçioğlu, 1971; Boydak ve Çalışkan, 2014; Göktürk vd., 2019). Ancak kızılcım gibi bazı ağaç türleri soğuk katlama vb. ön işlemlere tabi tutulmazsa çimlendirmeler 4. ve 7. günde başlamayabilmektedir. (Çetin 2010). Bu bağlamda çalışmamızda ilk çimlenmeler 7. günden sonra başladığı görülmüş bu nedenle çimlenme hızı 10. ve 14. gündeki çimlenme yüzdelerinden hesaplanmıştır. Çimlenme hızı ve çimlenme yüzdesi hesabı şu formül yardımıyla yapılmıştır.

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

ÇY (%) :Çimlenme yüzdesi

ni : i. gündeki çimlenme sayısı

N : Teste konulan toplam tohum sayısı

2.2.2. Sera Ortamında Ekim

Saklanan 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 üretmede 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 2.3).



Şekil 2.3. Ekim yapılan kaplar.



Şekil 2.4. 6 hafta sonra çıkan fideler.

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 2.5).



Şekil 2.5. Çıkan fidanların kaydedilmesi.



Şekil 2.6. Araştırma sonu fidanların görüntüsü.

Seraya ekilen tohumların ilk çıkmaya başladığı 4. hafta fidan sayılarından 14. hafta verilerine kadar çıkan fidanlardan fidan çıkma hızı, fidan çıkışlarının sabitlendiği ve son sayımların yapıldığı 16 hafta sonundaki verilerden de fidan yüzdesi hesaplanmıştır. Çalışma sonunda fidan çıkma hızı ve fidan yüzdesi aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

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

FY (%) : Fidan yüzdesi

n_i : i. haftadaki çıkan fide sayısı

N : Toplam ekilen tohum sayısı

2.2.3. İstatistiksel Analiz

Saklanan kızılçam tohumlarının kesit, yükselti ve saklama süresi faktörlerinin çimlenme hızı ve çimlenme yüzdesine etkisi iki yönlü varyans (two-way ANOVA) analizi ile test edilmiştir ($P < 0.05$). Ayrıca saklanan kızılçam tohumlarının kesit ve yükselti basamaklarına göre fidan çıkma hızı ve fidan yüzdesinin istatistiksel testi iki yönlü varyans

analiziyle yapılmıştır ($P < 0.05$). Varyans analiz sonucunda ortalamaların karşılaştırılması ise Tukey testi ile gerçekleştirilmiştir. Analiz öncesi elde edilen yüzdeler Arcsin dönüşümleri uygulanmıştır. Verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde SPSS paket programının 21. versiyonu kullanılmıştır.



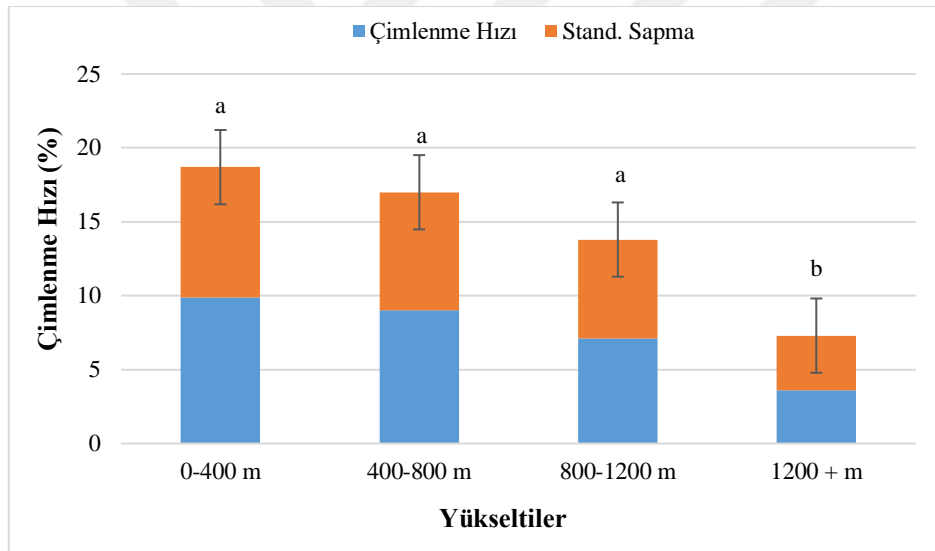
3. BULGULAR

3.1. LABORATUVAR ORTAMINDA ÇİMLENDİRME

3.1.1. Çimlenme Hızı

3.1.1.1. Onuncu Gün Çimlenme Hızı

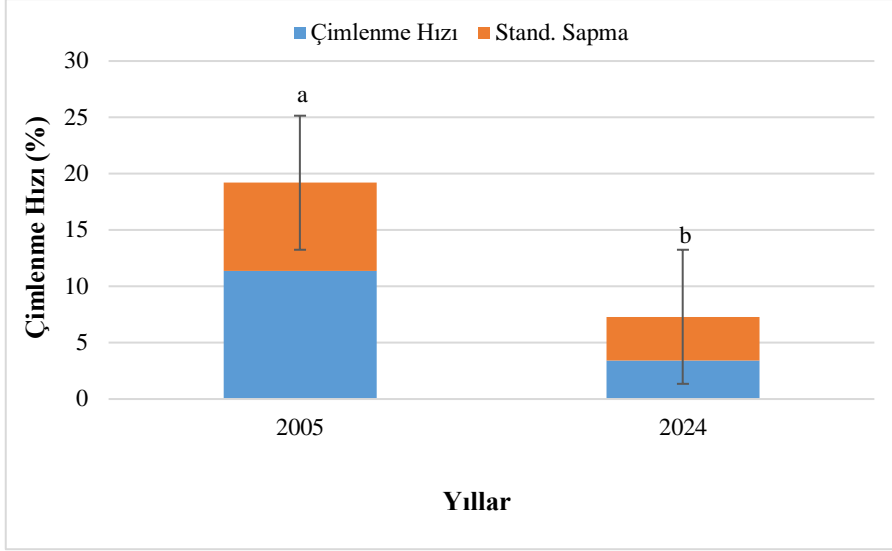
Yükselti basamakları bakımından ilk üç yükselti kuşağı arasında çimlenme hızı bakımından istatistiki olarak fark çıkmamıştır. Ancak, 1200 m üstü yükselti kuşağı istatistiki olarak farklı çıkmış ($P<0.05$) ve çimlenme hızı bu yükselti kuşaklarından yarısından daha düşük olmuştur (Şekil 3.1).



Aynı harfle gösterilen sütunların değerleri istatistiki açıdan benzerdir. Barlar standart hatayı göstermektedir.

Şekil 3.1. Kızılcım tohumlarında yükselti basamaklarına göre onuncu gün onun çimlenme hızı grafiği.

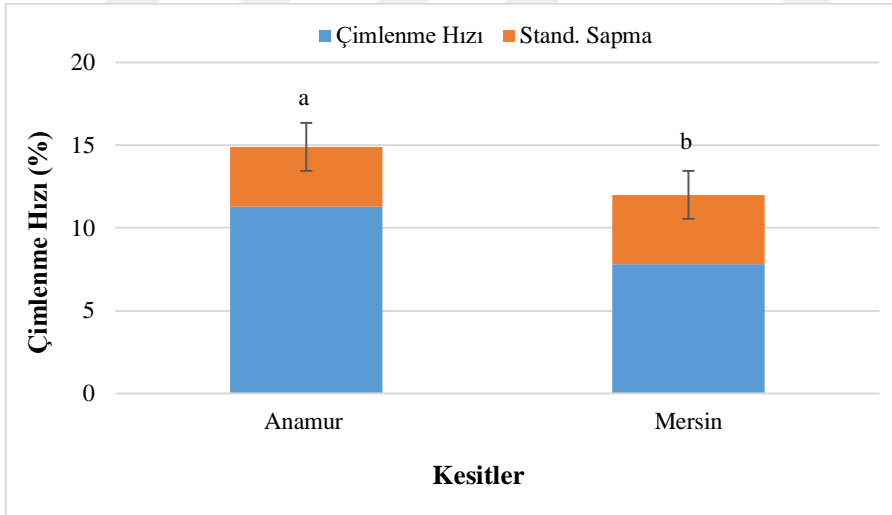
Tohumların toplandığı yıl ve saklama sonrası çimlenme hızları arasında istatistiki olarak farklı çıkmıştır ($P<0.05$). 19 yıl saklama sonrası çimlenme hızı 2005 yılı çimlenme hızının yaklaşık üçte biri ($1/3$) kadar olmuştur (Şekil 3.2).



Aynı harfle gösterilen sütunların değerleri istatistiki açıdan benzerdir. Barlar standart hatayı göstermektedir.

Şekil 3.2. Kızılcam tohumlarının saklama öncesi ve saklama sonrası onuncu gün çimlenme hızı grafiği.

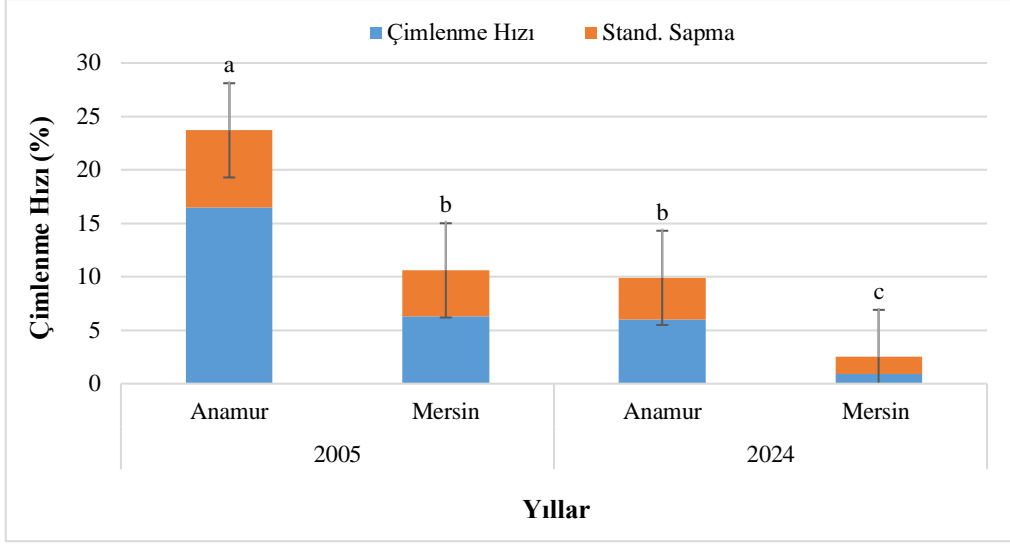
Kesitler bakımından da istatistiki olarak fark çıkmış ($P < 0.05$) ve Anamur kesitinde Mersin kesitinden onuncu günde yaklaşık 1,5 katı daha hızlı çimlenme olmuştur (Şekil 3.3).



Aynı harfle gösterilen sütunların değerleri istatistiki açıdan benzerdir. Barlar standart hatayı göstermektedir.

Şekil 3.3. Kesitlere göre on dördüncü gün çimlenme hızı grafiği.

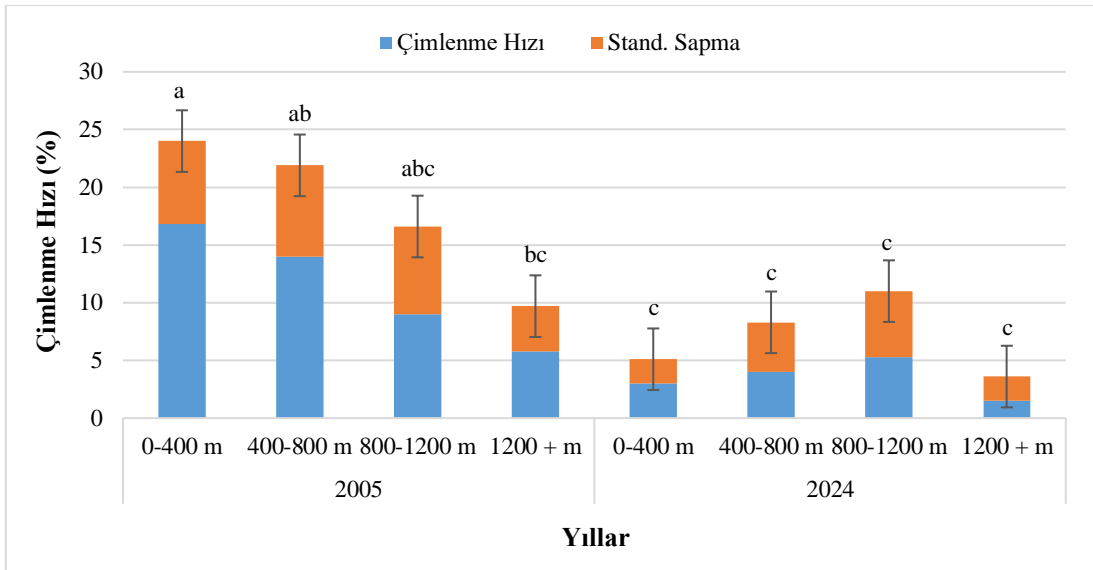
Onuncu gün çimlenme hızı *süre x kesit* etkileşimi bakımından istatistiki olarak fark çıkmıştır. ($P < 0.05$). Saklama sonrası her iki kesitte de çimlenme hızları 2005 yılı çimlenme hızlarına göre önemli derecede düşmüştür (Şekil 3.4).



Aynı harfle gösterilen sütunların değerleri istatistiki açıdan benzerdir. Barlar standart hatayı göstermektedir.

Şekil 3.4. Saklama öncesi ve sonrası tohum toplanan kesitlerde onuncu gün çimlenme hızları.

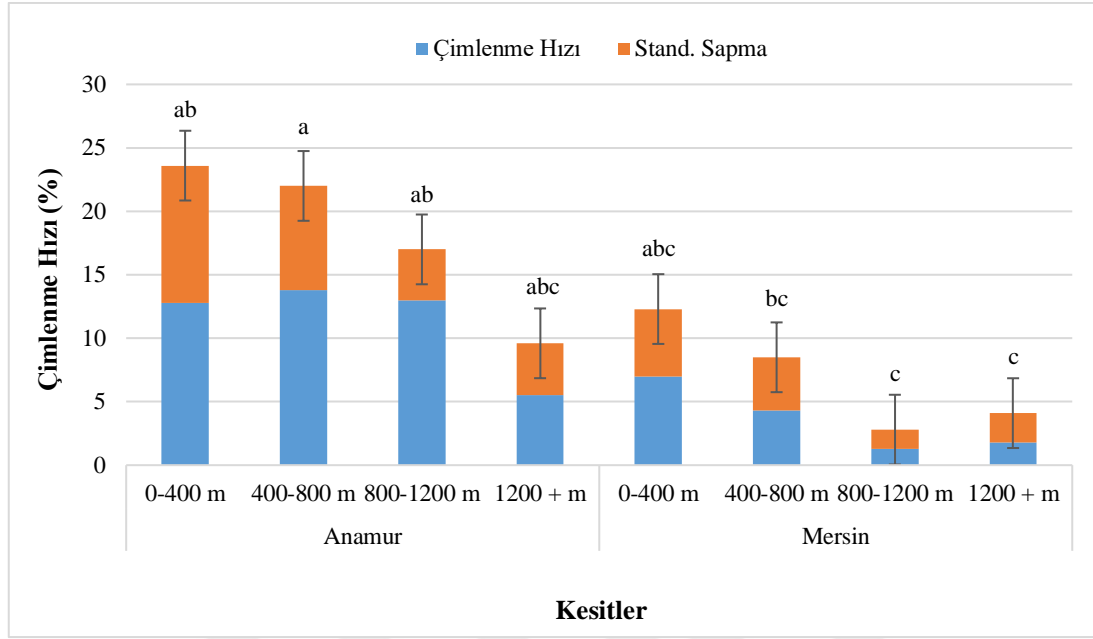
Süre x yükseklik etkileşimine bakıldığında on günlük saklama süresi sonunda çimlenme hızları başlangıç çimlenme hızlarının yarısından daha düşüktür. Saklama sonrası çimlenme hızı en fazla %10 olmuştur. Yükselti kuşakları bakımından bakıldığında yine 2005 yılında olduğu gibi en az çimlenme 1200 m üstü yükselti kuşağında elde edilmiştir (Şekil 3.5).



Aynı harfle gösterilen sütunların değerleri istatistiki açıdan benzerdir. Barlar standart hatayı göstermektedir.

Şekil 3.5. Saklama öncesi ve sonrası tohum toplanan yükselti kuşaklarında onuncu gün çimlenme hızları.

Kesit x yükseklik etkileşimi onuncu gün çimlenme hızına etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Çimlenmenin onuncu gününde Anamur kesitinden toplanan tohumlar Mersin kesitindekinden yaklaşık iki kat hızlı çimlenmiştir. En düşük çimlenmeler yine her iki kesitte de en üst yükselti kuşaklarında olmuştur (Şekil 3.6).

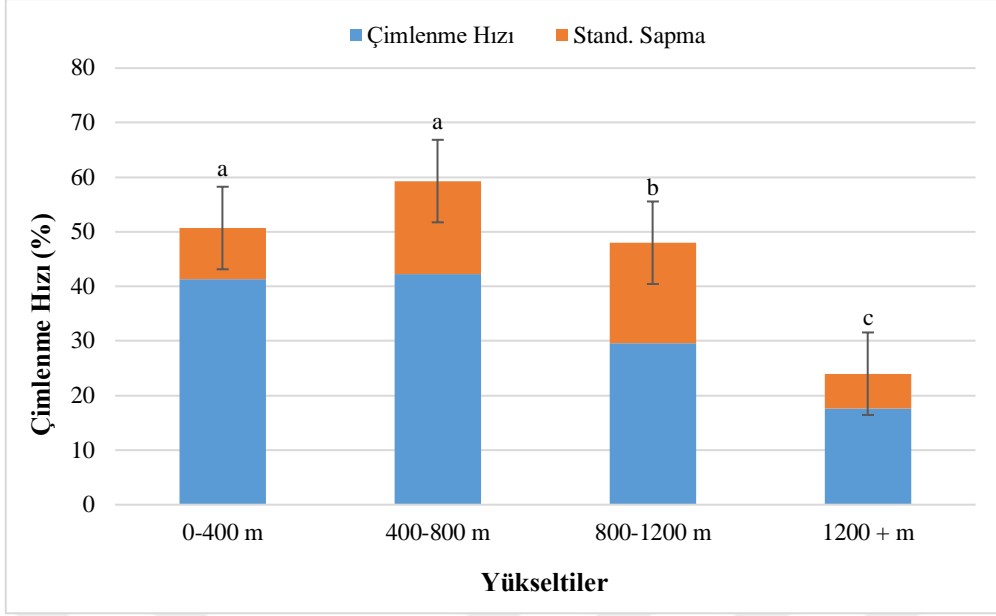


Aynı harfle gösterilen sütunların değerleri istatistiki açıdan benzerdir. Barlar standart hatayı göstermektedir.

Şekil 3.6. Kesit ve yükseltiye göre onuncu gün çimlenme hızları.

3.1.1.2. On Dördüncü Gün Çimlenme Hızı

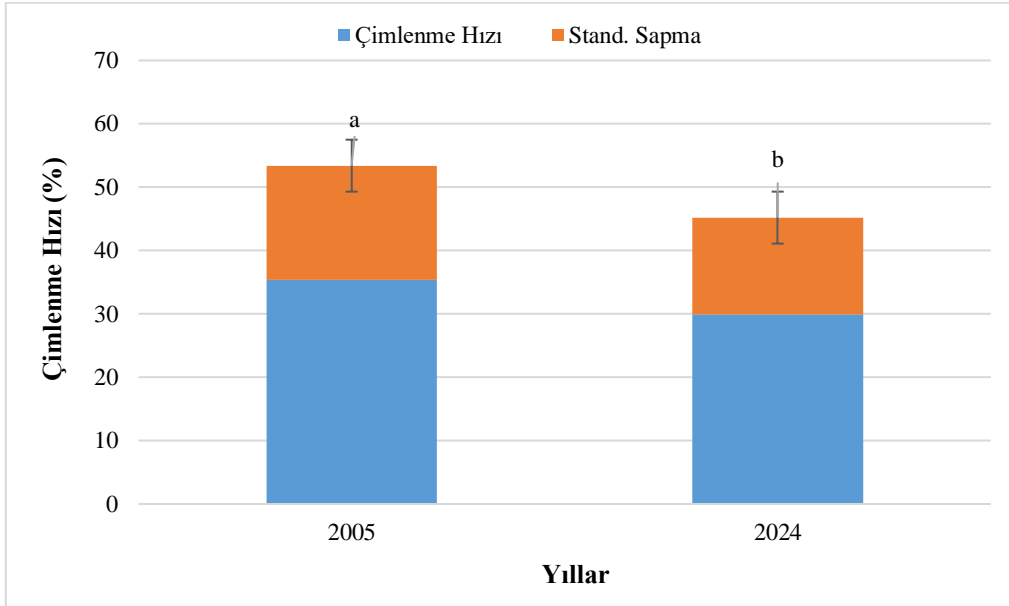
Yükselti basamakları bakımından ilk iki yükselti kuşağı arasında çimlenme hızı bakımından istatistiki olarak fark çıkmamıştır. Ancak, 800-1200 m ve 1200 m üstü yükselti kuşağı istatistiki olarak farklı çıkmış ($P < 0.05$) ve çimlenme hızı bu yükselti kuşaklarından oldukça düşük olmuştur (Şekil 3.7).



Aynı harfle gösterilen sütunların değerleri istatistiki açıdan benzerdir. Barlar standart hatayı göstermektedir.

Şekil 3.7. Kızılcım tohumlarında yükselti basamaklarına göre ondördüncü gün onun çimlenme hızı grafiği.

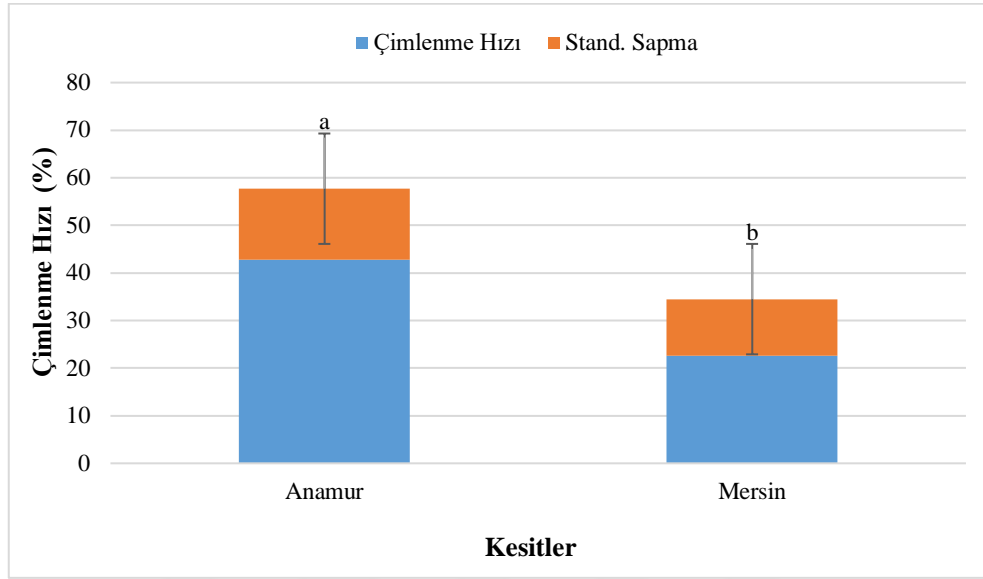
Tohumların toplandığı yıl ve saklama sonrası çimlenme hızları arasında istatistiki olarak farklı çıkmıştır ($P < 0.05$). Ancak başlangıçtaki %35,4 olan çimlenme hızı saklama sonrası %29,9'a inerek, az da olsa bir düşüş göstermiştir (Şekil 3.8).



Aynı harfle gösterilen sütunların değerleri istatistiki açıdan benzerdir. Barlar standart hatayı göstermektedir.

Şekil 3.8. Kızılcım tohumlarının saklama öncesi ve saklama sonrası on dördüncü gün çimlenme hızı grafiği.

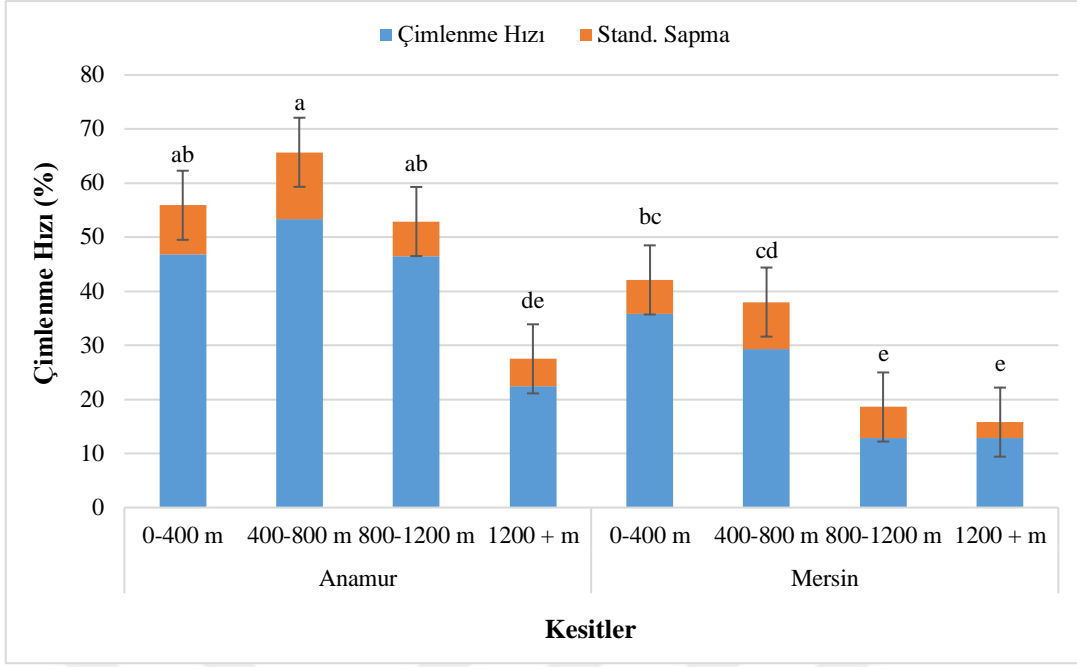
Kesitler bakımından da on dördüncü gün çimlenme hızları bakımından istatistiki olarak fark çıkmış ($P<0.05$) ve Anamur kesitinden toplanan tohumlar (%42,8) Mersin kesitinden (%22,6) yaklaşık 2 katı daha hızlı çimlenmiştir (Şekil 3.9).



Aynı harfle gösterilen sütunların değerleri istatistiki açıdan benzerdir. Barlar standart hatayı göstermektedir.

Şekil 3.9. Kesitlere göre on dördüncü gün çimlenme hızı grafiği.

Kesit x yükseklik etkileşiminin on dördüncü gündeki çimlenme hızına etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir. Anamur kesitinde Mersin kesitinden daha hızlı çimlenmeler olmuştur. Anamur kesitinin ilk üç yükselti kuşağında ortalama çimlenme hızı %50 civarında olurken, 1200 m üstü yükselti kuşağında bu değer yarisından daha az olmuştur. Mersin kesitinde iki ilk iki yükselti kuşağı çimlenme hızı %30 ve üstü iken diğer iki üst yükselti kuşaklarında %13 civarında çimlenme hızı elde edilmiştir (Şekil 3.10).

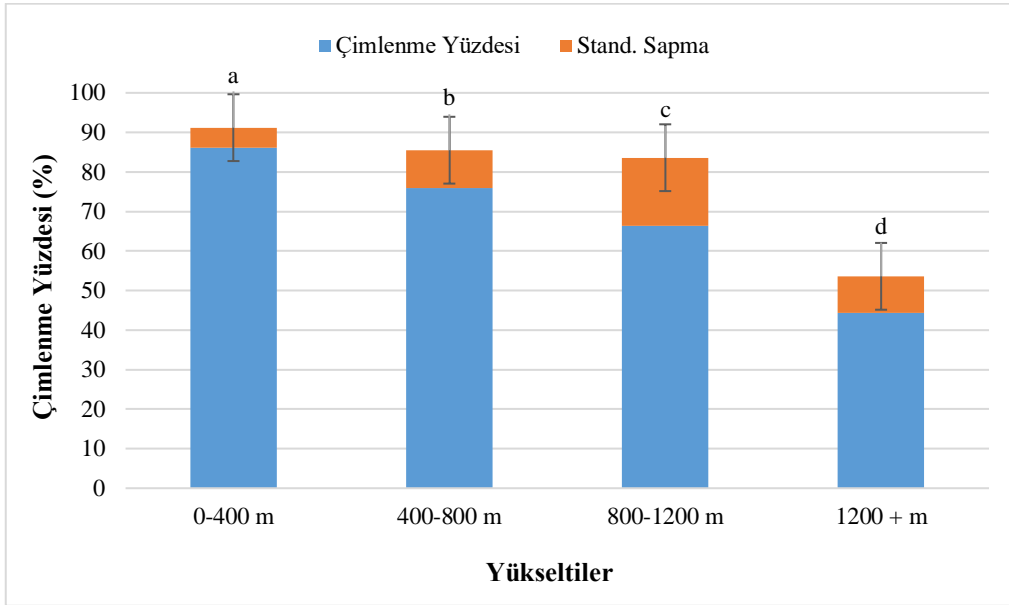


Aynı harfle gösterilen sütunların değerleri istatistiki açıdan benzerdir. Barlar standart hatayı göstermektedir.

Şekil 3.10. Kesit ve yükseltiye göre on dördüncü gün çimlenme hızları.

3.1.2. Çimlenme Yüzdesi

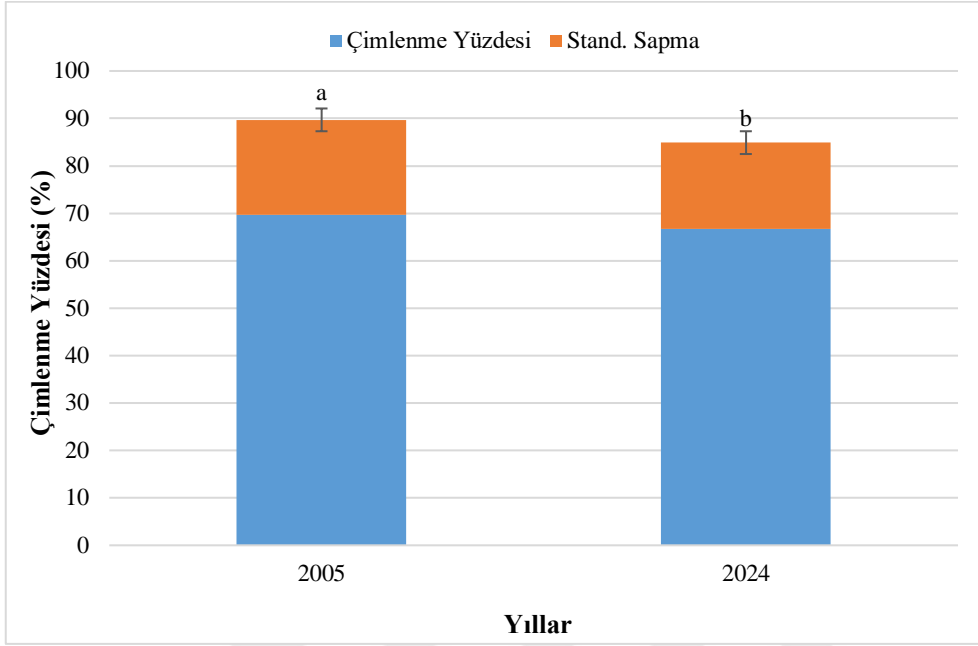
Çimlenme yüzdesi bakımından bütün yükselti basamakları istatistiki olarak birbirinden farklı çıkmıştır ($P < 0.05$). En yüksek çimlenme %86,1 ile 0-400 m yükselti kuşağında olurken, en az çimlenme %44,4 ile 1200 m üstü yükselti kuşağında olmuştur (Şekil 3.11).



Aynı harfle gösterilen sütunların değerleri istatistiki açıdan benzerdir. Barlar standart hatayı göstermektedir.

Şekil 3.11. Yükselti basamaklarına göre çimlenme yüzdesi grafiği.

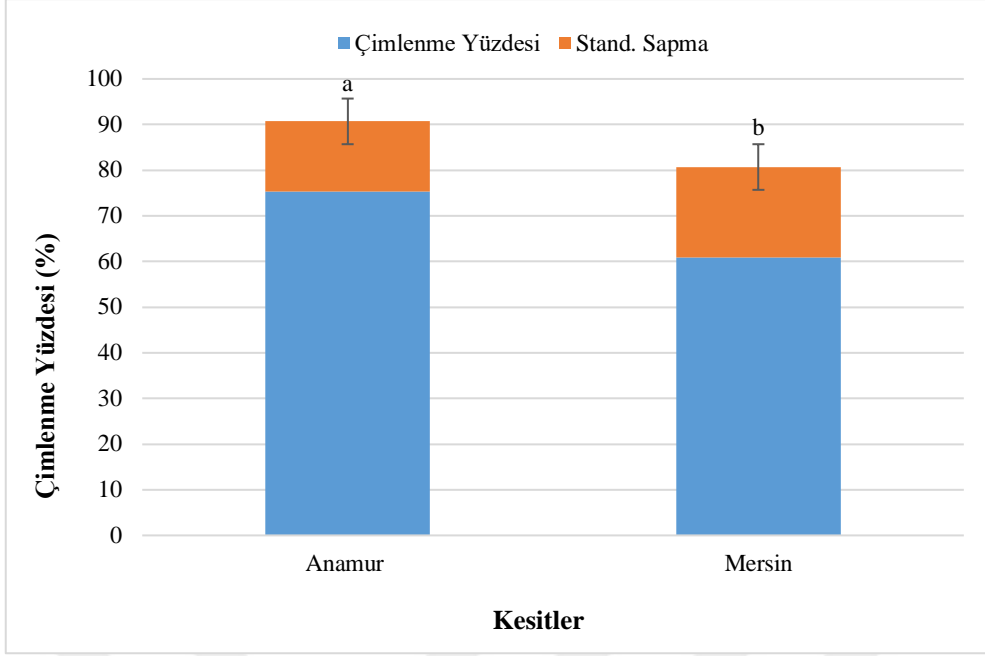
Tohumların toplandığı yıl ve saklama sonrası çimlenme yüzdesi arasında istatistiki olarak farklı çıkmıştır ($P < 0.05$). Başlangıçtaki (2005 yılı) %69,7 olan çimlenme yüzdesi 19 yıllık saklama sonunda %66,7 düşmüş ve bu azalma sadece %3'dür (Şekil 3.12).



Aynı harfle gösterilen sütunların değerleri istatistiki açıdan benzerdir. Barlar standart hatayı göstermektedir.

Şekil 3.12. Saklama öncesi ve sonrası çimlenme yüzdesi değişimi.

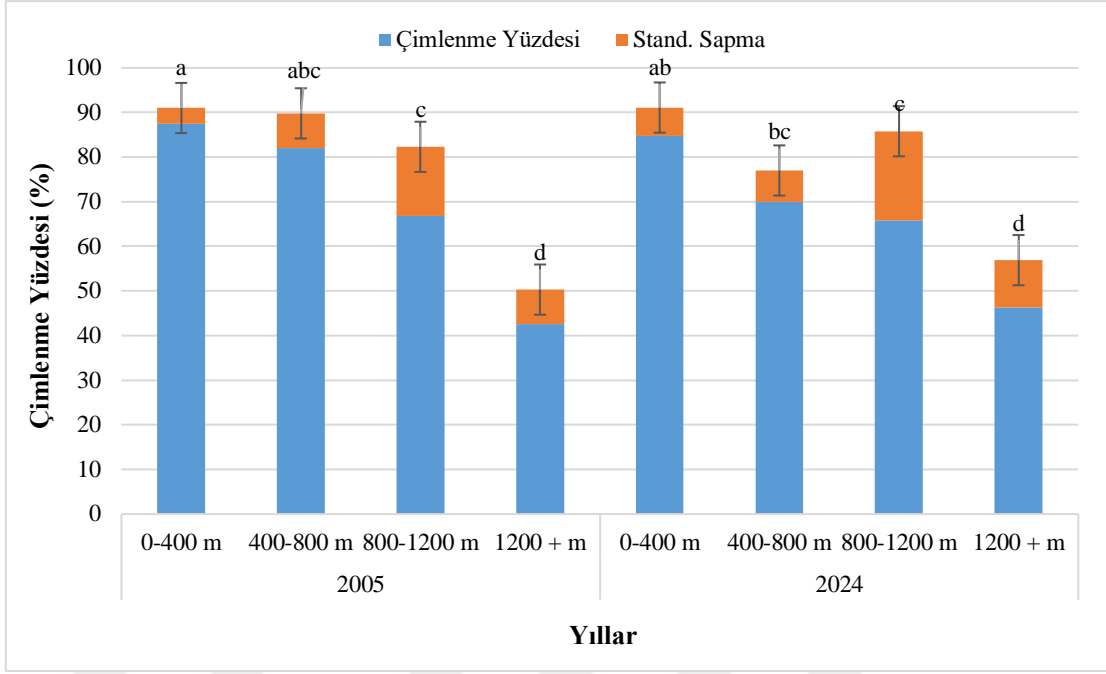
Kesitler arasında çimlenme yüzdesi bakımından istatistiki fark vardır ($P < 0.05$). Anamur kesitinde daha yüksek çimlenme elde edilmiş, ancak kesitler arasındaki çimlenme hızlarındaki farklar çimlenme yüzdesinde azalmıştır (Şekil 3.13).



Aynı harfle gösterilen sütunların değerleri istatistiki açıdan benzerdir. Barlar standart hatayı göstermektedir.

Şekil 3.13. Çimlenme yüzdesinin kesitlere göre değişimi.

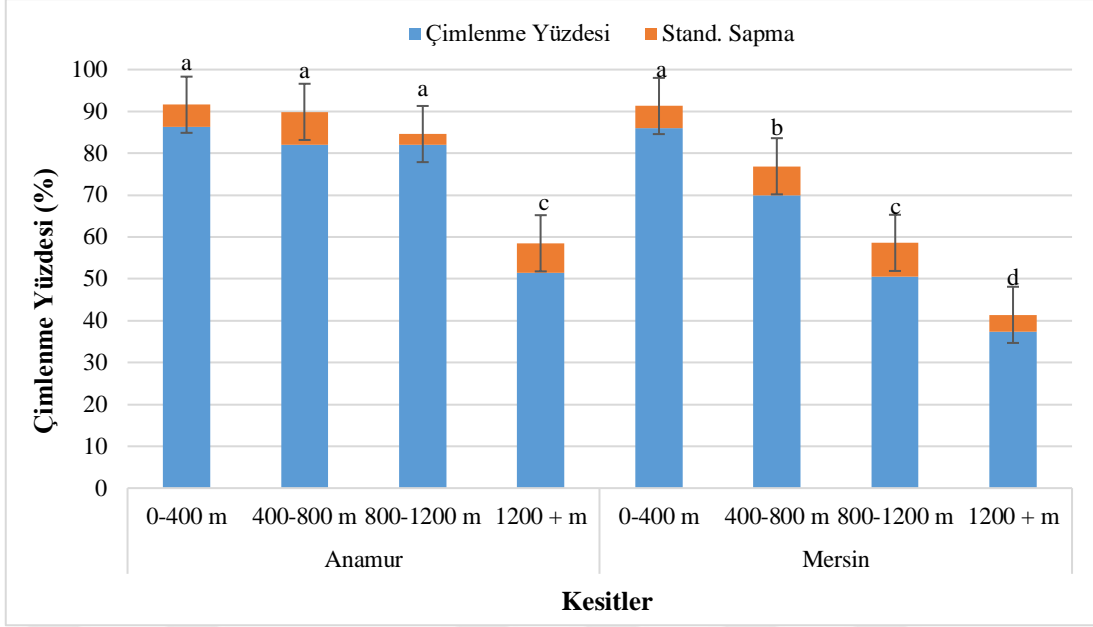
Süre x yükseklik etkileşimine bakıldığında saklama süresi sonunda çimlenme yüzdesi başlangıç çimlenme yüzdelere göre çok değişmediği görülmektedir. Genel olarak saklama sonrası bütün yükselti kuşaklarında başlangıç çimlenme yüzdelere yakın çimlenmeler olmuş, hatta 1200 m üstü yükselti kuşağında saklama sonrası tohumların çimlenme yüzdesi başlangıç çimlenmelerine göre biraz artmıştır (Şekil 3.14).



Aynı harfle gösterilen sütunların değerleri istatistiki açıdan benzerdir. Barlar standart hatayı göstermektedir.

Şekil 3.14. Saklama öncesi ve saklama sonrası yükseltiye göre çimlenme yüzdesindeki değişim.

Kesit x yükseklik etkileşiminin çimlenme yüzdesine etkisi önemli bulundu. Anamur kesitinde ilk üç yükselti kuşağında %82 ve üstü çimlenmeler olurken, 1200 m üstü yükselti kuşağında %50 civarında çimlenme olmuştur. Mersin kesitinin 0-400 m üstünde %86,0 çimlenme olurken yükselti arttıkça çimlenme yüzdesi düşmüştür. En az çimlenme %37,3 ile Mersin'in 1200 m üstü yükselti kuşağında olmuştur (Şekil 3.15).



Aynı harfle gösterilen sütunların değerleri istatistiki açıdan benzerdir. Barlar standart hatayı göstermektedir.

Şekil 3.15. Çimlenme yüzdesinin kesit ve yükseltiye göre değişimi.

3.2. SERA ORTAMINDA ÇİMLENDİRME

3.2.1. Fidan Çıkma Hızı ve Fidan Yüzdesi

3.2.1.1. Çıkma Hızı

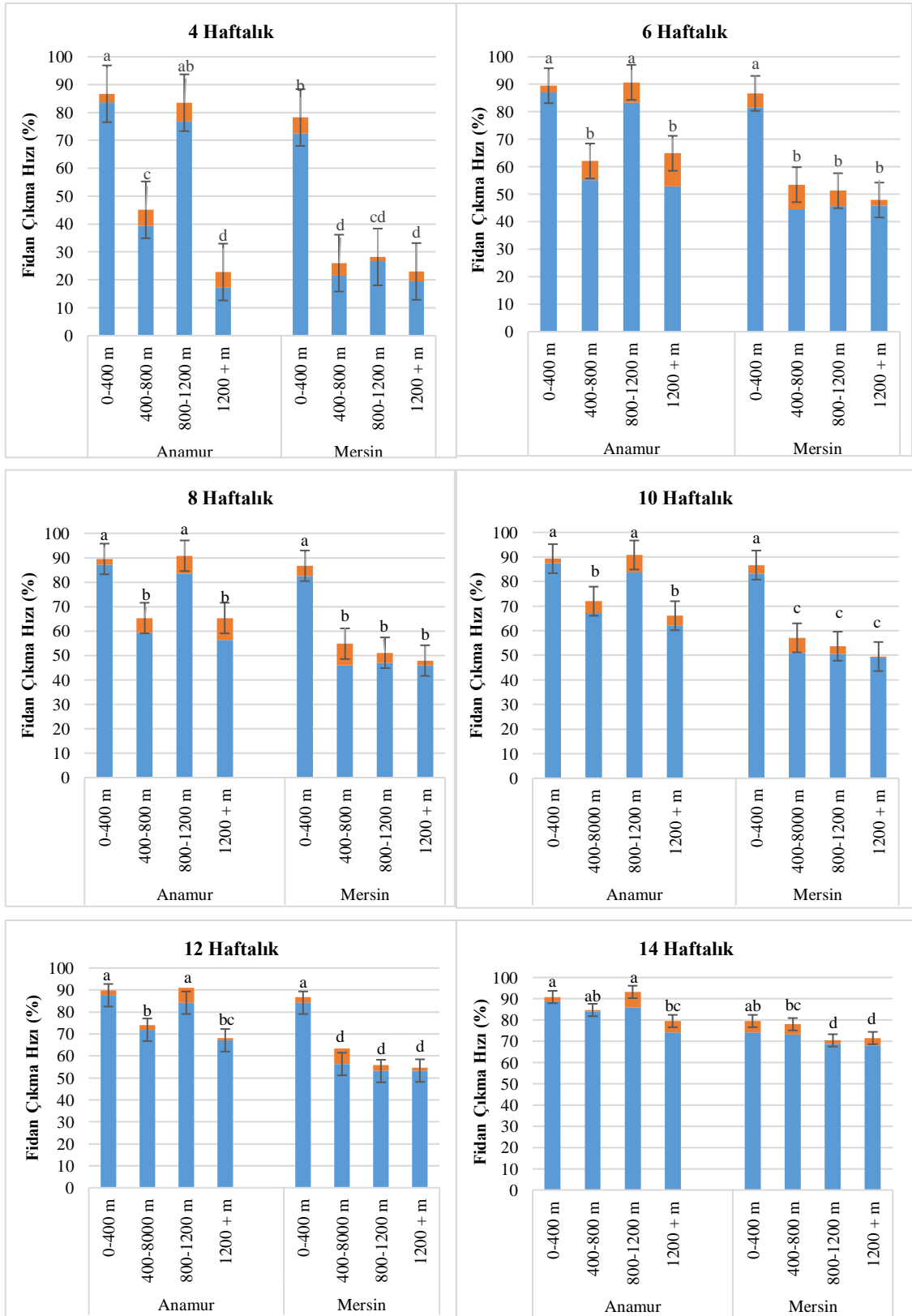
Tohumlar ekildikten sonra ilk çimlenmeler üçüncü haftada başlamıştır. Ancak ibreler toprak yüzeyine tamamen 4. haftada çıktığı için ilk fidan çıkma sayıları bu tarihte kaydedilmeye başlamıştır. Tüm sayım yapılan haftalara (4, 6, 8, 10, 12 ve 14. hafta) yapılan varyans analizi sonucunda fidan çıkma hızları bakımından, *kesit*, *yükselti* ve *kesit x yükselti* etkileşiminde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. *Kesit x yükselti* etkileşimlerine uygulanan Tukey testi sonucunda fidan çıkma hızı ortalamaları bakımından farklılıklar olmuştur ($P < 0.05$; Şekil 3.16).

4. hafta verilerine yapılan analiz sonucunda, en hızlı fidan %83,7 ile Anamur kesitinin 0-400 m yükselti kuşağında olurken, en az 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 değerden dörtte birinden ($1/4$) daha düşüktür (Şekil 3.16). 6 ve 8. hafta fidan çıkma hızları birbirine paralel ilerlemiş olup her iki analiz sonucunda 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 az fidan çıkma Mersin'in 400 m üstü üç yükselti kuşağında olmuş ve fidan çıkma %50 civarında olmuştur (Şekil 3.16).

En son fidan çıkma hızı 14. haftada hesaplanmış ve en yüksek değer 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 yüzdeleri elde edilmiştir. Kesitler bazında karşılaştırıldığında genel olarak Anamur kesitinden toplanan tohumların fidan çıkma hızları Mersin kesitinden toplanan tohumlara göre daha yüksek olmuştur. Kesit ve yükselti arasında ilk haftalarda fidan çıkma hızları arasında fark fazla iken zaman ilerledikçe bu fark azalmıştır (Şekil 3.16).

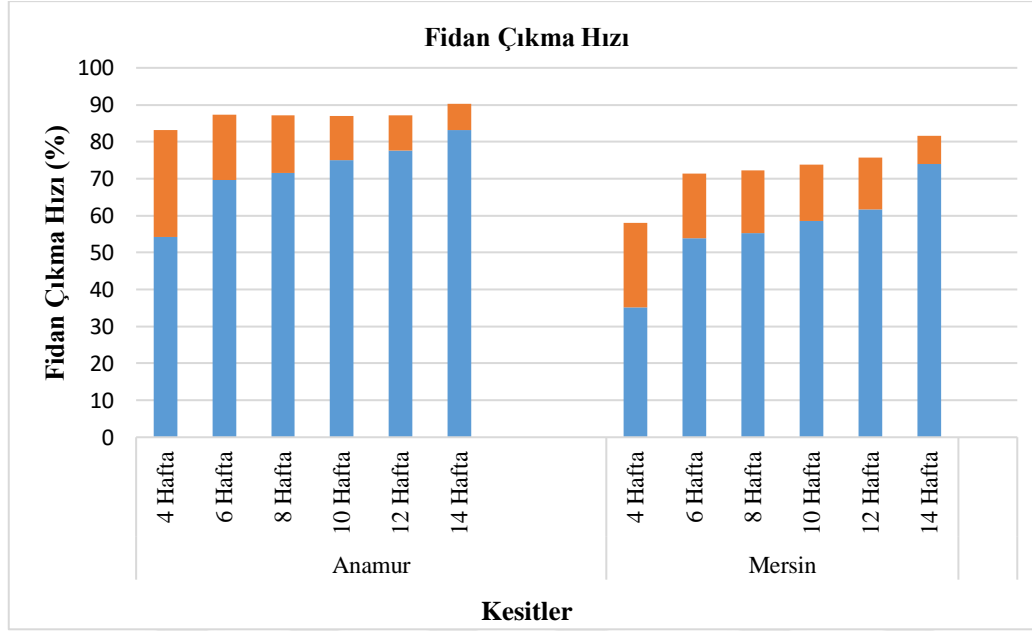




Aynı harfle gösterilen sütunların değerleri istatistiki açıdan benzerdir. Grafikte mavi renk fidan çıkma hızı yüzdesini, turuncu renk standart sapmayı, barlar ise standart hatayı göstermektedir.

Şekil 3.16. 19 yıl saklanan kızılcık tohumlarının kesit ve yükseltiye göre fidan çıkma hızı grafikleri.

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. 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 3.17).



Grafikte mavi renk fidan çıkma hızını, turuncu renk standart sapmayı göstermektedir.

Şekil 3.17. 19 yıl saklanan kızılçam tohumlarında kesitlere göre fidanların çıkma hızı süreci.

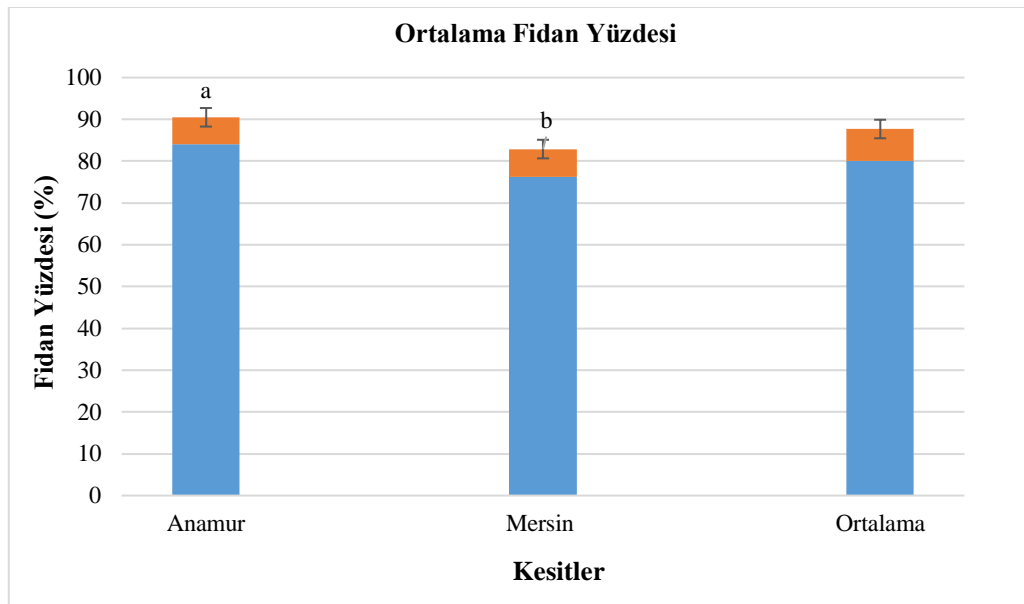
Mersin tohumlarının çimlenebilmesi için Anamur tohumlarından daha fazla bir süreye ihtiyaç duyduğundan bahsetmek mümkündür. Bu durumu açıklayan terim olarak ise tohumdan kaynaklı çimlenme engelinden olabilir. Yükselti basamakları bakımından incelendiğinde ise alçak rakımlarda çimlenmenin daha erken gerçekleşmesinin 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 ve 2024) aynı tohumlarla yapılan çimlendirme çalışmalarında görülmektedir.

3.2.1.2. Fidan Yüzdesi

Seraya ekilen tohumların 16 hafta sonunda fidan yüzdeleri hesaplanmıştır. Fidan yüzdesi analizinde iki yönlü varyans analizi kullanılmış ve *kesit*, *yükselti* ve *kesit x yükselti* etkileşimi bakımından istatistiki olarak fark çıkmıştır. Bu farklılıkları Tukey testi ile

belirlenmiştir.

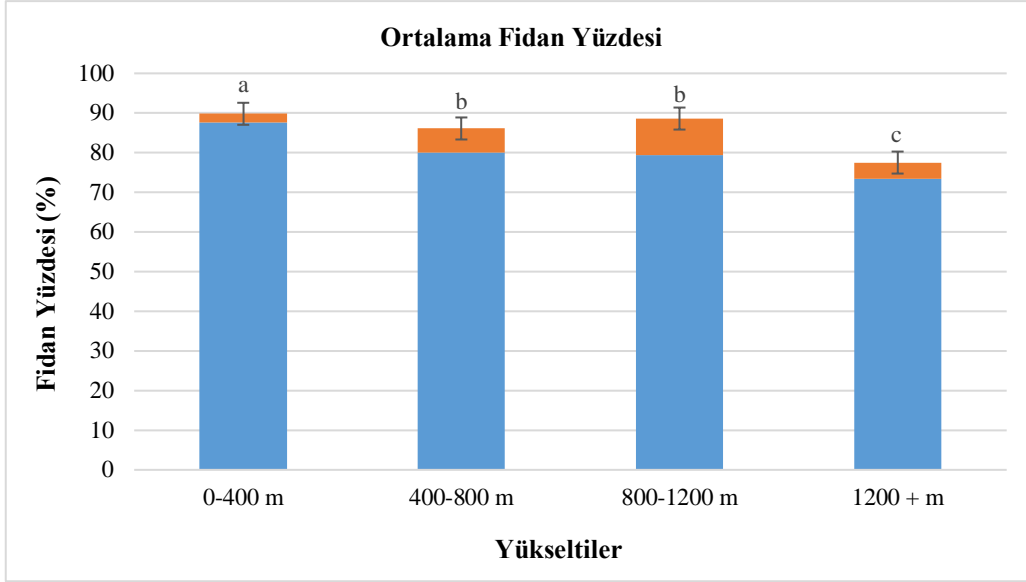
Kesitler bakımından istatistiki fark çıkmıştır. Anamur kesitinde ortalama %84,0 fidan elde edilirken, Mersin kesintide ise %76,2 ile daha düşük fidan elde edilmiştir (Şekil 3.18). Ortalama olarak bakıldığında ise %80'in üzerinden bir fidan yüzdesinin elde edildiği görülmektedir. Tohumun toplandığı yükselti kuşakları, orijinleri ve toplandıktan sonra gerekli saklama koşulları sağlandığında 19 yıl sonrasında dahi %80 başarı elde etmek son derece önemli bir bulgu olmuştur. Nitekim kızılçam gibi hızlı büyüyen ve ülkeden geniş bir yayılışa sahip önem arz eden bir tür için bu sonuçlar yangın ya da olası afetlerden sonra yeniden ağaçlandırma için değerli bir sonuç olmuştur.



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

Şekil 3.18. 19 yıl saklanan kızılçam tohumlarında kesitlere göre ortalama fidan yüzdesi.

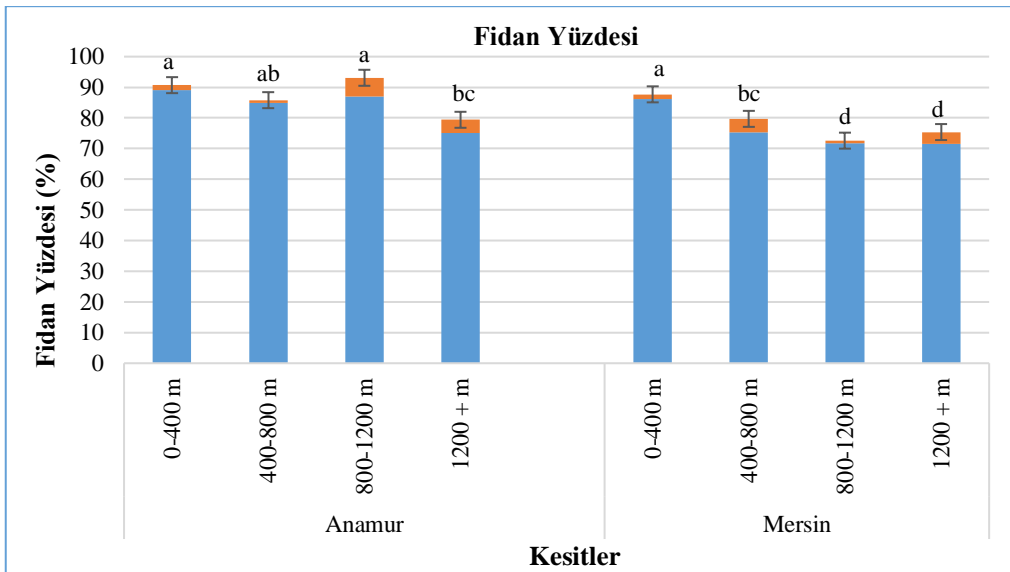
Yükselti basamakları bakımından değerlendirildiğinde en yüksek fidan yüzdesi %87,6 ile 0-400 m yükselti kuşağında elde edilmiştir. 400-800 ve 800-1200 m yükselti kuşağında istatistiki olarak fark çıkmamış ve %80 fidan elde edilmiştir. En az (%73,4) fidan yüzdesi 1200 m üstü yükselti kuşağında olmuştur. Genel olarak yükselti arttıkça fidan yüzdesi azalmıştır (Şekil 3.19).



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

Şekil 3.19. 19 yıl saklanan kızılçam tohumlarında yükselti basamaklarına göre fidan yüzdesi.

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 3.20).



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

Şekil 3.20. 19 yıl saklanan kızılçam tohumlarında kesit ve yükseltiye göre fidan yüzdesi.

4. TARTIŞMA

Bu tez çalışması farklı kesit ve yükselti kademelerinden toplanan ve sabit nem değerinde 3 ± 1 °C sıcaklıkta 19 yıl saklanan kızılçam tohumlarının laboratuvarda çimlenme hızı ve yüzdesi ile serada fidan çıkma hızı ve fidan yüzdesine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Kızılçam tohumlarının saklama öncesi ve saklama sonrası çimlenme performanslarında birçok faktör etkili olabilmektedir (Çetin, 2010; 2004). Bu faktörler tohumun toplandığı bölgeye- yükseltiye, bakıya ve ön işlem görüp görmemesi gibi faktörlere göre değişiklikler gösterebilmektedir (Ürgeç vd., 1989; Skordilis ve Thanos 1995, Çetin, 2010). Bu çalışmada hem saklama öncesi hem de saklama sonrası Anamur'dan toplanan tohumların çimlenme hızları ve çimlenme yüzdeleri Mersin'den toplanan tohumlardan fazla çıkmıştır. Anamur bölgesi tohumlarının daha yüksek çimlenme yüzdesine sahip olma nedeni bu bölgenin konumsal açıdan Mersin bölgesine göre daha güney enlemde ve denizin ılıman etkisinin daha fazla olmasından kaynaklanabilir. Yine aynı çalışmada alt yükseltelerde daha yüksek çimlenmeler olmuş ve genel olarak yükselti arttıkça çimlenme yüzdeleri azalmıştır. Skordilis ve Thanos (1995) üç farklı enlemden topladıkları kızılçam tohumlarını çimlendirmiş, kuzey orijinli tohumlarda diğer orijine göre düşük çimlenmeler olduğunu tespit etmiştir. Türle ilgili farklı yükselti ve orijinlerinden toplanan ve çimlenme yüzdesini belirlemek için yapılan çalışmalarda da orijinler arasında farklılıklar olmuştur. Yükselti basamaklarına göre değerlendirildiğinde ise yükselti arttıkça çimlenmelerin düştüğü ve bu çalışma sonucuna benzer sonuçlar elde edilmiştir (Çetin, 2010). Yine türle yapılan bir başka çalışmada 0-200 m ve 800-1000 m yükseltelerden toplanan tohumlar çimlendirilmiş ve alt yükselti kuşağındaki tohumlarının çimlenme hızları yaklaşık 1.5 kat daha fazla olduğu çıkmıştır. Alt rakım tohumlarının çimlenme yüzdesi üst rakımlardan fazla olduğu tespit edilmiştir (Çetin, 2023).

Kızılçam tohumlarının yüksek rakımlarda çimlenme değerlerinin düşük çıkması üst rakımlardaki tohumların daha fazla çimlenme engeline sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Çetin, 2010; Çetin, 2024). Türle ilgili buna benzer bir çalışmada yüksek rakımlardan elde edilen tohumlarda çimlenme engelini daha fazla olduğu belirtilmiş, zaman ilerledikçe çimlenme engelini kalkması ve bundan dolayı daha geç fidan çıkma hızına ulaştığı sonucuna varılmıştır (Işık, 1980). Özdemir (1977) ise, düşük yükseltelerde çimlenmenin daha erken ve daha yükseklerde ise daha geç tamamlandığını

belirtmiştir. Bunun sebeplerinden birinin ise yüksek kesimlere çıkıldıkça havanın soğuması ve çimlenme için gerekli koşulların daha geç sağlanmış olduğunu öne sürmüştür.

Kızılçam tohumlarında saklama sonrası çimlenme performansları saklama süresi, orijin ve yükselti bağlı olarak değişebilmektedir (Çetin, 2024). Bu çalışmada saklama sonrası tohumların çimlenme hızına bakıldığında, kesit ve yükseltelerde çimlenme hızlarının önemli derecede düştüğü görülmüştür. Ancak, çimlenme yüzdelerinin saklama sonunda çok değişmediği ve saklama öncesi çimlenme yüzdelerini koruduğu tespit edilmiştir. Tohumların bu uzun saklama süresinde çimlenme yüzdelerinin korunmasında tohumların saklandığı tohum nemi ve düşük sıcaklıkta saklanmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Bunun yanında orman ağacı tohumlarının saklanmasında tohumun yapısından gelen farklılıkların yanında, tohumun sağlık durumu, olgunlaşma derecesi, hasat esnasında zarara uğraması, toplandıkları ağaçların bireysel özellikleri, toplama tekniği ve saklama ortamı gibi faktörlerin de etkili olduğunu belirtmiştir (Saatçioğlu, 1971; Ürgenç, 1982). Tohumlar yüksek nem değerinde saklanırsa (genel olarak %12-14 üzeri) depo pestisitlerinin gelişimini ve kızışmayı teşvik ederken, düşük tohum nemi ise (%4'ten düşük) tohum canlılığına zarar vermektedir (Desai, 2004). Düşük sıcaklıklarda saklanmayan tohumlarda bozulma, canlılık kaybının arttığı ve tohum çimlenme yüzdelerinin düşmesine neden olmuştur (Nasreen vd., 2004). Aynı tür tohumlarının 7 yıl oda sıcaklığında kozalağı açılmadan saklanması ile ilgili bir çalışmada Ürgenç ve Odabaşı (1971) çimlenmelerde biraz düşüşler olduğunu bildirmişlerdir. Yine oda sıcaklığında kısa süreli saklamada *Pinus gerardiana* tohumları 12 ay sonunda tohumların canlılıklarının düştüğü belirlenmiştir (Malik ve Shamet, 2009). Avşar (2007) oda sıcaklığında 5 yıl saklanan dallı servi tohumlarının ortalama çimlenme yüzdesini %57.2 ve ortalama çimlenme hızını ise %8.9 olarak tespit etmiştir. Aynı çalışmada düşük sıcaklıkta saklama imkânı olmadığı durumlarda türün tohumlarının oda sıcaklığında ağzı kapalı kaplarda 5 yıla kadar güvenle saklanabileceği belirtmiştir.

Diğer orman ağaçlarıyla kıyaslandığında kızılçam tohumları saklama süresinin bilinmesi daha öncelikli tespit edilmesi gerektiği düşünülmektedir. Çünkü kızılçam ülkemizde çok geniş alanlarda yayılış yapmakta ve bu yayılış alanlarında sıklıkla ve bazen de öngörülemez derecede büyük alanlarda yangınlar olabilmektedir. Yanan bu alanların kısa sürede ağaçlandırılabilmesi için hazırda uygun koşullarda saklanmış tohuma ihtiyaç vardır. Bunun içinde bu türün tohumlarının ne kadar süre saklanabileceğinin bilinmesi ve

buna göre de uygun saklama koşullarında depoda tohumun bulundurulması gerekir. Türün tohumunun saklanması ile ilgili çalışmalardan birinde Dicle (2022) farklı orijinlerden toplanan ve 4-23 yıl saklanan tohumlarda çimlenme yüzdesini ortalama %76,0 olarak tespit etmiş ve kızılçam tohumlarının uygun koşullar altında 20 yıl saklanabileceğini söylemiştir.

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 (Ürgenç, 1973). Yine *Pinus nigra* ile ilgili çalışmada 10 yıllık saklanan tohumların çimlenmeleri %96'dan %58'e düştüğünü ve bu düşüşün nedeninin tohumun saklama neminden kaynaklandığı tespit etmiştir (Temel vd., 2011). Atay vd., (1970) karaçam ve sarıçam 4-5 °C sıcaklıkta ve yaklaşık %8 nem içeriğinde 8 yıllık saklama sonucunda karaçamda, başlangıçtaki çimlenme oranı değişmemiştir 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 vd., 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).

Doğu ladini ile yapılan farklı bir çalışmada 2005 yılında 18 farklı orijinden toplanan tohumalar 0-5 °C'de 9 yıl saklama sonunda laboratuvar ortamında çimlendirilmiş ve saklamanın çimlenme yüzdesi ve hızındaki değişimleri tespit edilmiştir. Saklama sonunda tohumların 13 orijininde çimlenme yüzdesi %50 altında çıkarken, 5 orijinin ise %50'nin üzerinde çimlenme yüzdesine elde edilmiştir. Bu sonuca göre doğu ladini tohumlarının uzun süreli saklamalarda canlılıklarında azalmalar olduğunu ve uzun süreli saklamaya her orijinin uygun olmadığı ortaya konulmuştur (Göktürk vd., 2019). Erkuloğlu (1991) göknar ve sedir tohumlarını; 4 yıl süre ile farklı sıcaklıklarda ve farklı kaplarda saklanan tohumları çimlendirmiş. Araştırma sonunda tohum saklanmada, saklama sıcaklığının ve süresinin etkili olduğunu tespit etmiştir. *Picea abies* tohumlarının saklanması üzerine yapılan bir çalışmada tohumlar 17 yıl -5 ve -6 °C'de, 12 yıl -3 °C sıcaklıklarda 29 yıl saklamış. Saklama süreleri sonunda tohumlarda çimlenme kapasitesinin 12 yıl saklama sonunda %5, 29 yıl saklama sonunda ise tohumlarda %15

oranında azaldığını tespit etmişlerdir (Suszka vd., 2005).

Farklı türler ile yapılan benzer çalışmalar incelendiğinde, Yılmaz (2008) doğu kayını üzerinde sekiz farklı orijinden topladığı tohumları 3 yıl -6 °C’de depolamaya tabi tutmuş. Çalışma sonucunda geç çimlenmeler olsa bile doğu ladini tohumlarının -6 °C ve yaklaşık %6-7 nem içeriğiyle en az 3 yıl boyunca saklanabileceğini tespit etmiştir. Yılmaz, Tonguç ve Ok (2014), Türkiye için endemik bir tür olan *Fraxinus ornus* subsp. *cilicica* tohumlarının saklanması için tohum canlılığı ve çimlenmesi üzerine etkisini araştırmış ve saklama sonunda tür için optimum saklama nemini %3-8 ve optimum saklama sıcaklığını ise +4 °C olarak belirtmiştir.

Serada yapılan ekimlerde, fidan çıkma hızı ve fidan yüzdesi hesaplanmış. 4 hafta sonunda Anamur ve Mersin’in 0-400 m yükselti kuşağında ortalama %80 fidan çıkma hızına erişilirken, 1200 m üstü yükseltide ortalama %20 civarında olmuştur. Çalışmanın sonlandırıldığı 16. hafta sonunda fidan yüzdesi hesaplanmış en az orijinde bile %70’in üzerinde fidan elde edilmiştir (Öztürk ve Çetin, 2024). Çalışmada laboratuvardaki çimlenme yüzdesi ve seradaki fidan yüzdesi karşılaştırıldığında, seradaki bazı üst yükselti kuşaklarında laboratuvardaki sonuçlardan daha yüksek fidan yüzdesine ulaşıldığı görülmektedir. Bunun nedeni laboratuvardaki 28 günlük çimlenme süresinin çimlenme engelini kaldırmada yeterli olmadığı, ancak fidan yüzdesinin hesaplandığı 16. haftalık ekim sürecinde tohumların çimlenme engelini giderildiği anlaşılmaktadır. Bu sonuçlardan yararlanılarak çimlenme engeli olan kızılçam tohumlarının fidanlıklardaki ekimlerin ve ağaçlandırmalardaki tohum serme ve takviyesinin sonbaharda yapılmasının daha uygun olacağı söylenebilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

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 laboratuvar ortamında çimlendirme ve serada ekim yoluyla çimlendirme olmak üzere iki farklı ortamda çimlendirilmiş ve çimlenme yüzdesi ile fidan performansları dolayısıyla tohumların saklanabilirliği ortaya konmaya çalışılmıştır. Çalışmada saklama sonunda çimlenme hızının onuncu ve on dördüncü günde önemli derecede düştüğü ancak çimlenme yüzdesinin genel anlamda değişmediği görülmüştür. Serada yapılan ekimler sonucunda fidan çıkma hızı bakımından yükselti kuşakları arasında önemli derecede farkların olduğu, fidan yüzdesi bakımından kesit ve yükselti arasında çok farkın olmadığı veya birbirine yakın fidan yüzdesinin elde edildiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak kızılçam tohumlarının 19 yıl saklanması sonucunda %66-88 çimlenme yüzdesi ve %72-89 arası fidan yüzdesi elde edilmiştir. Kızılçam tohumlarında genel olarak alçak rakımların çimlenme yüzdesi ve fidan yüzdesi, yüksek rakımlara göre daha fazladır. Bu sonuçlar türün tohumlarının uzun süre saklama sonrası canlılığını önemli ölçüde koruduğunu göstermektedir. Kızılçam tohumlarının uygun koşullarda (3 ± 1 °C) saklanması durumunda uzun süre çimlenme özelliğini koruyabileceği ve ihtiyaç halinde (fidanlıklarda, ağaçlandırmalarda ve özellikle de büyük yangınlar sonrası) sorunsuzca kullanılabilirliği ortaya konulmuştur.

Uygulayıcılara ve araştırmacılara diğer orman ağacı türleri için optimum saklama koşullarını, saklama sürelerini belirlemeleri ve uygun koşullarda yeterli miktarda tohum depolamaları önerilmektedir.

6. KAYNAKLAR

- 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.
- Avşar, M. D., (2007). Oda Sıcaklığında 5 Yıl Saklanan Dallı Servi (*Cupressus sempervirens* var. *horizontalis*) Tohumlarında Çimlenme Özellikleri, *Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, seri A, sayı:1, 28-33.
- Ayan, S., Erkan, C., Gülseven, O., Akın, Ş. S., Yılmaz, E. ve Yer Çelik, E. S., (2019). Yüksek Sıcaklık Şoklarının Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Popülasyonlarında Tohum Çimlenmesine Etkileri, *Turkish Journal of Forestry*, 20(4): 312-316.
- 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. ve Çalikoğlu, M., (2000). Türkiye orman ağaçları ıslahında bazı yeni strateji ve uygulamaların değerlendirilmesi ile ağaç ıslahı çalışmalarının ormancılık sistemin entegrasyonu konusunda öneriler, *Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü Yayınları*, Sayı 1, s. 55-81, Ankara.
- Boydak, M. ve Özhan, S., (1996). Orman yangını geçiren alanların havza amenajmanı ve ağaçlandırma açısından değerlendirilmesi: Kıbrıs örneği, İ.Ü. *Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt 46, Sayı 2, s. 37-57.
- Boydak, M., (2008). Türkiye’de Endüstriyel Plantasyonlar ve Önemi, *I. Ulusal Okaliptüs Sempozyumu*, 15-17 Nisan 2008, Tarsus s.1-12.
- Boydak, M., Dirik, H. ve Çalikoğlu, M., (2006). Kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) Biyolojisi ve Silvikültürü, OGEM-Vakfı Yayınları, 364 s. Ankara.

- Boydak, M., Ertaş, A. ve Çalışkan, S., (2007). Türkiye’de Sürdürülebilir Ormancılık ve Endüstriyel Plantasyonların Sürdürülebilir Ormancılıktaki Yeri, *Bottlenecks, Solutions, and Priorities in the Context of Function of Forest Resources-International Symposium-The 150th Anniversary of Forest Education in Turkey (October 17-19, 2007, Harbiye/İstanbul)*, s. 121-135.
- Bozkurt, Y. ve Göker, Y., (1980). *Orman Ürünlerinden Faydalanma*, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Bozkurt, Y., Göker, Y., Erdin, N. ve As, N., (1993). Datça kızılçamında anatomik ve teknolojik özellikler, *Uluslararası Kızılçam Sempozyumu*. (18-23 Ekim 1993, Marmaris), Orman Bakanlığı Yayını, s. 628-636. Ankara.
- Çalışkan, S., (2006). Doğal Kızılçamlarda (*Pinus brutia* Ten.) Populasyonlar Arası ve İçi Genetik Çeşitlilik, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt 56, Sayı 1, s. 169-196.
- Çetin, B., (2010). “Mersin Yöresinde Kızılçam (*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*, (147) 3-4, 129-135.
- Çetin, B., (2024). The Effect of Storage Time on Germination of Turkish Pine (*Pinus brutia* Ten.) Seeds, *Sumarski List*, (148) 1-2, 49–58.
- Çolakoğlu, G., Kalaycıoğlu, H. ve Örs, Y., (1993). Kızılçam Kabuklarının Yonga Levha ve Kontrplak Üretiminde Değerlendirilmesi, *Uluslararası Kızılçam Sempozyumu*, (18-23 Ekim 1993) - Marmaris, Orman Bakanlığı Yayını, s. 700-711.
- Davis, P. H., (1965). *Flora of Turkey and East Aegean Island*, vol. 1, p. 74-75. Univ of Edinburgh Press, Edinburgh.
- Desai, B. B. (2004). *Seeds handbook: Processing and storage*. CRC press. 771 pp, Newyork.
- Dicle, B., (2022). “Kızılçam (*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.
- Eler, Ü., (1992). Kızılçamda Hasılat Araştırmaları, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri A*, 42:1.
- Erkuloğlu, Ö. S., (1991). Kayın, Gökmar ve Sedir Tohumlarının Uzun Süreli Saklama Olanakları Üzerine Araştırmalar. *İç A.O.A. Dergi Serisi Dergi No: 77 Teknik Rapor Serisi No:62*, Ankara.
- Euforgen, (2008). Distribution map of *Brutia* pine (*Pinus brutia*) www.euforgen.org.
- 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.
- Karşahin, H., Velioglu, E., Nur, M., (2001). Toros sediri (*Cedrus libani* A. Richard) ve Doğu Karadeniz Gökmarı (*Abies nordmanniana* (steven) spach.) tohumlarının uzun süreli saklama olanakları, *Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü Yayınları Teknik Bülten No:7*, Orman Bakanlığı Yayın No: 140, Müdürlük Yayın No : 18 ISBN: 975-8273-39-6, Ankara.
- Kosk1, V. ve Antola, J., (1993). *Türkiye milli ağaç ıslahı ve tohum üretim programı (1994-2003)*, Enzo Forest Development OY LTD, AGM-ENZO, (Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü ile beraber hazırlanmıştır (Çevirenler: Sadi ŞIKLAR ve Hikmet ÖZTÜRK), 49 s.
- 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*, vol. 3, no. 12, pp.

- Neyiřci, T. ve Cengiz, Y., (1985). Sıcaklık ve külün kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) tohumlarının çimlenme yeteneği ve fidan büyümesi üzerine etkileri, *Doğa Bilim Dergisi*, Seri 2, Cilt 9, Sayı 1, s. 121-131.
- Ogm (Orman Genel Müdürlüğü), (2022). <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler>. (Eriřim Tarihi: 09.06.2024).
- Özdemir, T., (1977). Antalya bölgesinde kızılçam (*Pinus brutia*. Ten.) tabii gençleştirme olanakları üzerine araştırmalar, *İstanbul.Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt 27, Sayı 2, s. 239-293.
- Öztürk, İ. ve Çetin, B., (2024). Uzun Süre Saklanan Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Tohumlarının Sera Ortamında Fidan Çıkma Hızı ve Fidan Yüzdelerinin Belirlenmesi, *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 20(1), 428-443.
- Öztürk, N. ve Deligöz, A., (2018). Farklı tohum bahçelerine ait kızılçam (*Pinus brutia*) fidanlarının bazı morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerinin araştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 22: 924-931.
- 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 s.
- Saatçioğlu, F., (1976). Silvikültürün biyolojik esasları ve prensipleri (Silvikültür I), *İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını*, İstanbul.
- Selik, M., (1963). Kızıçam (*Pinus brutia* Ten.)'ın Botanik Özellikleri Üzerine Araştırmalar. *Orman Genel Müdürlüğü Yayını*, No:353, İstanbul.
- 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, p. 151-160.
- Suszka, B., Chmielarz, P. ve Walkenhorst, R., (2005). How long can seeds of spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) be stored *Ann. For. Sci.*, 62: 73-78.

- 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.
- Ürgeç, 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*, Seri A, Cilt 21, Sayı 2, s. 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 A, Cilt 27, Sayı 2, s. 80-114.
- Ürgeç, S., (1982). Orman Ağaçları Islahı, İ.Ü. Yayın No:2836, *Orman Fakültesi Yayın No: 293*, İstanbul.
- Ürgeç, S., Boydak, M., Özdemir, T., Ceylan, B. ve Eler, Ü., (1989). Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) meşcerelerinde aralama ve hazırlama kesimlerinin tepe gelişimi ve tohum hasılatına etkileri üzerine araştırmalar, *Ormanlık 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.
- Yılmaz, M. (2008). Three-year storage of oriental beechnuts (*Fagus orientalis* Lipsky). *European Journal of Forest Research*, 127, 441-445.
- Yılmaz, M., Kaplan, A. ve Vermez, Y., (2013). Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)'ın Üç Uç Populasyonuna Ait Bazı Tohum Özellikleri, *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 16(1).
- Yılmaz, M., Tonguç, F. ve Ok, T. (2014). Türkiye'nin endemik ağaçlarından *Fraxinus ornus* subsp. *cilicica* tohumlarının saklanması ve tohum canlılığı ve çimlenmesi üzerine etkisi. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 15, 15-20.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : İlyas ÖZTÜRK

Yabancı Dili : İngilizce

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans	Orman Mühendisliği	Düzce Üniversitesi	2024
Lisans	Orman Mühendisliği	Karadeniz Teknik Üniversitesi	2017
Lise	Mobilya ve Dekorasyon	Terme Endüstri Meslek Lisesi	2011

YÜKSEK LİSANS TEZİNDEN ÜRETİLEN YAYIN

Öztürk, İ. ve Çetin, B., 2024. Uzun Süre Saklanan Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Tohumlarının Sera Ortamında Fidan Çıkma Hızı ve Fidan Yüzdelerinin Belirlenmesi, , *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 20 (1), 428-443.