ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.) TOHUMLARINDA UZUN DÖNEM SAKLAMANIN ÇİMLENME ÜZERİNE ETKİLERİ

Belkız DİCLE

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÇANKIRI
2022

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Belkız DİCLE tarafından hazırlanan **"Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Tohumlarında Uzun Dönem Saklamanın Çimlenme Üzerine Etkileri"** adlı tez çalışması 28/05/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman **:** Dr. Öğr. Üyesi Bora İMAL

Jüri Üyeleri **:**

Başkan **:** Prof. Dr. Sezgin AYAN
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Kastamonu Üniversitesi

Üye **:** Dr. Öğr. Üyesi Funda OKSAY
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Üye **:** Dr. Öğr. Üyesi Bora İMAL
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. İbrahim ÇİFTÇİ

Enstitü Müdür

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğine göre hazırlamış olduğum **"Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Tohumlarında Uzun Dönem Saklamanın Çimlenme Üzerine Etkileri"** konulu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, tezin Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nden başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve bu çalışmanın Çankırı Karatekin Üniversitesi tarafından kullanılan "Bilimsel İntihal Tespit Programı'yla tarandığını, "intihal içermediğini" beyan ederim. Çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması halinde ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm. Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim (12/06/2022).

Belkız DİCLE

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KIZILÇAM (*Pinus brutia* Ten.) TOHUMLARINDA UZUNDÖNEM SAKLAMANIN ÇİMLENME ÜZERİNE ETKİLERİ

Belkız DİCLE

Çankırı Karatekin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Bora İMAL

Ülkemizde kızılçam türünde yoğun yapay-doğal gençleştirme çalışmaları ve orman yangınları göz önünde bulundurulduğunda ıslah edilmiş tohumların kalitesine zarar vermeden uzun yıllar saklanması zorunluğu büyük önem taşımaktadır. Tohumların saklanması üzerinde; sıcaklık, saklama süresi, nispi nem, saklama metodu, tohumun nem miktarı ve tohumlardaki fungal inokulum miktarı etkilidir. Bu çalışmada, uzun dönem saklamanın kızılçam tohumları üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla 5 farklı orijini temsil eden (Gündoğmuş, Kaş, Kesmeçay, Bucak ve Serik orijinleri) tohum bahçelerinden 1997-2017 yılları arasında temin edilmiş kızılçam tohumları kullanılmıştır. Tohumlar temin edildikten sonra aynı koşullar altında, Antalya Orman Fidanlığı soğuk hava deposunda saklanmıştır. Orijinlerin seçiminde farklı yükselti ve iklim kuşaklarını temsil etmesine özen gösterilmiştir. Araştırmada ile farklı saklama yıllarına ait tohumlarda 1000 dane ağırlığı ve tohum rutubet yüzdesi tespit edilmiş ardından çimlendirme testleri gerçekleştirilmiştir. Çimlendirme testleri İnkübatörde 25°C sıcaklıkta 28 gün sürede tamamlanmıştır. Testler öncesinde tohumlarda yüzey sterilizasyonu yapılmıştır. Çimlendirme testleri sonrasında tohumların çimlenme yüzdeleri (ÇY) ve ortalama çimlenme süreleri (OÇS) hesaplanmıştır. Çalışma sonunda tohumların 1000 tane ağırlığı değerlerinin yıllara göre birbirine yakın olduğu, ortalama 1000 dane ağırlığının 56,19 gram, minimum 1000 dane ağırlığının 46,1 gram, en yüksek 1000 dane ağırlığı 63.43 gram olarak tespit edilmiştir. Orijinlerin rutubet yüzdeleri saklama koşulları nedeni ile yıl geçtikçe genelde bir artış göstermiştir. Orijinlerde ortalama rutubet yüzdesi %11,56 olarak tespit edilmiştir, fakat bazı orijin ve saklama yıllarında tohumlara ait rutubet yüzdeleri %12'nün üzerinde tespit edilmiştir (Kesmeçay 2014 yılı, Serik 2012 yılı ve Gündoğmuş 2013 yılı). Kızılçam tohumlarında orijinlere göre saklama süresinin çimlenme yüzdesi (ÇY) ve ortalama çimlenme süresi (OÇS) değerleri üzerindeki etkisi genel olarak değerlendirildiğinde tohumun saklama süresi uzadıkça orijinlerde ÇY değerleri azalış göstermiş, OÇS değerleri ise artış göstermiştir. Fakat, bazı orijinlerde ise saklama süresi bakımından ÇY değerleri aynı kalmış, bazı OÇS değerleri ise azalmıştır. Tüm orijin ve saklama yılları ele alındığında kızılçam türünde 4-23 yıl saklanan tohumlarda ortalama ÇY %75,98 ve OÇS 15,82 gün olarak tespit edilmiştir. Tüm bu veriler birlikte değerlendirildiğinde kızılçam türü tohumlarının uygun koşullar altında 20 yıla kadar saklanabildiği kanısına varılabilir.

2022, 38 sayfa

ANAHTAR KELİMELER: Tohum, Tohum saklama, Kızılçam, Çimlenme

ABSTRACT

Master of Science Thesis

IMPACT OF LONG-TERM STORAGE ON THE GERMINATION OF TURKISH PINE (*Pinus brutia* Ten.) SEEDS

Belkız DİCLE

Çankırı Karatekin University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Forest Engineering

Advisor: Asst. Prof. Dr. Bora İMAL

Considering the intensive artificial and natural rejuvenation studies and forest fires affecting red pine species in our country, it is of great importance to store the improved seeds for many years without compromising their quality. Temperature, storage time, relative humidity, storage method, seed moisture content, and the amount of fungal inoculum in the seeds are factors that affect seed storage. This study investigates the effect of long-term storage on red pine seeds. For this purpose, red pine seeds obtained from seed orchards representing five different origins (Gündoğmuş, Kaş, Kesmeçay, Bucak, and Serik) between 1997 and 2017 were used. After the seeds were obtained, they were stored under the same conditions in the cold storage of Antalya Forest Nursery. In the selection of origins, care was taken to represent different altitudes and climatic zones. In the research, 1000 grain weight and seed moisture percentage were determined in seeds belonging to different storage years, and then germination tests were carried out. Germination tests were completed in an incubator at 25°C in 28 days. Before the tests, the seeds were surface sterilized. After the germination tests, the germination percentages (GP) and mean germination times (MGT) of the seeds were calculated. At the end of the study, it was determined that the 1000-grain weight values of the seeds were close to each other by years, the average 1000-grain weight was 56.19 grams, the minimum 1000-grain weight was 46.1 grams, and the highest 1000-grain weight was 63.43 grams. The moisture percentages of the origins generally increased over the years due to storage conditions. The average seed moisture percentage in the origins was determined as 11.56%, but in some origin and storage years (Kesmeçay 2014, Serik 2012, and Gündoğmuş 2013), the seed moisture percentages were found to be above 12%. When evaluating the overall effect of the storage period on the germination percentage (GP) and mean germination time (MGT) values of red pine seeds from different origins, it was observed that the GP values decreased with increasing storage period, while the MGT values increased. However, in some origins, the GP values remained the same in terms of storage time, while some MGT values decreased. Considering all the origins and storage years, the average germination percentage (GP) was 75.98% and the mean germination time (MGT) was 15.82 days in red pine seeds stored for 4-23 years. When all of this data is evaluated together, it can be concluded that red pine seeds can be stored for up to 20 years under appropriate conditions.

2022, 38 pages

Keywords: Seed, Seed storage, *Pinus brutia,* Germination

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜRLER

"Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Tohumlarında Uzun Dönem Saklamanın Çimlenme Üzerine Etkileri" adlı bu çalışma 2018-2021 yılları arasında hazırlanarak Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü'nde "Yüksek Lisans" tezi olarak hazırlanmıştır.

Tez konusunun belirlenmesinde bilgi birikimiyle bana yol gösteren, laboratuvar çalışmalarımda birebir ilgilenen, Silvikültür Anabilim Dalı öğretim üyesi değerli danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Bora İMAL' e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca laboratuvar çalışmaları sırasında yardım ve desteklerini esirgemeyen Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü öğrencileri Defne KARATAŞ, Rümeysa AKBAŞ, Mustafa ÇALÇOBAN, Yusuf Can KULAZ, Enes GÖKNAR ve değerli meslektaşım Ergün AVŞAR' a, Hatice MUSLA' ya ve adını burada sayamadığım katkısı olan tüm arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmada kullanılan kızılçam tohumları Antalya Orman Fidanlığından temin edilmiştir. Tohumların kullanılmasına olanak sağlayan Antalya Orman Fidanlık Müdürlüğüne teşekkür ederim.

Ayrıca maddi manevi tüm desteklerini esirgemeyen aileme sabırlarından dolayı sonsuz teşekkür ederim.

Belkız DİCLE
Çankırı, Haziran 2022

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **i**
ABSTRACT ..... **ii**
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜRLER ..... **iii**
İÇİNDEKİLER ..... **iv**
SİMGELER DİZİNİ ..... **vi**
KISALTMALAR DİZİNİ ..... **vii**
ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **viii**
1. GİRİŞ **1**
2. LİTERATÜR ÖZETİ **4**
2.1 Kızılçam'ın Genel Silvikültürel ve Tohum Özellikleri **4**
2.2 Orman Ağacı Tohumlarının Saklanma Yöntemleri **6**
2.3 Kaynak Özetleri **8**
3. MATERYAL VE YÖNTEM **11**
3.1 Materyal **11**
3.1.1 Tohumların saklandığı Antalya Orman Fidanlığı ve soğuk hava deposunun tanıtımı **11**
3.1.2 Orijinlerin seçimi, tohum temini ve tohumların toplandığı alanlara ait bilgiler **12**
3.1.3 Orijinlere ait tohumların temini sonrası saklanma koşulları **13**
3.1.4 Araştırmada kullanılan araç ve gereçler **14**
3.2 Yöntem **14**
3.2.1 Tohumlarda bin dane ağırlığının tespiti **14**
3.2.2 Tohumlarda hava kurusu rutubet miktarının belirlenmesi **15**
3.2.3 Tohumlarda çimlendirme testleri ve çimlenme değerlerinin elde edilmesi **16**
3.2.4 Verilerin değerlendirilmesi ve istatistiksel analiz **19**
4. BULGULAR **20**
4.1 Tohumlarda Bin Dane Ağırlığına Ait Bulgular **20**
4.2 Rutubet Yüzdesine Ait Bulgular **21**
4.3 Tohumların Çimlenme Yüzdesi ve Ortalama Çimlenme Süresine Ait Bulgular **23**
5. TARTIŞMA ve SONUÇ **27**
KAYNAKLAR **34**

ÖZGEÇMİŞ.....38

SİMGELER DİZİNİ

'	Dakika
"	Saniye
°C	Santigrat Derece
%	Yüzde

KISALTMALAR DİZİNİ

cm	Santimetre
gr	gram
m	Metre
mg	Miligram
mL	Mililitre
mm	Milimetre
vd	ve diğerleri
TM	Tohum meşceresi
TB	Tohum bahçesi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Kızılçamın Yayılış Haritası (OGM, 2021) 5
Şekil 2.2 Kızılçam Tohumu ve Kozalağı 6
Şekil 3.1 Antalya Orman Fidanlığına ait genel bir görünüm 11
Şekil 3.2 Antalya Orman Fidanlığı soğuk hava deposunun genel bir görünümü 12
Şekil 3.3 Araştırmada kullanılan kızılçam tohumlarının temin edildiği tohum bahçeleri 13
Şekil 3.4 Temin edilen tohumların +4 °C saklanması 14
Şekil 3.5 Tohumların sayılarak bin dane ağırlığının hesaplanması 15
Şekil 3.6 Tohumlarda rutubet testinden bir kesit 16
Şekil 3.7 Tohumların saf suda bekletilmesi 17
Şekil 3.8 Tohumların cam petri kaplarına yerleştirilmesi 17
Şekil 3.9 Çimlendirme testleri ve çimlenen tohumların sayımı 18
Şekil 4.1 Tohumların yıllara göre 1000 dane ağırlıkları 21
Şekil 4.2 Tohumların yıl-yaşa göre rutubet yüzdeleri 22
Şekil 4.3 Orijinlerin saklama yıllarına göre çimlenme yüzdeleri 25
Şekil 4.4 Orijinlerin saklama yıllarına göre ortalama çimlenme süreleri 26

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3. 1 Antalya Orman Fidanlığına ait bilgiler 11
Çizelge 3.2 Çalışmada kullanılan tohum materyaline ilişkin bilgiler 13
Çizelge 4.1 Orijinlere ve toplanma yıllarına göre tohumların 1000 dane ağırlıkları 20
Çizelge 4.2 Orijinlere ve toplanma yıllarına göre tohumların rutubet yüzdeleri 22
Çizelge 4.3 Çimlenme değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları 23
Çizelge 4.4Saklanma süresinin tohumlarda çimlenme yüzdesi (ÇY) ve ortalamaçimlenme süresine (OÇS) etkisini gösteren Tukey testi sonuçları 24
Çizelge 5.1 Tohumların hasat edildiği yıla ve çalışma yılına ait ÇY değerleri 32

1. GİRİŞ

Türkiye 78 milyon hektarlık alanıyla, ekolojik olarak zengin bir çeşitliliğe sahiptir. Bu zenginlik içerisinde ormanlar da önemli bir yer tutmaktadır. 2020 yılı itibarıyla yapılan tespitlere göre ormanlık alanlar, ülke alanının %29,4' ünü kaplamaktadır. Bu alanlara ağaçsız orman alanları dahil edilmemiştir. 2016-2020 yılları arasında yenilenen orman amenajman planlarının veri tabanında güncellenmesi sonucu elde edilen verilere göre ülke ormanlık alan miktarı 22,9 milyon hektar olarak tespit edilmiştir. Bu ormanlık alan miktarı ülke genel alanının %29,4'üdür (OGM 2020).

Orman Genel Müdürlüğü verilerine göre Kızılçamın ülkemizde yapılan ağaçlandırmadaki payı %40' a yaklaşmıştır (Boydak vd. 2006, Öztürk ve Deligöz 2018). Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Ülkemizin iğne yapraklı türleri içinde en geniş yayılışa sahip (5.215.292 ha.) alanı ile toplam alanın %22,74 'ünü kapsamaktadır. Ağaçlandırma çalışmalarında en çok kullanılan tür kızılçamdır. Bahsi geçen ağaçlandırma çalışmalarında tohum gereksiniminin karşılanabilmesi ise büyük önem taşımaktadır.

Tohum gerek ekim gerek dikim yoluyla olsun ağaçlandırma çalışmalarının en temel gereksinimidir (Ürgenç 1998). Ağaçlandırma çalışmaları için gerek duyulan tohumun her yıl karşılanması mümkün olmayabilir. Nitekim zayıf tohum yıllarında yeterli miktarda tohum elde edilemeyebilir. Bu nedenle bol tohum yıllarında elde edilen tohumların zarar görmeden saklanması gerekliliği doğar (Ürgenç 1998). Tohumların saklanması üzerinde; sıcaklık, saklama süresi, nispi nem, saklama metodu, tohumun nem miktarı ve saklanacak tohumların üzerindeki ya da içerisindeki fungal inokulum miktarı etkilidir.

Bol tohum dönemlerine göre tohum oluşumunun az olduğu düşük tohum yıllarında ihtiyaç duyulan tohumların elde edilebilmesi için büyük sahalarda tohum toplanması maliyetlidir (Ürgenç ve Odabaşı 1971). Bol tohum yılında toplanan tohumların, düşük tohum yıllarında fidan üretimi için ihtiyaç duyulan tohumların daha önceki bol tohum yıllarında elde edilerek uygun koşullar altında özelliklerini yitirmeden saklanmaktadır. (Atay vd.1970, Boydak vd 2006).

Ülkemizde orman ağacı tohumlarının çimlenme kabiliyetlerini yitirmeden saklanma sürelerinin belirlenmesi konusunda çalışmalar bulunsa bu çalışmalar çoğunlukla 5-10 yıllık bir dönemi kapsamakta, daha uzun süreli saklama konusunda bir çalışma bulunmamaktadır da (Ürgenç ve Odabaşı 1971, Saatçioğlu 1971, Aslan 1972, Boydak 1981, 1982, Temel vd. 2011, Göktürk vd. 2019).

Saklanan tohumlarda genetik yaşamın sürekliliği bakımından bekleme zamanı önemlidir (Pradhan *et al*. 2012). Tohumun bekleme süresinin bazı özellikleri dikkate alındığında yaşama kabiliyetlerinde üzerine etkili olduğu görülmektedir. Tohumların bazılarının hayatta kalma süresi az iken, bazı tohumlar uzun süre hayatta kalabilmektedirler. Hayatta kalma süreleri tohumda bazı özelliklere göre değişiklik gösterebilmektedir. Araştırmacı yaptığı araştırmada nişastaca zengin tohumların yağ ve reçinece içeren tohumların çimlenme yeteneğini daha çabuk kaybettiğini söylemektedir (Yahyaoğlu ve Ölmez 2003).

Tohumlarda solunum tohumun olgunlaşma durumuna göre değişiklik göstermektedir. Olgun tohumlarda solunum düşük seviyede bulunduğundan olgun olarak hasat edilen tohumların yaşam süreleri, olgunlaşmadan hasat edilen tohumlardan uzundur (Atay vd. 1970, Yahyaoğlu ve Ölmez 2003).

Tohumların hayatta kalmasında saklama zamanı ile saklama yeri de önem arz eder. Yapılan çalışmalarda oda sıcaklığında tohumların saklanmasıyla tohumlarda bozulma, canlılık kaybı ve bunun sonucunda da çimlenmelerin azaldığı tespit edilmiştir. Tohumları oluşturan hücrelerin plazmaları saklama esnasında temel olarak uyku durumunda olmasına rağmen yine bir hava alışverişi ve transpirasyon olmaktadır. Bu yüzden tohumların saklanması sırasında sıcaklık, tohum biyolojisi ve tohumun nem içeriği gibi etkenler tohumun hayatiyetini devam ettirmesi açısından önemlidir. Tohumları uygun yerde muhafaza ederken sıcaklığın ve nemin artması mantar oluşumunu ve tohumların arız olan muhtemel böcek veya parazitlerin oluşmasını (Christensen 1972). Teşvik etmektedir. Tohumları muhafaza esnasında hava sıcaklığı düşük derecede tutulursa transpirasyon en aza düşer. Hava akışı en az düzeyde tutulursa respirasyon en aza düşer ve böylece en uzun muhafaza sağlanmış olur. Rutubet en az düzeye indirilirse, tohumun çürümesi ve küflenmesi engel olunur (Yahyaoğlu ve Ölmez 2003).

Uzun zaman muhafaza edilecek tohumlarda tohumların hayatiyetine ve sağlığına zarar olmayacak uygun alanların oluşturulması ve tohumların bu alanlarda muhafazası önem arz etmektedir. İbreli ağaçların tohumlarının muhafazası hava geçirmeyen galvanizli kaplarda ve uygun hava ortamlarında saklamak olmak üzere iki yöntemle yapılmaktadır. Hava almayan galvanizli kaplarda tohumların muhafazası için ışıksız yerler ve soğuk saklama ortamlarının seçilmesi önem arz etmektedir. Işık olmayan ve düşük sıcaklıkta solunum asgari orana geldiğinden tohumun hayatiyeti korunmaktadır. Rutubetli ortamlarda saklanan tohumlarda tohumun hayatiyeti devam ettirmesini engelleyen koşullar oluştuğundan tohumun ve tohumun saklanacağı kapların kesinlikle kuru halde olmalıdır. Kızılçam tohumları +4 ºC de kuru saklama yöntemi ile 5-6 yıl çimlenme kabiliyetini yitirmeden saklanabilmektedir (Ürgenç ve Odabaşı 1971, Aslan 1972). Yine doğu ladini türü tohumları sıcaklığı +1ºC ila +5ºC olan bodrumlarda veya soğuk hava depolarında -3ºC ila -15ºC de 4-5 yıl kadar çimlenmesini kaybetmeden saklanabilir (Saatçioğlu 1971, Göktürk 2019). Karaçam tohumları ise çimlenme kabiliyetini yitirmeden 8-10 yıl (Boydak 1982, Temel vd. 2011) Sarıçam tohumları ise 5-6 yıl saklanabilmektedir (Boydak 1981).

Bu çalışma, Antalya Orman Fidanlığı soğuk hava deposunda uygun koşullarda (+4 ºC ve hava almayan kaplarda) belirli periyotlarla 20 yıldır saklanan 5 farklı kızılçam orijinine ait tohumlar üzerinde yürütülmüştür. Orijinler farklı yükselti ve iklim kuşaklarını temsil etmektedir.

Çalışmanın amaçları aşağıda belirtilmiştir

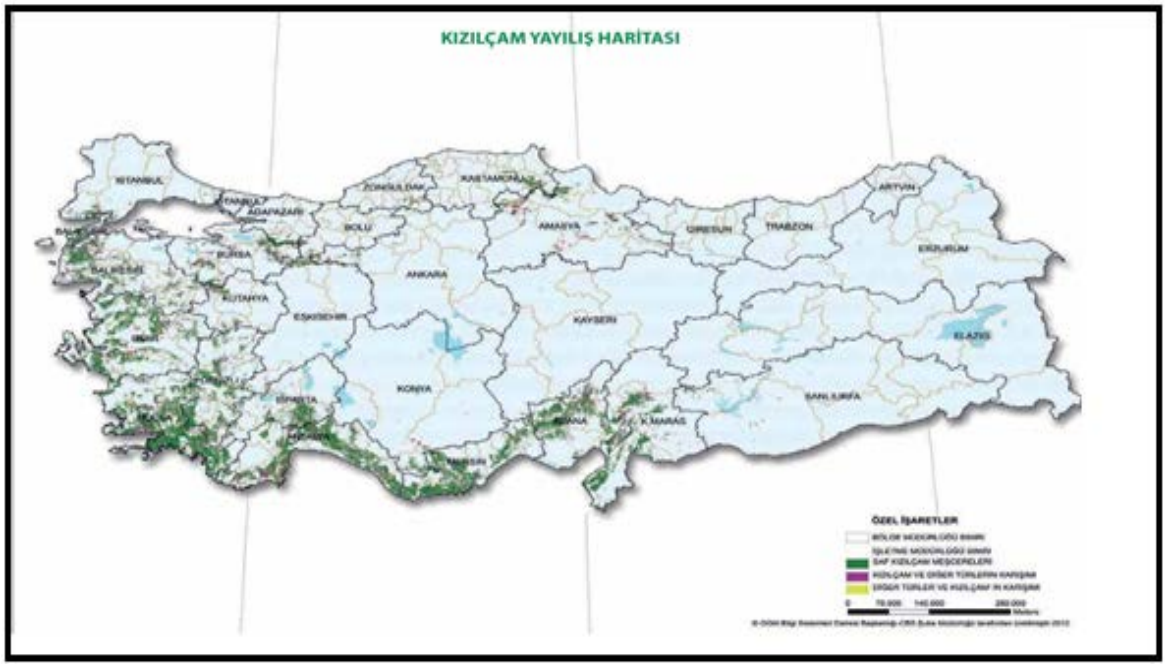
1. Uzun dönem saklamanın kızılçam tohumlarının çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresine olan etkisinin belirlenmesi
2. Rutubet miktarının tohum saklanmasındaki etkisinin belirlenmesi
3. Türün saklama süresini tespit ederek diğer önemli diğer önemli ağaç türleri ile karşılaştırılması
4. Kızılçam tohumlarının saklanması hakkında özgün bilgilere ulaşarak fidanlık ve ağaçlandırma çalışmalarının planlanmasına katkı sağlamak amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Kızılçam'ın Genel Silvikültürel ve Tohum Özellikleri

Kızılçam tipik bir ışık ağacıdır (Saatçioğlu 1976, Boydak vd. 2006). Doğrudan güneş ışığı alan yerlerde yetişmekte olup, sıcaklık isteği fazladır. Kızılçam gençliğinin ışık isteği ilk yıldan itibaren yüksek düzeydedir. %70 ve daha yüksek ışık yoğunluğunda en iyi gelişmeyi yapmakta olup, ışık yoğunluğunun %65-70'in altına düşmesi halinde gençlik dejenere olmakta ve ölmektedir (Pamay 1966, Saatçioğlu 1976). Kızılçam gençlikte oldukça dar ve sivri tepeler oluşturur. İlerleyen zamanlarda kalıtım ve çevre etkilerine bağlı olarak kalın dallı ve yayvan bir tepe görünümü oluşturma eğiliminde olduğu gibi (Saatçioğlu 1976). Hemen her yükselti kuşağında düzgün dolgun gövdeli, sivri tepeli, orta yaşlı ve yaşlı popülasyonlarına yaygın olarak rastlamak mümkündür (Boydak vd. 2006). Türkiye'deki en iyi kızılçam meşcerelerinin orta ve üst kuşağa rastlayan supra-mediteran katta yer aldığı söylenmekle birlikte (Saatçioğlu 1976). Alçak kuşakta da geçmişte meydana gelen tahribata karşın, çok kaliteli kızılçam ormanları bulunmaktadır (Boydak vd. 2006). Akdeniz ikliminde yetişen türlerinden olup tipik bir ışık ağacı türlerindendir. Kurak iklim şartlarına dayanıklı olup, çeşitli toprak koşullarında başarıyla gelişim gösteren, Türkiye'nin de hızlı bir şekilde gelişen bir ağaç türüdür. Sadece Türkiye ormancılığında değil, diğer yabancı ülkelerde de son zamanlarda Türk kızılçamı (Türk çamı) olarak kullanımı yaygınlaşmaktadır. Deniz seviyesinden 1300–1550 m yüksekliğe kadar meşcere kuruluşu yaparak yayılış gösterir. Dikey yayılışı ise 1650 metrelere kadar yayılış göstermektedir (OGM 2012).

Elverişli toprak nemi ve ılıman hava koşullarında kızılçamın ana büyüme dönemi kış sonu ile ilkbahar sonu veya yaz başıdır. Elverişsiz toprak özelliklerine sahip yörelerde bile ilk 5-15 yılda, yıllık 5-20 cm boy büyümesi gösterdiği belirlenmiştir (Thanos *et al.*1989, Spanos 1994) (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Kızılçamın Yayılış Haritası (https://www.ogm.gov.tr., 2021)

Kızılçam 'da generatif faaliyet (çiçeklenme) 2 yaşında erkenden başlamakta 4-7 yaşlarında normal gelişim yapmış kozalaklara rastlanabilmektedir (Selik 1965). Bazı araştırmalara göre de 4-6 yaşında koneletler görüldüğü tespit edilmiştir. (Neyişci 1993, Thanos *et al.*1993, Spanos vd. 2000).

Kızılçam 'da anatomik tohum olgunlaşma zamanı çiçeklenmeden sonraki ikinci yıl Eylül ayında gerçekleşebilmektedir (Eler ve Şenergin 1990). Bazı araştırmalara göre çiçeklenmeden sonraki ikinci yılda, araştırmalarının başlangıç tarihleri olan kasım, aralık veya ocak aylarında anatomik olgunluğun oluştuğu belirtilmiştir. (Selik 1965, Beşkök 1970, Alpacar 1981).

Kızılçam türünde en uygun kozalak hasat zamanının, çiçeklenmeden iki yıl sonra, Mart-Haziran veya Mayıs-Haziran ayları olduğu belirtilmektedir (Beşkök 1970). Kızılçamda tohum döküm zamanı yükseltilere bağlı olarak üçüncü yıl başında Haziran veya temmuz aylarında başlamaktadır. Kızılçamda tohum dökümü tüm yıl devam etmektedir (Boydak vd. 2006). Bununla birlikte bazı kızılçam kozalakları açılmadan ağaç üzerinde 8 -9 yıl, muhtemelen daha uzun süre kalmakta ve kozalaklardaki tohumlar hayatiyetini devam ettirerek canlılıklarını koruyabilmektedir (Eler 1992, Boydak vd. 2006).

Kızılçamda ağustos ayı tohumun en fazla döküldüğü aydır (Alçak ve yüksek zonlarda sıra ile %28 ve %33) (Boydak vd. 2006). Alçak ve yüksek zonlarda ise tohumların %83 ve %94'ü Temmuz-Aralık arasında dökülmektedir (Ürgenç vd. 1989). Kızılçamda Tohum yılları yükseltiye, yaşa, bonitete ve popülasyonlara bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Boydak vd. 2006, Çetin 2010).

Kızılçam 'da tohum kapanlarına dökülen tohum miktarı çalışmasının sonuçlarına göre, boş tohum oranları yıllara göre alçak zonda %4-18 (ortalama %5), orta zonda %9-12 (ortalama %11), yüksek zonda %8-18 (ortalama %12) arasında değişmiştir (Ürgenç vd. 1989). Yapılan bir diğer çalışmanın bulgularına göre alçak zonda %5-56 (ortalama %7) orta zonda %0-28 (ortalama %10) değerlerindedir. 68 orijinden toplanan kozalaklardan elde edilen bulgulara göre, boş tohum oranı %7,2 (% 2.4- 20.0) olarak saptanmıştır (Şefik 1965).



Şekil 2.2 Kızılçam Tohumu ve Kozalağı

2.2 Orman Ağacı Tohumlarının Saklanma Yöntemleri

Tohumlar saklama sürelerine göre ortodoks ve rekalsitrant olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Ortodoks tohumlar düşük nem içeriğinde tohumlar daha uzun muhafaza edilmektedir. Rekalsitrant tohumlar ise yüksek nem içeriğine sahip, ancak tohumları daha kısa süre muhafaza edilmektedir (Bonner 2008).

Tohumları uzun süre saklamanın temel şartı, tohumun hayati faaliyetlerini en düşük seviyede tutabilmektir. Bunun sonucu olarak tohumda meydana gelen solunumun en az seviyede tutulması, besi dokusunda bulunan rezervlerinde kullanılmasını azami ölçüde yavaşlatmaktadır (Atay vd.1970). Saklanan tohumlarda genetik bütünlüğün sürekliliği bakımından saklama süresi öne çıkan önemli bir faktördür (Pradhan and Badola 2012).

Ormancılık pratiğinde, bol tohum yıllarında temin edilen orman ağacı tohumları, daha sonraki yıllarda kullanılmak üzere saklanmaktadır. Tohumların belirli bir süre saklanabilmesini mümkün kılan temel koşul, tohumun hayati faaliyetlerini en düşük seviyeye indirmek ve bunu saklama süreci boyunca korumaktır. Burada, tohumda solunum asgaride tutularak, besi dokusunda bulunan rezerv maddelerin kullanımının yavaşlatılması esastır (Atay vd. 1970). Saklama sürelerine göre tohumlar; ortodoks ve rekalsitrant olmak üzere iki gruba ayrılırken, ortodoks tohumlar düşük nem içeriğinde saklama süresi uzun olan, çam, ladin gibi türlere ait tohumları, rekalsitrant tohumlar ise yüksek nem içeriğine sahip, saklama süresi kısa olan meşe gibi türlere ait tohumları kapsar (Bonner 2008, Göktürk vd. 2019)

Tohumların uygun ortamlarda saklanması tohum canlılığını önemli derece de etkilemektedir. Nitekim bazı ağaç türlerin de tohumlar hayatiyetini kısa zamanda yitirirken, bazıları uzun yıllar boyunca bozulmadan hayatiyetini devam ettirebilmektedir. Tohumların hayatiyet süreleri ağaç türü, ağaç üzerindeki tohumların sağlık ve olgunluk durumu, ağaçların özellikleri, hasat tekniği ve saklama yöntemlerine göre değişiklik gösterebilmektedir. Çoğu zaman nişastaca içeriği bol tohumlar (*Quercus* sp., *Fagus* sp., *Castanea* sp.) yağ ve reçinece zengin (*Pinus* sp., *Picea* sp.) tohumlardan daha hızlı çimlenme yeteneklerini kaybetmektedirler (Yahyaoğlu ve Ölmez 2003).

Tohumların canlılığı üzerin de tohumların saklama süresi ile saklama koşulları da etkilidir. Yapılan çalışmalarda oda sıcaklığında saklamaya alınan tohumlarda bozulma, hayatiyet daha kısa sürede olmaktadır. Bu duurmda tohumlarda daha düşük miktarda çimlenmeler gözlemlenmektedir (Nasreen vd. 2004).

İğne yapraklı orman ağaçlarına ait tohumlar çoğunlukla hava almayan saklama kaplarında ve düşük sıcaklık içeren ortamlarda saklanmaktadır. Bu saklama yönteminde genelde tohumların karanlık ortamlarda ve serin dolaplarda tutulması belirtilmektedir. Bu koşullar sağlandığında tohumdaki solunum minimum düzeyde olduğundan saklama süresi uzamaktadır. İbreli türlerde tohumdaki rutubet oranının çoğalması tohumun saklanmasını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu yüzden tohumların ve saklama kaplarının mutlaka kuru olması tavsiye edilmektedir.

2.3 Kaynak Özetleri

Çalışmanın bu bölümünde; ülkemizde orman ağacı tohumlarının uzun süre saklanması konuları hakkında çalışmalar aşağıda sıralanmıştır.

Ürgenç (1982) orman ağacı tohumlarının saklanmasında tohumun yapısından gelen farklılıkların yanında etkisi olan diğer önemli faktörler arasında, tohumun olgunlaşma derecesi, su içerikleri saklama ortamlarının sıcaklığının da önemli olduğunu belirtmiştir.

Atay vd. (1970) 8 yıl saklanan karaçam, sarıçam ve ladin tohumlarının çimlenme kabiliyetini araştırdıkları çalışmalarında, başlangıçtaki ve 8 yıl sonraki çimlenme yüzdelerini Karaçamda %99 ve %94, Sarıçamda %82,3 ve %42,4 Doğu ladininde ise %82,5 ve %37,6 olarak tespit etmişlerdir. Bununla birlikte karaçamda yapılan diğer bir araştırmada ise Temel vd. (2011) 10 yıl süreyle saklanan karaçam tohumlarında çimlenme değerleri bakımından önemli kayıpların olduğunu belirleyerek, tohumlardaki çimlenme hızının %79.93'ten %30.68'e, çimlenme yüzdesinin ise %95.99'dan %58.41'e düştüğünü tespit etmişlerdir.

Ürgenç (1960) doğu ladininde yapmış olduğu çalışmada belirli aralıklarla saklanan tohumlarda (1, 2, 3 ,10 yıl) sürelerle oda sıcaklığında saklamaya alınan tohumlarda çimlenme özelliklerini tespit etmişlerdir. Araştırıcı çalışma sonunda Bir yıllık tohumlarda çimlenme hızını %36,7, çimlenme yüzdesini %89,1, iki yıllık tohumlarda çimlenme hızını %51.3, çimlenme yüzdesini %83.3 ve üç yıllık tohumlarda çimlenme hızını %17.5, çimlenme hızını %59.3 ve son olarak, 10 yıllık tohumlarda herhangi bir çimlenme olayı

tespit etmemiştir. Yine Göktürk vd. (2019) saklama süresinin doğu ladini tohumlarının çimlenme değerleri üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, 0-5 ^{0}C de 18 faklı orijine ait 9 yıl süre ile saklanan tohumlarda ortalama çimlenme yüzdesini başlangıçta %69 saklama süresi sonunda ise %42,6 olarak tespit etmişlerdir.

Ürgenç ve Odabaşı (1971) kızılçam tohumlarında uzun süreli saklamanın çimlenmeye olan etkisini araştırmışlardır, araştırma sonunda 5 farklı orijine ait Kızılçam tohumlarında başlangıçtaki çimlenme yüzdesini ortalama %79,8, 8 yıl sonra açıkta oda sıcaklığında saklanan tohumlarda ortalama %66.1, ağzı kapalı kaplarda 5-7 ^{0}C de saklanan tohumlarda ise %66.6 olarak tespit etmişlerdir.

Aslan (1972) ibreli ağaç türlerimizin tohumlarının saklanma sürelerinin tayini üzerine denemeler adlı çalışmasında; uygun koşullar altında (+4 0C ve ağzı kapalı kaplarda) ladin tohumlarının 3-4 yıl, sarıçam tohumlarının 8 yıl, karaçam tohumlarının 7 yıl ve kızılçam tohumlarının 5-6 yıl çimlenme kabiliyetini yitirmeden saklanabileceğini tespit etmiştir. Yine Ürgenç ve Odabaşı (1971) kızılçam tohumlarının +4 ºC de kuru saklama yöntemi ile 5-6 yıl çimlenme kabiliyetini yitirmeden saklanabildiğini tespit etmişlerdir. Diğer bir araştırmada ise Boydak (1982) karaçam tohumlarının çimlenme kabiliyetini yitirmeden 8-10 yıl, sarıçam tohumlarının ise 5-6 yıl saklanabildiğini tespit etmiştir.

Atay vd. (1970) 8 yıl saklanan karaçam, sarıçam ve ladin tohumlarının çimlenme kabiliyetini araştırdıkları çalışmalarında, başlangıçtaki ve 8 yıl sonraki çimlenme yüzdelerini karaçamda %99 ve %94, sarıçamda %82,3 ve %42,4, Doğu ladininde ise %82,5 ve %37,6 olarak tespit etmişlerdir. Diğer taraftan, Temel vd. (2011), 10 yıl süreyle saklanan karaçam tohumlardaki çimlenme hızının ve çimlenme yüzdesinin sırasıyla %79,93'ten %30,68'e ve %95,99'dan %58,41'e düştüğünü tespit etmişlerdir.

Avşar (2007) Oda sıcaklığında 5 yıl saklanan dallı servi tohumlarında çimlenme özellikleri isimli çalışmasında, saklama sonrasında, dallı servi tohumlarının ortalama çimlenme yüzdesini %57.17 ve ortalama çimlenme hızını ise %8.92 olarak tespit etmiştir. Araştırıcı ayrıca oda sıcaklığında ağzı kapalı kaplarda servi tohumlarının 5 yıla kadar güvenle saklanabileceği belirtmiştir.

Karaşahin vd. (2001) Toros sediri ve Doğu Karadeniz göknarı tohumlarının uzun süre saklama koşullarının belirlenmesi üzerine yapmış oldukları çalışma sonucunda, çimlenme yüzdesinde çok önemli miktarda kayıplarla karşılaşmadan Doğu Karadeniz göknarı tohumlarının %7-9 rutubette, -11^{o}C veya -16^{o} C sıcaklıkta 5 yıl saklanabileceğini, Toros sediri tohumlarının ise %9-14 rutubette ve -16 ^{o}C sıcaklıkta 4 yıl saklanabileceği belirlemişlerdir.

Erkuloğlu (1991) Kayın, Göknar ve Sedir tohumlarını uzun süre saklama olanakları üzerine araştırmalar isimli çalışmasında; 4 yıl süre ile farklı sıcaklık kademelerinde ve farklı kaplarda saklanan tohumların çimlenme değerlerini belirlemiştir. Çalışma sonunda tohum saklanmasında saklama kabının çimlenme yüzdesini üzerinde etkili olmadığını, saklama süresinin ve sıcaklığın ise etkili olduğunu belirlemiştir. 4 yıl sonunda tohumlardaki en ideal ve uzun saklama sürelerini ise, rutubeti %9-9,5 olan Kayın tohumlarında -15 ^{0}C de başlangıçtaki çimlenme yüzdesinden %20-25 lik bir azalma ile 1 yıl, rutubeti %7-8 olan Uludağ Göknarı ve Doğu Karadeniz Göknarı tohumlarında -5 ^{0}C de başlangıçtaki çimlenme yüzdesinden sırası ile %10-20 ve %30 luk bir azalma ile 3 yıl, rutubeti %9 olan Sedir tohumlarında -5 ^{0}C de başlangıçtaki çimlenme yüzdesinden %15 lik bir azalma ile 3 yıl olarak tespit etmiştir.

Suszka *et al*. (2005) *Picea abies* L. tohumlarının ne kadar uzun süre saklanabileceğine ilişkin gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında 17 yıl -5 ve -6 ºC'de, 12 yıl -3 ºC'de olmak üzere toplamda tohumları 29 yıl saklamışlardır. Saklama süreleri sonunda tohumlarda çimlenme kapasitesinin 12 yıl saklanan tohumlarda %5, 29 yıl saklana tohumlarda ise %15 oranında azaldığını tespit etmişlerdir. Bonner (2008) çalışmasında *Picea sitchensis* (Bong.) Carr. tohumlarında 2-4 ºC %7-9.5 nem içeriğine sahip olan tohumların 17-18 yıl saklanması sonucunda yaşam oranının % 8 oranlarında azaldığını belirlemiştir (Göktürk vd. 2019).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Tohumların saklandığı Antalya Orman Fidanlığı ve soğuk hava deposunun tanıtımı

Antalya il merkezine 10 km uzaklıkta bulunan Fidanlığa ait genel bilgiler Çizelge 3.1'de verilmiştir. Ayrıca Antalya Orman Fidanlığına ait genel bir görünüm Şekil 3.1'de verilmiştir

Çizelge 3. 1 Antalya Orman Fidanlığına ait bilgiler

İli	Antalya
İlçesi	Kepez
Enlem	36º - 37'Kuzey
Boylam	30º- 31' Batı
Rakım(m)	40
Kuruluş Tarihi	1964
Alan (Da)	162
Yıllık Ortalama Sıcaklık(°C)	19.2
Yıllık Maksimum Sıcaklık Ortalaması(°C)	24.6
Yıllık Minumum Sıcaklık Ortalaması(°C)	14.4
PH- Tekstür	7.85 - Killi balçık
Fidan üretim Kapasitesi	8.000.000



Şekil 3.1 Antalya Orman Fidanlığına ait genel bir görünüm

Soğuk Hava Tesisi: Fidanlık alanı içinde 250 ton saklama kapasiteli olmak üzere iki adet soğuk hava deposu bulunmaktadır. Soğuk hava deposunda nemlendirme odası mevcut olup; ısı +2 ile +4 derece arasında sabitlenmiş ve nem oranı %8-16 arasında tutularak tohumlar uygun kaplarda ve uygun koşullarda saklanmaktadır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Antalya Orman Fidanlığı soğuk hava deposunun genel bir görünümü

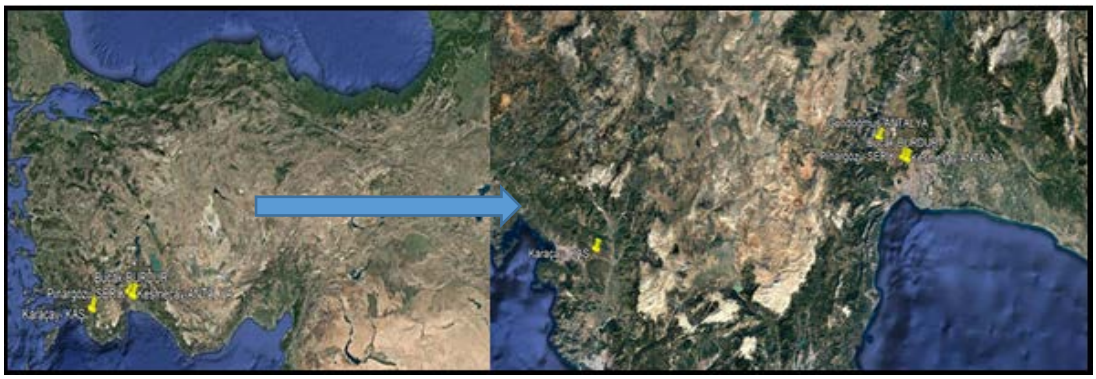
3.1.2 Orijinlerin seçimi, tohum temini ve tohumların toplandığı alanlara ait bilgiler

Çalışmanın ana materyalini Antalya Orman Fidanlığı soğuk hava deposunda uzun süredir saklanan (15-20 yıl) 5 farklı kızılçam orijinine ait tohumlar oluşturmaktadır. İlgili orijinlerin seçiminde orijinlerin farklı yükselti ve iklim kuşağından olmasına dikkat edilmiştir. Ayrıca uzun yıllardan beri tohum stoku yapılan orijinler ön planda tutulmuştur. Seçilen orijinlere ait bilgiler Çizelge3. 2'de verilmiştir. Araştırmada kullanılan tohumlar tohum bahçelerinden temin edilmiştir (Şekil 3.3).

Çizelge 3.2 Çalışmada kullanılan tohum materyaline ilişkin bilgiler

No	Orijin	TM UK no ve Yükselti (m)	Tohum kaynağı ve UK No	TB kurulduğu İşletme Müd-şefliği	Enlem	Boylam	Mak. tohum sak. süres(yıl)	Örnek alınacak tohum yılları
1	Karaçay-Kaş	TM-9, 1050	TB-13	Kemer-Akçay	36° 38' 38"	29° 17' 08"	16	1999, 2004, 2008 2011, 2015
2	Kesmeçay-Antalya	TM-45, 320	TB-16	Antalya-Döşemealtı	36° 58' 00"	30° 40' 42"	19	1998, 2005, 2008, 2014, 2017
3	Bucak-Burdur	TM-5, 800	TB-19	Antalya-Döşemealtı	36°58' 19"	30° 39' 52"	10	2007, 2012, 2015, 2017,2009
4	Pınarözü-Serik	TM-11, 500	TB-20	Antalya-Döşemealtı	36°58' 15"	30° 39' 33"	14	2003, 2008, 2012, 2014, 2017
5	Gündoğmuş-Antalya	TM-8, 1000	TB-38	Antalya-Düzlerçamı	37° 01' 30"	30° 32' 54"	20	1997, 2006, 2009, 2013, 2016

*TM: Tohum Meçceresi **TB: Tohum Bahçesi ***UK No: Ulusal Kayıt No



Şekil 3.3 Araştırmada kullanılan kızılçam tohumlarının temin edildiği tohum bahçeleri

3.1.3 Orijinlere ait tohumların temini sonrası saklanma koşulları

Söz konusu orijinlere ait tohumlar 2019 yılı içerisinde Antalya Fidanlık Müdürlüğünden resmi yazı ile temin edilmiştir. İlgili tohumlar temin öncesine kadar Antalya Orman Fidanlığı soğuk hava deposunda saklanmıştır. Tohumlar temin edildikten sonra Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Tohum Teknolojisi Laboratuvarında ilgili tohum testleri yapılana kadar buzdolabında +4 °C ağzı kapalı kaplarda saklanmıştır.



Şekil 3.4 Temin edilen tohumların +4 °C saklanması

3.1.4 Araştırmada kullanılan araç ve gereçler

- Lovibond marka inkübatör
- Petki kabı, filtre kağıtları, büyüteç, kesici jilet, cetvel ve diğer gereçler
- Plastik ve cam tohum saklama kapları
- Heraeus marka 0-250 ^{0}C sıcaklık arasında çalışabilen kurutma fırını
- Radwag AS220.R2 model elektronik hassas terazi
- Elektronik kumpas 0.01 mm

3.2 Yöntem

3.2.1 Tohumlarda bin dane ağırlığının tespiti

Her bir kızılçam orijinine ait tohumların 1000-dane ağırlığının hesaplanmasında rastgele seçilen 8x100 = 800 tohum kullanılmıştır. Rastgele örnekleme amacıyla toplanan tohumlar düz zemine serpilerek ve farklı alanlardan 100 tanesi sayılarak elektronik hassas terazide tartılmıştır (Şekil 3.5). 1000-dane ağırlığını hesaplamak için 8 yinelemenin ortalaması bulunarak 10 ile çarpılmıştır (ISTA 1996).



Şekil 3.5 Tohumların sayılarak bin dane ağırlığının hesaplanması

3.2.2 Tohumlarda hava kurusu rutubet miktarının belirlenmesi

Orijinlere ait kızılçam tohumlarında nem tayini 3 yinelemeli 5 gr tohum örneğinde ISTA (1996)'ya göre tayin edilmiştir. Laboratuvara getirilen tohumların taze ağırlığı (TA) ve 105±1 °C'de 17 saat etüvde kurutulduktan sonra kuru ağırlığı (KA) 0,001 gr duyarlılığındaki terazi ile belirlenmiştir. Fırında kurutulan tohumlar, içinde silikajel bulunan desikatöre alınarak 15-20 dk soğumaya bırakıldıktan sonra tartılarak son olarak KA tespit edilmiştir.

Tohumların nem tayini; ISTA (1996)'e göre aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$N= (TA-KA/TA)x100$$

N:nem (%), TA: Taze ağırlık (gr), KA: Turu ağırlık (gr)



Şekil 3.6 Tohumlarda rutubet testinden bir kesit

3.2.3 Tohumlarda çimlendirme testleri ve çimlenme değerlerinin elde edilmesi

Her bir orijinde ve farklı yıllara ait tohumlarda çimlendirme testleri 50 adet tohumda 4 yinelemeli olarak gerçekleştirilmiştir (5 orijin x 50 tohum x 4 tekrar x 5 farklı yıl= 5000 tohum). Çimlendirmeler için 11 cm çapındaki cam petri kapları ve 11 cm çapındaki filtre kağıtları kullanılmıştır. Çimlendirme testleri inkübatörde 20 ºC sabit sıcaklık ve %60-70 nem koşullarında 28 günlük sürede gerçekleştirilmiştir. Petri kaplarındaki filtre kağıtları her hafta değiştirilmiştir (Şekil 3.7). Deneme sürecinde kökçüğü, tohum boyunun 1-1,5 katı olan tohumlar çimlenmiş kabul edilip ilgili çimlendirme föylerine kaydedilmiştir (Şekil 3.8, 9.8 ve 3.10). İlgili tüm testler Çankırı Karatekin Üniversitesi Orman Fakültesi Silvikültür Anabilim Dalı Tohum Teknolojisi ve Orman Ekofizyolojisi Laboratuvarında yapılmıştır.

Çimlenme testleri sonrası çimlenme yüzdesi (ÇY) ve ortalama çimlenme süresi (OÇS) aşağıdaki denklemler yardımı ile hesaplanmıştır (Bewley and Black 1994, Yılmaz vd. 2013).

Çimlenme yüzdesi:

$$\text{ÇY}(\%) = \frac{\sum ni}{N} x100$$

ÇY (%): Çimlenme yüzdesi, ni : i. Gündeki çimleme sayısı, N : Teste konulan toplam tohum sayısı

$$\text{OÇS(gün)} = \frac{\sum(ti.ni)}{\sum ni}$$

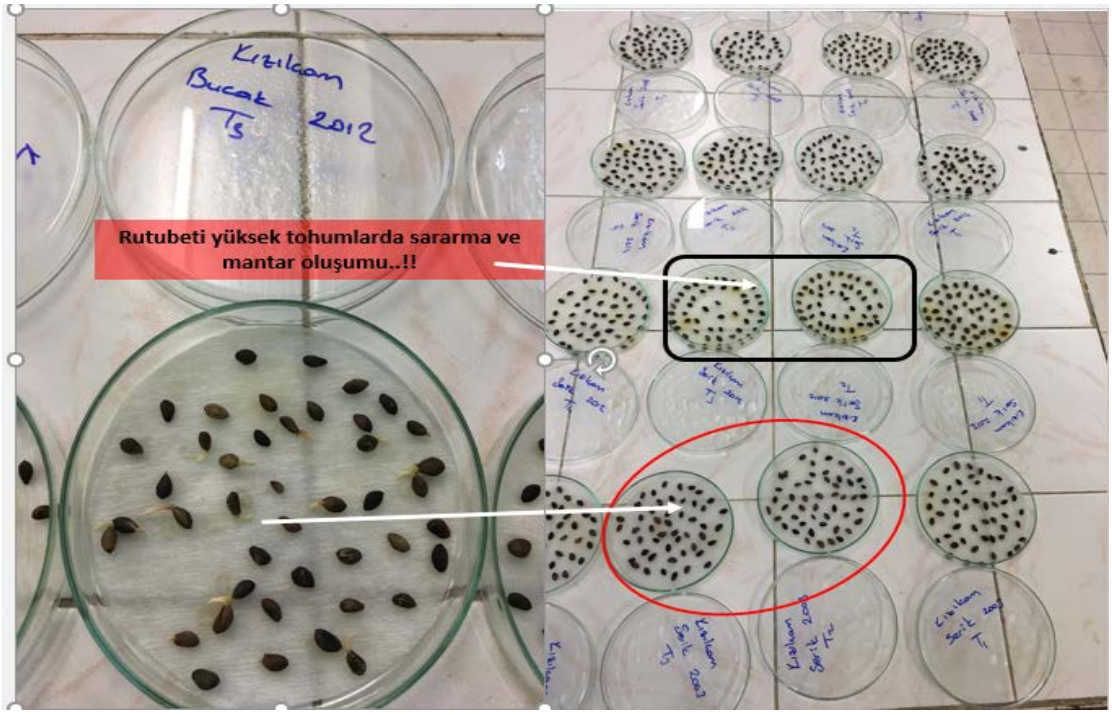
OÇS: Ortalama çimlenme süresi (gün) ti: Testin başlangıcından itibaren geçen süre (gün) ni: t(i) gündeki çimlenen tohum sayısı (adet)



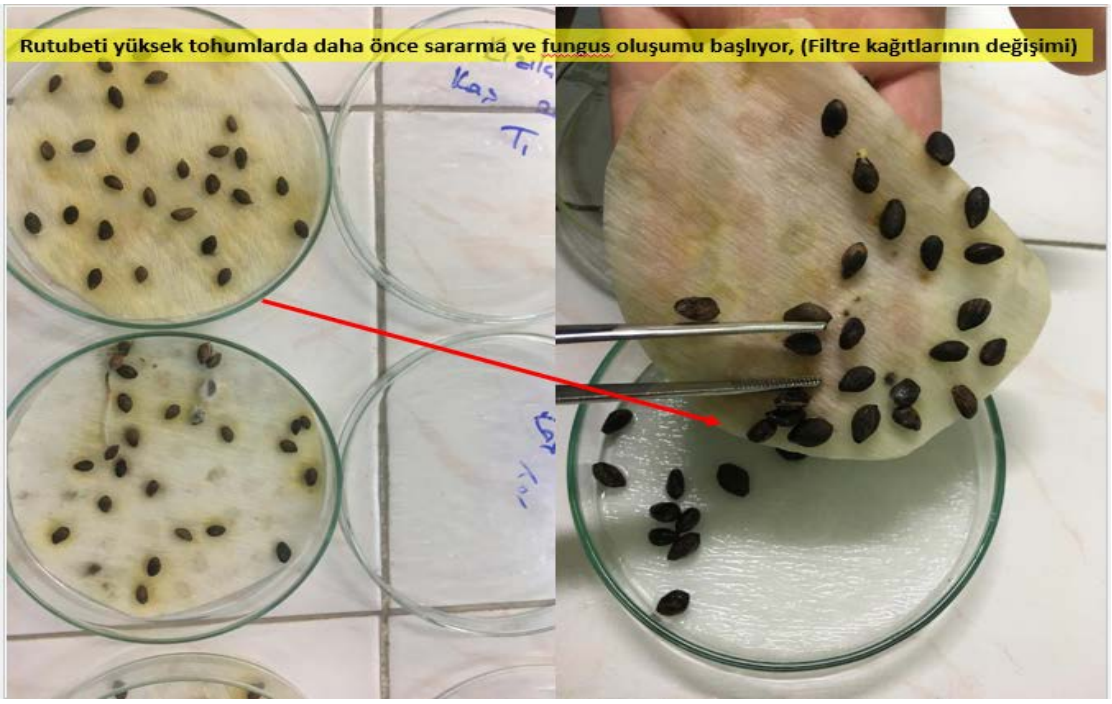
Şekil 3.7 Tohumların saf suda bekletilmesi



Şekil 3.8 Tohumların cam petri kaplarına yerleştirilmesi



Şekil 3.9 Çimlendirme testleri ve çimlenen tohumların sayımı



Şekil 3.10 Belirli aralıklarla filtre kağıtlarının değişimi

3.2.4 Verilerin değerlendirilmesi ve istatistiksel analiz

Farklı orijin ve saklama yıllarındaki tohum özellikleri ile çimlendirme parametrelerinden edilen veriler “Windows SPSS Software (23.0)” istatistik programında çift yönlü varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmiş, çimlenme yüzdesi verilerini normal dağılıma yaklaştırmak için arcsin dönüştürmesi uygulanmıştır. Varyans analizleri sonucunda belirlenen anlamlı farklar Tukey testi ile belirlenmiştir. İstatistiksel analizlerde %5 önem seviyesi esas alınmıştır.

4. BULGULAR

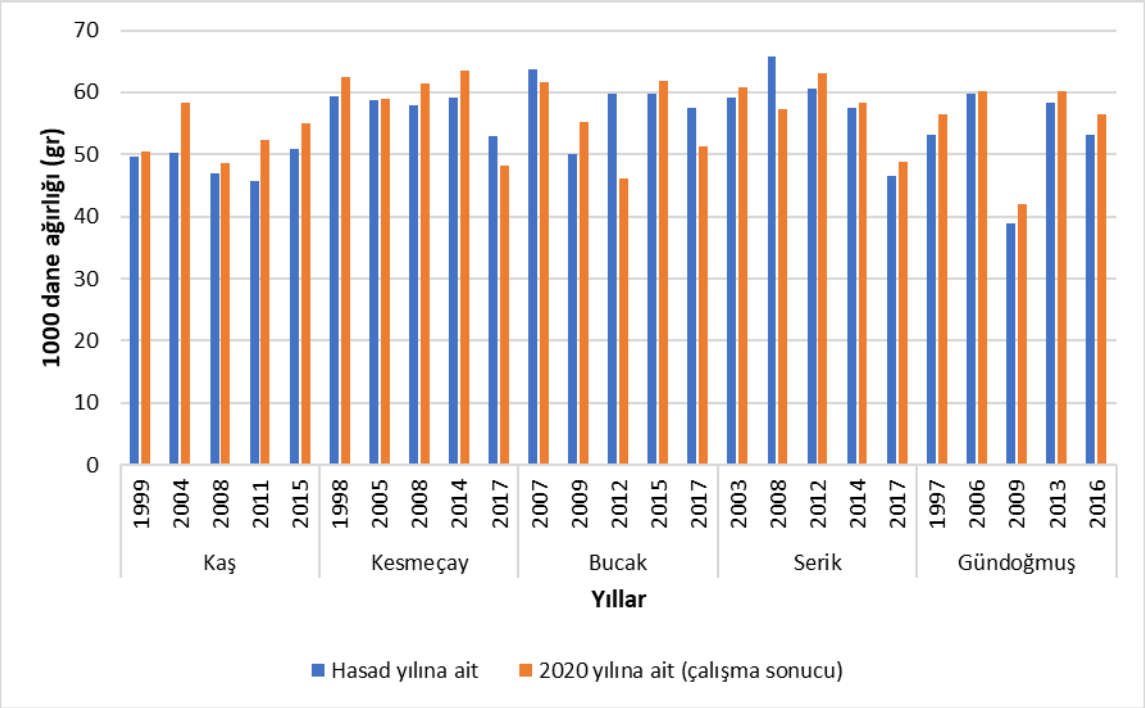
4.1 Tohumlarda Bin Dane Ağırlığına Ait Bulgular

Farklı orijin ve saklama yıllarına ait tohum partilerinin 1000 dane ağırlıklarına ait bulguların ortalaması Çizelge 4.1 de verilmiştir. Ayrıca tohumların ilk toplandığı yıla ait elde edilen 1000 dane ağırlığı verileri de ilgili çizelgede verilmiştir.

Çizelge 4.1 Orijinlere ve toplanma yıllarına göre tohumların 1000 dane ağırlıkları

Orijinler	Toplanma Yılı/ Tohum yaşı	Bin dane ağırlığı (gr)	
		Hasad yılına ait	2020 yılına ait (çalışma sonucu)
Kaş	1999	49,60	50,55
	2004	50,30	58,35
	2008	47,00	48,56
	2011	45,70	52,26
	2015	50,90	54,92
Kesmeçay	1998	59,30	62,53
	2005	58,70	59,02
	2008	58,00	61,45
	2014	59,10	63,43
	2017	52,90	48,24
Bucak	2007	63,70	61,56
	2009	50,00	55,25
	2012	59,70	46,10
	2015	59,80	61,81
	2017	57,50	51,31
Serik	2003	59,20	60,78
	2008	65,70	57,25
	2012	60,50	63,15
	2014	57,50	58,28
	2017	46,50	48,76
Gündoğmuş	1997	53,20	56,42
	2006	59,80	60,29
	2009	38,80	42,04
	2013	58,30	60,29
	2016	53,10	56,42

Çizelge 4.1'den de anlaşılacağı gibi orijinlerin toplanma yılındaki 1000 dane ağırlığı ile çalışma yılında elde edilen 1000 dane ağırlığı arasında bulunan değerler birbirlerine yakındır. Bununla birlikte toplanma yılı ile çalışma yılı arasında bazı yıllarda 1000 dane ağırlıkları arasında 5-7 gr. arasında farklılıklarda mevcuttur (Şekil 4.1) . Bu durum farklı tohum partilerinde farklı yıllarda analiz yapılması veya tohumun saklama koşulları ile açıklanabilir.



Şekil 4.1 Tohumların yıllara göre 1000 dane ağırlıkları

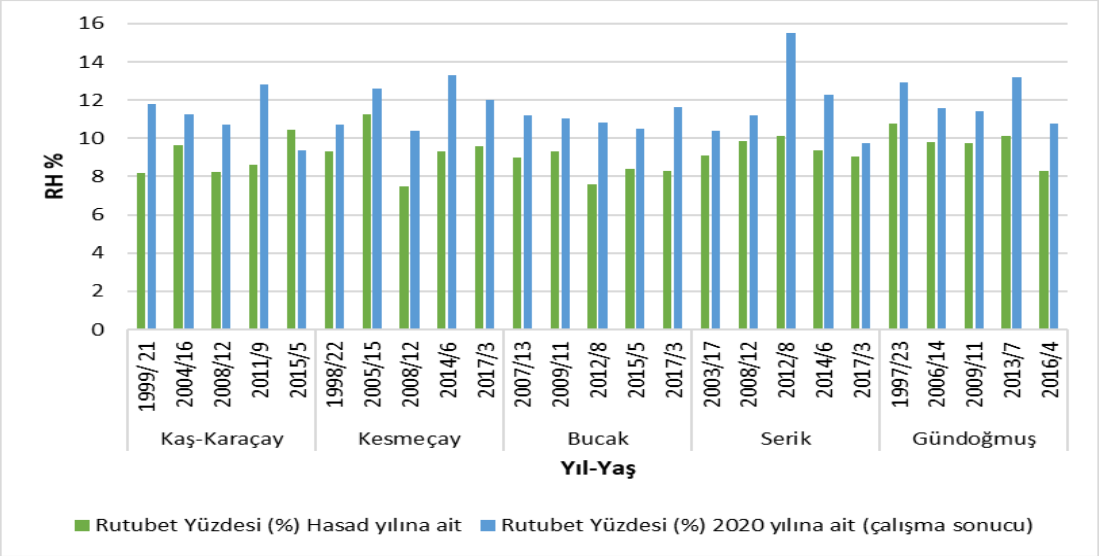
4.2 Rutubet Yüzdesine Ait Bulgular

Farklı orijin ve saklama yıllarına ait tohum partilerinin Rutubet yüzdesine ait bulguların ortalaması Çizelge 4.2 de verilmiştir. Ayrıca tohumların ilk toplandığı yıla ait elde edilen rutubet yüzdeleri de ilgili çizelgede verilmiştir.

İlgili çizelge incelendiğinde, yıl geçtikçe orijinlerin rutubet yüzdelerinde genelde bir artış gözlenmiştir (Şekil 5.2). Bu artışın saklanma koşullarının etkisi ile olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.2 Orijinlere ve toplanma yıllarına göre tohumların rutubet yüzdeleri

Orijinler	Toplanma Yılı/ Tohum yaşı	Rutubet Yüzdesi (%)	
		Hasad yılına ait	2020 yılına ait (çalışma sonucu)
Kaş	1999/ 21	8,17	11,80
	2004/16	9,64	11,27
	2008/12	8,22	10,74
	2011/9	8,64	12,82
	2015/5	10,47	9,37
Kesmeçay	1998/22	9,32	10,72
	2005/15	11,23	12,60
	2008/12	7,49	10,39
	2014/6	9,31	13,28
	2017/3	9,61	12,01
Bucak	2007/13	8,97	11,21
	2009/11	9,30	11,03
	2012/8	7,57	10,80
	2015/5	8,40	10,49
	2017/3	8,27	11,63
Serik	2003/17	9,10	10,41
	2008/12	9,87	11,20
	2012/8	10,11	15,50
	2014/6	9,37	12,27
	2017/3	9,04	9,73
Gündoğmuş	1997/23	10,75	12,93
	2006/14	9,80	11,59
	2009/11	9,76	11,41
	2013/7	10,11	13,19
	2016/4	8,28	10,75



Şekil 4.2 Tohumların yıl-yaşa göre rutubet yüzdeleri

4.3 Tohumların Çimlenme Yüzdesi ve Ortalama Çimlenme Süresine Ait Bulgular

Kızılçam tohumlarında yapılan çimlenme testleri sonucunda orijin ve saklama süresinin Çimlenme yüzdesi (ÇY) ve Ortalama çimlenme süresi (OÇS) üzerine etkilerini gösteren varyans analizi sonuçları Çizelge 4.3 de verilmiştir. İlgili çizelge incelendiğinde; orijin, saklama süresi ve orijin*saklama süresi etkileşiminin tohumların ÇY ve OÇS üzerinde $p<0.005$ güven düzeyinde etkili olduğu bulunmuştur. Orijinlerin saklama yıllarına göre kendi içlerindeki gruplaşmalarına ait Tukey testi sonuçları ise Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.3 Çimlenme değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Çimlenme yüzdelerine ait sonuçlar (ÇY)				
Varyasyon kaynağı	DF	Kareler Ortalaması	F Hesap	P
Orijin	4	0,079	10,10	0,000
Saklama Süresi	16	0,226	28,71	0,000
Orijin*Saklama Süresi	4	0,184	23,41	0,000
Ortalama çimlenme süresine ait sonuçlar (OÇS)				
Varyasyon kaynağı	DF	Kareler Ortalaması	F Hesap	P
Orijin	4	6,64	8,96	0,000
Saklama Süresi	16	5,58	7,53	0,000
Orijin*Saklama Süresi	4	3,10	4,184	0,004

Orijinlerin ÇY lerine ait Tukey testi sonuçları Çizelge 4.4 incelendiğinde; Kaş orijininde en yüksek ÇY değerleri 3 ve 9 yıl saklanan tohumlarda görülmüş bunu sırası ile sırası ile 12, 16 ve 21 yıllık tohumlar izlemiştir. Kesmeçay ve Bucak orijinlerinde ise ÇY değerleri yıllara göre herhangi bir farklılık göstermemiştir. Serik orijininde ise en yüksek ÇY değeri %91 ile 12 yıllık tohumlara en düşük ÇY değeri ise % 40,3 ile 8 yıllık tohumlarda bulunmuştur. Gündoğmuş orijinine incelendiğinde en yüksek ÇY değerinin 14 yıllık en düşük ÇY değerinin ise 7 yıllık tohumlarda olduğu görülmüştür.

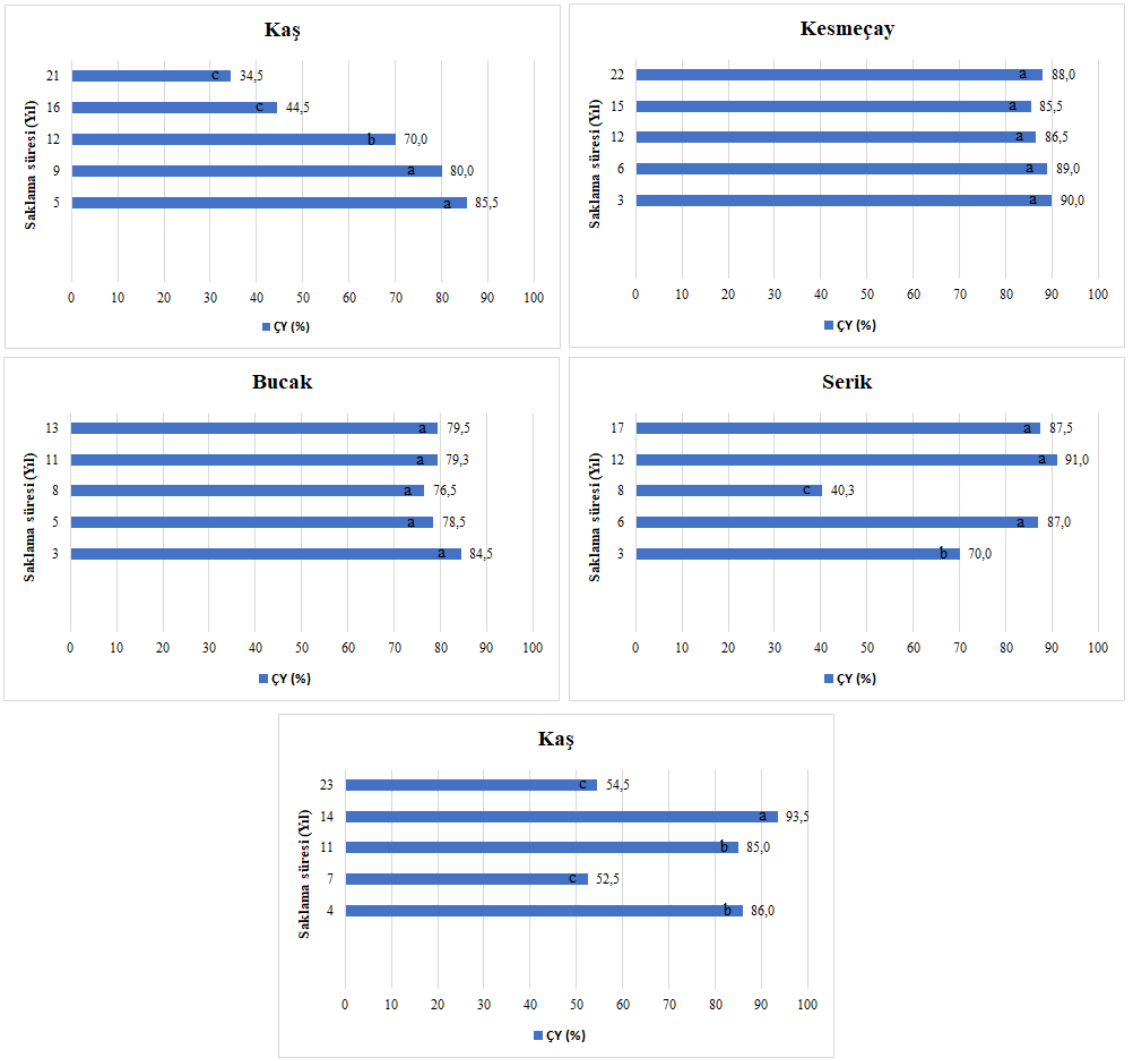
Orijinlerin OÇS'lerine ait Tukey testi sonuçları için Çizelge 4.4 incelendiğinde; Kaş orijininde en uzun OÇS süreleri 21 yıl saklanan tohumlarda görülmüş en kısa OÇS süresine ise 16 yıllık tohumlarda rastlanmıştır. Kesmeçay orijininde OÇS değerleri 22 yıllık tohumda diğer yıllara göre daha kısa sürede meydana gelmiştir. Bucak ve Serik orijinlerinde Çimlenme süresi yıllara göre hemen hemen doğru orantılıdır. Gündoğmuş

orijinine baktığımızda ise en yüksek OÇS değerinin 23 yıllık tohumlarda olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.4 Saklanma süresinin tohumlarda çimlenme yüzdesi (ÇY) ve ortalama çimlenme süresine (OÇS) etkisini gösteren Tukey testi sonuçları

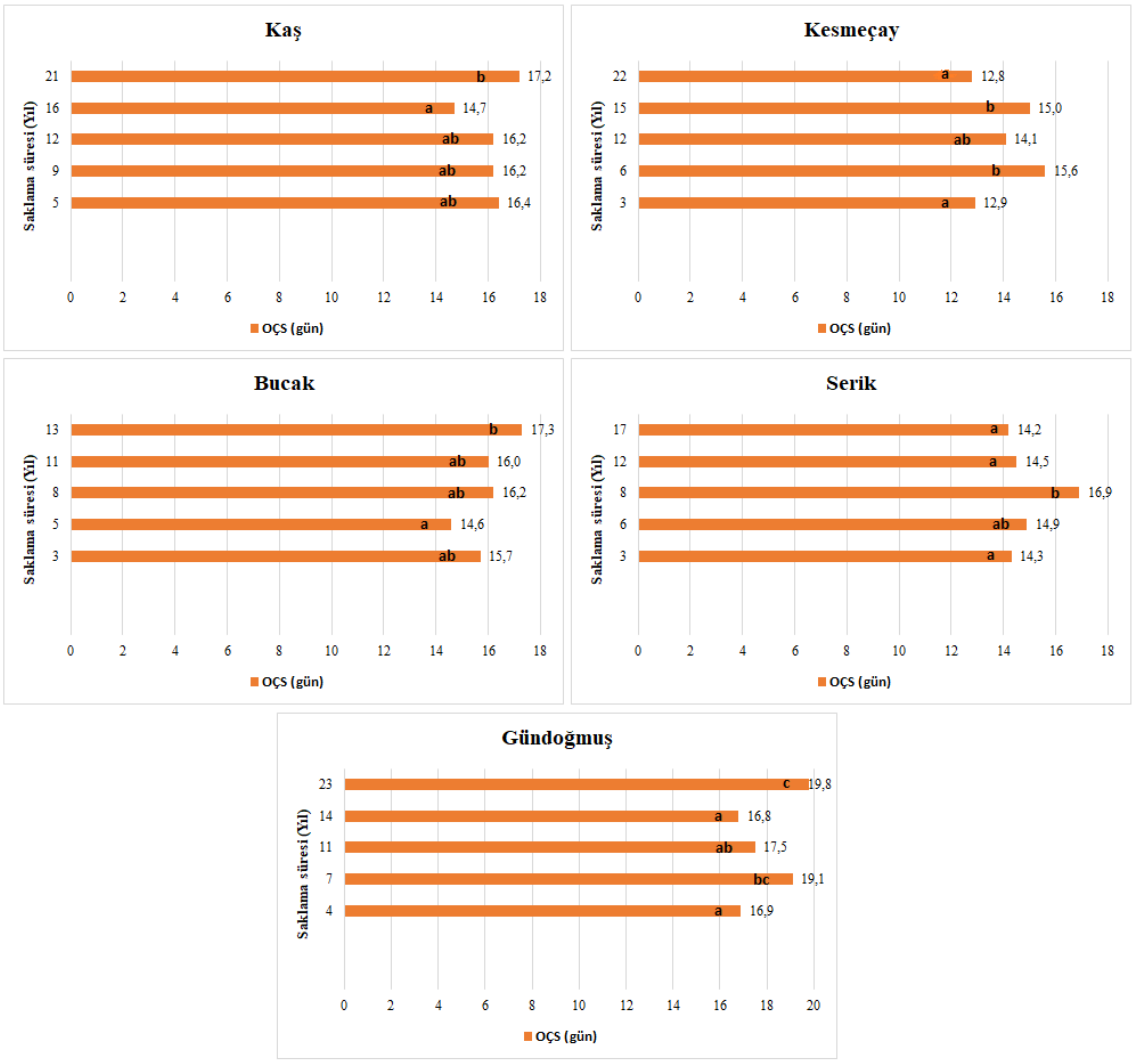
Orijinler	Saklama Süresi (yıl)	Çimlenme Değerleri	
		ÇY (%)	OÇS (gün)
Kaş	5	85,5 a	16,4 ab
	9	80,0 a	16,2 ab
	12	70,0 b	16,2 ab
	16	44,5 c	14,7 a
	21	34,5 c	17,2 b
	Ort.	**62,9**	**16,1**
Kesmeçay	3	90,0 a	12,9 a
	6	89,0 a	15,6 b
	12	86,5 a	14,1 ab
	15	85,5 a	15,0 b
	22	88,0 a	12,8 a
	Ort.	**87,8**	**14,1**
Bucak	3	84,5 a	15,7 ab
	5	78,5 a	14,6 a
	8	76,5 a	16,2 ab
	11	79,3 a	16,0 ab
	13	79,5 a	17,3 b
	Ort.	**79,7**	**16,0**
Serik	3	70,0 b	14,3 a
	6	87,0 a	14,9 ab
	8	40,3 c	16,9 b
	12	91,0 a	14,5 a
	17	87,5 a	14,2 a
	Ort.	**75,2**	**14,9**
Gündoğmuş	4	86,0 b	16,9 a
	7	52,5 c	19,1 bc
	11	85,0 b	17,5 ab
	14	93,5 a	16,8 a
	23	54,5 c	19,8 c
	Ort.	**74,3**	**18,0**

* Aynı sütundaki küçük harfler saklama yıllarına göre orijinlerin kendi içindeki homojen grupları göstermektedir ($p<0.05$)



Şekil 4.3 Orijinlerin saklama yıllarına göre çimlenme yüzdeleri

Kızılçam tohumlarında saklama süresinin ÇY değerleri üzerindeki etkisi genel olarak değerlendirildiğinde (Şekil 4.3) tohumun saklama süresi uzadıkça orijinlerde ÇY değerleri azalış göstererek istatistiksel anlamda farklılıklar tespit edilmiştir. Fakat Kesmeçay ve Bucak orijinlerde ise saklama süresi bakımından ÇY değerleri arasında istatistiksel bir fark bulunmamıştır. Gündoğmuş ve Serik orijinlerinde saklama süreleri daha uzun olan tohumlarda ÇY daha yüksek bulunmuştur. Nitekim Serik orijininde 12 yıllık tohumlarda ÇY değeri %91,0 iken 8 yıllık tohumlarda bu değer %40,3 olarak tespit edilmiştir. Benzer şekilde Gündoğmuş orijininde 12 yıllık tohumlarda ÇY değeri %93,5 iken 7 yıllık tohumlarda bu değer %52,5 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.4 Orijinlerin saklama yıllarına göre ortalama çimlenme süreleri

Kızılçam tohumlarında saklama süresinin OÇS değerleri üzerindeki etkisi genel olarak değerlendirildiğinde (Şekil 4.4) tohumun saklama süresi uzadıkça orijinlerde ÇY değerleri azalış göstermiş OÇS değerleri ise artış göstermiştir. Fakat bazı orijinlerde ise saklama süresi bakımından ÇY değerleri aynı kalmış, bazı OÇS değerleri ise azalmıştır. Kaş orijininde 16 yıllık tohumda OÇS değeri 14,7 iken 5 yıllık tohumda OÇS değeri 16,4 Kesmeçay orijininde 22 yıllık tohumlar 12,8 iken 3 yıllık tohumlar 12,9, Bucak orijininde 5 yıllık tohumlar 14,6 iken 3 yıllık tohumlar 15,7, Serik orijininde 3 yıllık tohumlar 14,3 iken 17 yıllık tohumlar 14,2, Gündoğmuş orijininde 23 yıllık tohumlar 19,8 iken 4 yıllık tohumlar 16,9 OÇS değerlerine sahiptir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu tez çalışması, 3-23 yıldır soğuk hava deposunda saklanmış kızılçam tohumlarının uzun dönem saklanmasının çimlenme üzerine etkilerinin belirlenmesi amacı ile yürütülmüştür. Çalışmada, her bir orijini temsil eden (Gündoğmuş, Kaş, Kesmeçay, Bucak ve Serik orijinleri) beş farklı tohum bahçesinden 1997-2017 yılları arasında temin edilmiş kızılçam tohumları kullanılmıştır. Tohumlar temin edildikten sonra aynı koşullar altında, Antalya Orman Fidanlığı soğuk hava deposunda saklanmıştır. Araştırma ile farklı saklama yıllarına ait tohumlarda 1000 dane ağırlığı , tohum rutubet yüzdesi, çimlenme yüzdesi (ÇY) ve ortalama çimlenme süresi (OÇS) değerleri tespit edilmiştir.

Tohumların hayatiyet testleri arasında yer alan 1000 dane ağırlığının belirlenmesi ile tohumların boş veya dolu (sağlıklı embriyoya sahip) olup olmadığı belirlenebilmektedir. Bu çalışmada elde edilen 1000 dane ağırlığı değerleri ortalama 56,19 gr. dır (Çizelge 4.1). Ayrıca farklı saklama yılları ve orijinlerde en küçük 1000 dane ağırlığı 46,1 gr. en yüksek ise 63,43 gr. olarak tespit edilmiştir. Çetin (2010) farklı yükselti basamaklarında kızılçam türünde ortalama 1000 dane ağırlığını 55,12 gr olarak tespit etmiştir. Yine Yılmaz vd. (2013) kızılçamın uç popülasyonları ile yapmış oldukları çalışmada ortalama 1000 dane ağırlığını 55,50 gr. olarak tespit etmişlerdir. Çalışmamızdan edilen bulgular yapılan araştırma sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Orijinlerin saklanma yıllarına ve ilk hasad edildiği dönemdeki 1000 dane ağırlıkları ele alındığında; toplanma yılındaki 1000 dane ağırlığı ile çalışma yılında elde edilen 1000 dane ağırlığı arasında bulunan değerler birbirlerine yakındır. Bununla birlikte toplanma yılı ile çalışma yılı arasında bazı yıllarda 1000 dane ağırlıkları arasında 5-7 gr. farklılıklarda mevcuttur (Şekil 4.1). Bu durum farklı tohum partilerinde farklı yıllarda analiz yapılması veya tohumun saklama koşulları ile açıklanabilir.

Kızılçamda orijinlere ve farklı saklama yıllarına göre rutubet yüzdeleri genel olarak değerlendirildiğinde; ortalama rutubet yüzdesi %11,56 olarak tespit edilmiştir. Tür genel olarak saklama koşullarına uygun rutubet düzeylerinde saklanmış fakat bazı orijin ve saklama yıllarında tohumlara ait rutubet yüzdeleri %12'nün üzerinde tespit edilmiştir

(Kesmeçay 2014 yılı, Serik 2012 yılı ve Gündoğmuş 2013 yılı). Çalışmada saklama yıllarında rutubeti yüksek tespit edilen orijinlerin genelde çimlenme yüzdesi (ÇY) değerleri de düşük tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Bu durum tohumların, erken hasat edilmesi, uygun koşullar altında saklanmaması gibi durumlara açılanabilir. Nitekim Ürgenç (1982) orman ağacı tohumlarının saklanmasında tohumun yapısından gelen farklılıkların yanında, tohumun olgunlaşma derecesi, su içerikleri, saklama ortamı ve sıcaklığının da diğer önemli faktörler olduğunu belirtmiştir.

Tohumun depo ömrünü etkileyen en önemli faktör tohum rutubetidir ve mümkün olduğunca düşük olmalıdır. Tohumlar çeşitli faktörlere bağlı olarak uygun nemde ve uygun koşullarda saklanmalıdır. Nem çekici özelliğe sahip tohumun ortamdan nem çekmediği ya da ortama nem vermediği bu durum genelde denge nemi olarak ifade edilmektedir. Denge nemi, tohumun kimyasal içeriği ile de ilgilidir. Örneğin yüksek yağ içeren tohumların denge nemi, nişasta içerenlere göre daha düşüktür (Copeland and McDonald 2001). Yüksek tohum nemi (genel olarak %12-14 üzeri) depo pestisitlerinin gelişimini ve kızışmayı teşvik ederken düşük tohum nemi (%4'ten düşük) tohum canlılığına zarar vermektedir (Desai 2004).

Araştırmada rutubet derecesi yüksek bulunan tohumların saklanma süresini de kısıtlandığı anlaşılmıştır. Bununla birlikte tohumun saklanması esnasında tohum hücresindeki plazmalar uyku halinde olmasına karşın istenilmede de ortamda bir hava alışverişi ve transpirasyon olmaktadır. Bu yüzden tohumların saklanması sırasında sıcaklık, tohum biyolojisi ve tohumu rutubet oranı vb durumlar tohum canlılığını etkilemektedir. Saklama sıcaklığı ve tohum rutubetinin yükselmesi mantar oluşumunu ve tohumların içerisine yerleşmiş olan muhtemel böcek veya parazitlerin gelişimini teşvik etmektedir (Roberts, 1972, Christensen 1972). Tohumların saklanması esnasında mutlaka sıcaklık düşük olmalıdır bu durumda transpirasyon asgariye inmektedir. Tohumdaki hava alışverişinin asgaride tutulması durumunda respirasyon da asgariye inmekte ve tohumlarda uzun dönem saklama imkanları oluşmaktadır. Bunun yanında tohum nemi de düşük tutulursa, tohumun çürümesi ve küflenmesinin önüne geçilmiş olur (Yahyaoğlu ve Ölmez 2003, Göktürk vd, 2019).

Tohumun uzun süre saklanması sırasında tohum rutubetinin değişmesi tohum hayatiyetini azaltmaktadır. Başlangıçtaki tohum rutubetinin saklama süresince aynı kalması uzun dönem tohum saklamada ana esastır. Bu nedenle tohumun saklanması esnasında düşük sıcaklık yanında hava almayan kaplarda tohumların saklanması gerekmektedir (Ürgenç ve Odabaşı 1971). Genellikle tohum saklama kabı olarak galvanizli kaplar kullanılmakla beraber farklı malzemelere sahip kaplarda kullanılmaktadır. Tohumların rutubetinde meydana gelen değişimi önlemek için kaplar iyice doldurulmalı ve ağızları çok sıkı olarak kapatılmalıdır. İyi bir saklama için soğuk hava depolarında sıcaklığın sabit tutulması çok önemlidir. Bunun yanında tohumların toplanması ve çıkarılması sırasında zarar gören tohumlar hayatiyetlerini kısa sürede kaybettiklerinden, zarar görmemiş tohumlar saklamaya alınmalıdır.

Orijinlere ait rutubet yüzdeleri tohumların hasat yılındaki rutubet oranları ile karşılaştırılacak olursa (Çizelge 4.2); genel olarak bütün orijinlerin çalışma yılındaki rutubet yüzdesinin toplanma yılındaki rutubet yüzdesinden fazla olduğu görülmektedir. Yıl geçtikçe saklanma koşullarının da etkisi ile tohumların rutubet yüzdesinde artış olmuştur.

Tohumun saklama süresi ile saklama ortamı da tohumların canlılığı üzerine etkili olmaktadır. Ele alınan çalışmalarda düşük sıcaklıklarda saklanmayan tohumlarda bozulma, canlılık kaybının arttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca bu durum tohum çimlenmelerini de düşürmüştür (Nasreen *et al.* 2004). Bununla birlikte tohumların yaşama süreleri, olgunluk ve sağlık durumları, toplandıkları ağaçların bireysel özelliklerine, toplama tekniğine ve saklama koşullarına bağlıdır. Tamamen olgunlaşmış tohumların olgunlaşmamış tohumlara göre daha uzun zaman saklandığı belirtilmiştir (Saatçioğlu 1971).

Kızılçam tohumlarında orijinlere göre saklama süresinin çimlenme yüzdesi (ÇY) ve ortalama çimlenme süresi (OÇS) değerleri üzerindeki etkisi genel olarak değerlendirildiğinde; tohumun saklama süresi uzadıkça orijinlerde ÇY değerleri azalış göstermiş, OÇS değerleri ise artış göstermiştir. Fakat, bazı orijinlerde ise saklama süresi bakımından ÇY değerleri aynı kalmış, bazı OÇS değerleri ise azalmıştır (Çizelge 4.4).

Tüm orijin ve saklama yılları ele alındığında kızılçam türünde 4-23 yıl saklanan tohumlarda ÇY değeri ortalama %75,98 olarak tespit edilmiştir. Orijin bazında ise ortalama ÇY değerleri Kaş %62,9, Kesmeçay %87,8, Bucak %79,7, Serik %75,2 ve Gündoğmuş %74,3 olarak tespit edilmiştir. Tüm bu veriler birlikte değerlendirildiğinde kızılçam türü tohumlarının uygun koşullar altında 20 yıl kadar saklanabildiği kanısına varılabilir. Bununla birlikte Ürgenç ve Odabaşı (1971) ve Aslan (1972); kızılçam tohumlarının +4 ºC de kuru saklama yöntemi ile 5-6 yıl çimlenme kabiliyetini yitirmeden saklanabildiğini belirmektedir. Söz konusu araştırıcıların saklanma süresini çalışmamıza göre kısa bulma nedeni olarak araştırıcıların maksimum 6 yıl saklanan tohumlar ise çalışması belirtilebilir. Yine çeşitli araştırıcılar tarından Doğu ladini tohumlarının -3 ile -15 ^{0}C arasında 5-6 yıl (Saatçioğlu 1971), 0-5 ^{0}C arasında 9 yıl, Karaçam tohumlarının 0-4 ^{0}C arasında 8-10 yıl (Boydak 1982, Temel vd. 2011) ve sarıçam tohumlarının ise 0-4 ^{0}C arasında 5-6 yıl saklanabildiği tespit edilmiştir. Çalışmamızda kızılçam türünün daha uzun süre saklanmasının nedeni olarak türün tohum kabuğunun diğer türlere göre kalın olması ve tohum biyolojisinin farklı olması nedenleri ile açıklanabilir. Nitekim yapılan araştırmalara göre tohum hasadı sırasında yapılan işlemler, çevresel faktörler, tür ve çeşit özelliği, tohumun kimyasal içeriği ve tohum olgunluk derecesi tohumun depo ömrünü etkilediği belirtilmektedir. Olgunlaşmamış veya zarar görmüş tohumların depo ömrü kısadır. Yine sert tohum kabuğuna sahip diğer tohumlara nazaran uzun süre canlı kalabildiğini belirtilmiştir (Şehirali 1997).

Kızılçam türünde genelde tohum kaynakları (TM ve TM) ve tohum toplama sahalarından elde edilen kozalaklardan güneşte kurutma yöntemi ile tohumlar elde edilip ardından tohum temizlik işlemleri yapılmaktadır. Bu esnada elde edilen tohumların bu işlem sonrası soğuk hava depolarına saklamaya gitmeden önce rutubet testlerinin yapılması faydalı olacaktır. Bu işlemlerden sonra tohumlar hava kurusu hale getirilip depoya gönderilmelidir. Nitekim çam tohumlarında rutubet oranı kozalaktan tohum çıkarma işlemleri sırasında düşmektedir. Genel olarak tohumun kozalaktan çıkmadan önceki rutubet içeriği %20 civarında, kozalaktan çıktığı zaman %10 altında ve ekseriyetle %5-8 arasında değişmektedir (Schönborn 1964, Ürgenç ve Odabaşı 1971). Ülkemizde kozalaktan tohum çıkarma yöntemlerinde yüksek sıcaklık kullanılmadığında tohumların nispeten yüksek rutubet içeriklerini koruduğu belirtilmiştir (Saatçioğlu ve Ürgenç 1963).

Bu çalışmada 6 farklı orijin ve 5 farklı saklanma (3-23 yıl arası) yılına ait kızılçam tohumlarda çimlenme değerleri araştırılmış ve kızılçam tohumlarının uzun dönem saklanması konusunda orijinal bulgulara ulaşılmıştır. Araştırmada Antalya Orman Fidanlığı soğuk hava deposunda tohum tedariki sırasında orijinlerin farklı yıllarda hasat edilen tohumları kullanılmıştır. Bu durum her kadar bir dezavantaj gibi görünse de uzun dönem tohum saklanması bakımından yeni bulgular elde edilmesi bakımından önemlidir. Farklı yıllarda hasat edilen tohumların çimlenme özelliklerini tohumun toplandığı yıldaki biotik ve abiotik etmenlerin etkilediği de unutulmamalıdır. Bununla birlikte tohum bahçesi yeri seçimi ve zamanında bakım müdahalelerinin yapılmaması da tohum verimini ve kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu yüzden araştırmamızda orijinler arasında tohum saklanması bakımından bir değerlendirme yapılmamış, sadece orijinlerin farklı toplanma yıllarındaki tohum özellikleri kendi içerişinde karşılaştırılmıştır. Tohum saklanması konusunda daha sağlıklı değerlendirmelerin yapılabilmesi için, aynı yıl toplanan tohumların aynı ortamlarda uzun süre saklanması esnasında belirli yıl aralıklarla (3-5 yıl) çalışmalar yapılması daha sağlıklı olacaktır. Bununla birlikte söz konusu bu değerlendirmelerin yapılabilmesi için uzun soluklu çalışmalara ihtiyaç duyulacağı da unutulmamalıdır.

Araştırmada kullanılan orijinlerin farklı yıllara ait çimlenme yüzdelerinin daha sağlıklı değerlendirilebilmesi için, tohumların hasat edildiği yıla ya da en yakın hasat yılına ait ÇY değerleri Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (ORTOHUM) Tohum Kalite Laboratuvarı arşivinden temin edilmiş ve araştırmada elde edilen ÇY değerleri ile karşılaştırılmıştır (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1 incelendiğinde; genelde tohumların orijinlere ve saklanma yıllarına göre ÇY değerlerini koruduğu görülmektedir. Bu durum genel olarak tohumların uygun koşullarda saklandığını göstermektedir. Fakat bazı orijinlerde ve saklama yıllarında örneğin Kaş 1999 ve 2004 yılı, Kesmeçay 2005 yılı Bucak 2012, Serik 2013 ve Gündoğmuş 2013 ve 1997 yıllarına ait tohumların ÇY değerleri hasat yılında yüksek tespit edilmesine karşın çalışma yılında başlangıçtaki ÇY değerine göre oldukça düşük tespit edilmiştir. Bunun başlıca nedeni olarak tohumların uygun koşullar altında saklanmaması belirtilebilir.

Nitekim söz konusu orijinlere ait tohumların rutubet değerleri hasat yılına göre yüksek tespit edilmiştir (Çizelge 4.2)

Çizelge 5.5 Tohumların hasat edildiği yıla ve çalışma yılına ait ÇY değerleri

Orijinler	Toplanma Yılı/ Tohum yaşı	ÇY(%)	
		Hasad yılına ait	2020 yılına ait (çalışma sonucu)
Kaş-Karaçay	*2015/5	78,0	85,5
	*2011/9	91,0	80,0
	**2008/12	89,0	70,0
	2004/16	86,0	44,5
	***1999/ 21	92,0	34,5
Kesmeçay	*2017/3	71,0	90,0
	2014/6	92,0	89,0
	2008/12	93,0	86,5
	2005/15	95,0	85,5
	1998/22	91,0	88,0
Bucak	2017/3	75,0	84,5
	*2015/5	62,0	78,5
	2012/8	95,0	76,5
	2009/11	88,0	79,3
	2007/13	-	79,5
Serik	2017/3	66,0	70,0
	2014/6	84,0	87,0
	2012/8	90,0	40,3
	2008/12	93,0	91,0
	2003/17	88,0	87,5
Gündoğmuş	*2016/4	87,0	86,0
	2013/7	90,0	52,5
	2009/11	89,0	85,0
	2006/14	91,0	93,5
	1997/23	92,0	54,5

* Hasat yılından 1 yıl sonraya ait veri, ** 3 yıl sonra, *** 4 yıl sonra

Bu çalışmada, kızılçam tohumlarının uzun dönem saklanması konusunda yeni ve önemli bilgiler elde edilmiştir. Çalışma sonucunda kızılçam tohumlarının uygun koşullar altında (düşük sıcaklık ve nem) 20 yıla kadar çimlenme değerlerini düşürmeden saklandığı tespit edilmiştir. Tespit edilen bu uzun süre özellikle Akdeniz ekosisteminde olası orman yangınları sonrası tohum tedariki açısından son derece önemlidir. Tohumun saklanması konusunda bundan sonra ele alınacak çalışmalarda farklı saklama kapları, daha düşük saklama sıcaklıkları ve tohum saklanmasını olumlu yönde etkileyen kimyasal maddelerin denenmesi faydalı olacaktır.

KAYNAKLAR

Alpacar, K. 1981. Kızılçam'in (*Pinus brutia Ten*) fenolojisi ve bazı tohum özelliklerinin saptanması. Orm. Arş. Ens. Yay. Teknik Bülten Seri No: 105, Ankara.

Aslan, S. 1972. Bazı İbreli Ağaç Türlerimizin Tohumlarının Saklama Sürelerinin Tayini Üzerine Denemeler. Orm. Arş. Ens. Yay. Teknik Bülten Seri No: 50, Ankara.

Atay, İ. Ürgenç, S., Odabaşı, T. 1970. Karaçam, Sarıçam ve Doğu Ladini tohumlarının 8 yıllık saklama deneme sonuçları, İÜ Orman Fakültesi Dergisi Seri A, 20: 68-80.

Avşar, M. A. 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, Yıl: 2007, ISSN: 1302-7085, Sayfa: 28-33.

Beşkök, T. 1970. Kızılçam (*Pinus brutia*), Doğu Ladini (*Picea orientalis*), Uludağ Göknan (*Abies nordmanniana*) Tohumlarının Olgunlaşma Zamanı. Orm. Arş. Ens. Yay. Teknik Bülten Seri No: 42, Ankara.

Bewley, J. D., Black, M., Bewley, J. D., & Black, M. 1994. Dormancy and the control of germination. Seeds: physiology of development and germination, 199-271.

Bonner, F. T. 2008. Storage of seeds, In: The Woody Plant Seed Manual. Agriculture Hand Book, Bonner FT, Karrfalt RP (Eds.). The Woody Plant Seed Manual. Agriculture Hand Book 727, USDA Forest Service, pp. 85-95, Washington.

Boydak, M. 1981. Sarıçam (*Pinus sylvestris*) tohumlarında olgunlaşma zamanı ve saklamanın süresi arasındaki ilişkileri. İ.Ü. Orm. Fak. Dergisi., 31:105-127.

Boydak, M. 1982, Karaçam (*Pinus nigra* Arnold var. *caramanica* (Loud.) Rehd.) tohumlarının olgunlaşma zamanı ve saklama süreleri arasındaki ilişkiler, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi., 32: 199-218.

Boydak, M. 2004. Silvicultural characteristics and natural regeneration of (*Pinus brutia Ten.a review*.) Plant Ecology., 171:153-163.

Boydak, M. Dirik, H. Çalıkoğlu, M. 2006. Kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) Biyolojisi ve Silvikültürü. OGEMVAK Yayını, Lazer Ofset Matbaası, 364 sayfa, Ankara.

Christensen, CM. 1972. Microflora and seed deterioration, In: Viability of Seeds, E. H. Roberts eds), Springer, Dordrecht, pp. 59-93, UK.

Copeland, L. O., McDonald, M. B., Copeland, L. O., & McDonald, M. B. 2001. Seed germination. Principles of seed science and technology, 72-123.

Çetin, B. 2010. Mersin Yöresinde Kızılçam (*Pinus brutia Ten*.) Kozalak ve Tohumuna Ait Bazı Özelliklerin Yükseltiye Bağlı Değişimi. İstanbul üniversitesi Fen Bil. Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi, 185 sayfa, İstanbul.

Desai, B.B. 2004. Seeds handbook: Processing and storage. CRC press. 771 pp, Newyork.

Eler, Ü. & Keskin, S, 1992. Effects of silvicultural treatments applied as delayed first thinnings of Calabrian pine (*Pinus brutia*) plantations in the Antalya region. Teknik Bülten Serisi-Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları., 227-229: 81-124.

Erkuloğlu, Ö. S. 1991. Kayın, Göknar ve Sedir Tohumlarının Uzun Süreli Saklama Olanakları Üzerine Araştırmalar. İç A.O.A. Dergi Serisi Dergi No : 77 Teknik Rapor Serisi No:62, Ankara.

Göktürk, A.Solhan İ, Temel F, Ölmez Z. 2019. Saklama süresinin Doğu Ladini (*Picea orientalis* L.) tohumlarının çimlenme yüzdesi ve hızı üzerine etkisi. Journal of Bartin Faculty of Forestry., 21: 182-190.

Karaşahin, H., Velioğlu, E., Nur, M. 2001. Toros sediri (*Cedrus libani* A. Richard) ve Doğu Karadeniz Göknarı (*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.

Kilani, M. M., Mohammed, K. A., Nasreen, N., Tepper, R. S., & Antony, V. B. 2004. RSV causes HIF-1α stabilization via NO release in primary bronchial epithelial cells. Inflammation., 28: 245-251.

Nasreen S, Khan B R, 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.

Neyişçi, T. 1993. Ecological adaptive traits of (*Pinus brutia Ten*.) to fires. Uluslararası Kızılçam Sempozyumu, 18-23.

OGM, 2012: Türkiye Orman Varlığı. 2012. Orman Genel Müdürlüğü, 23 sayfa, Ankara.

OGM, 2020. Web Sitesi https://l24.im/gQek. Erişim Tarihi: 08.08.2020

OGM, 2021. Web Sitesi https://www.ogm.gov.tr, Erişim Tarihi: 23.08.2020

Deligöz, A. & Öztürk, N. 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.

Pamay, B. 1966. Doğu Anadolu ve orman durumu. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 1-12.

Pradhan, B. K. & Badola, H. K. 2012. Effect of storage conditions and storage periods on seed germination in eleven populations of Swertia chirayita: a critically endangered medicinal herb in Himalaya. The Scientific World Journal, 2012.

Roberts, E. H. 1972. Storage environment and the control of viability, In: Viability of Seeds, Roberts, E. H. (Eds)., Chapman and Hall London, pp. 14–58, UK.

Saatcioğlu, F. 1971. Orman ağacı tohumları. 3. Baskı, İ.Ü. Yayın No:1649, Orman Fakültesi Yayın No:173, 242 sayfa, İstanbul.

Saatçioglu F. 1976. Silvikültürün biyolojik esasları ve prensipleri (Silvikültür I). İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları No. 2187/222, İstanbul

Saatçioğlu, F. And Ürgenç, S. 1963. Ankara'da kurulmasına karar verilen orman tohumları tedariki, kontrolu ve ambarlama işleri müessesesinin amaç, plan ve cihazlanmasına ait teklifler. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, pp. 1-16.

Sefik, Ö. 1965. Studies on the cone and seed of *Pinus brutia* (*Pinus brutia Ten*.) (in Turkish). Orman Genel Müdürlüğü Yayinlarından., 420: 1-93

Selik, M. 1965. Kılızçam (*P. Brutia Ten*.) da Reçine Teşekkülü, Salgılanması ve Bunlara Tesir Eden İç ve Dış Faktörler Üzerine Araştırmalar.

Schönborn, A.V. 1964. Aufbewahrung des Saatgutes der Waldbäume.

Suszka, B., Chmielarz, P., Walkenhorst, R., 2005. How long can seeds of spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) be stored Ann. For. Sci., 62: 73-78.

Spanos, I. A., Daskalakou, E. N., & Thanos, C. A. 2000. Postfire, natural regeneration of *Pinus brutia* forests in Thasos island, Greece. Acta Oecologica., 21: 13-20.

Temel, F., Gülcü, S., Ölmez, Z. 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: 267-274.

Thanos, C. A., & Marcou, S. 1993. Natural regeneration of Pinus brutia forests in Samos island. Key events during the first 10 years of the postfire period. In International Symposium on Pinus brutia Ten., Secretariat of the Organizing Committee (ed.), Ministrty of Forestry, pp. 18-23, Marmaris.

Ürgenç, S. 1960. Doğu Ladininde (*Picea orientalis* L. Carr.) kozalak ve tohum üzerine araştırmalar, İÜ Orman Fakültesi Dergisi., 68-97.

Ürgenç S, Odabaşı T. 1971. Kızılçam *(Pinus brutia* Ten.) tohumlarının uzun süreli (7yıl) kozalak içinde saklanmasının diğer saklama metodlarıyla mukayeseli sonuçları, İÜ orman Fakültesi Dergisi., 21: 82-92.

Ürgenç, S. 1977. Antalya Yöresi Alçak ve Yüksek Kademe Kızılçam Ormanlarında Tohum Veriminin Değişimi (Beş Yıllık Araştırma Sonuçları). İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi A., 27.

Ürgenç, S. 1982. Orman Ağaçları Islahı, İ.Ü. Yayın No:2836, Orman Fakültesi Yayın No: 293, İstanbul.

Ürgenç, S. 1998. Ağaçlandırma Tekniği Genişletilmiş ve Yenilenmiş 2. baskı, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 94/441, 600 sayfa, İstanbul.

Yahyaoğlu, Z. Ölmez, Z. 2003. Ağaçlandırma Tekniği Ders Notu, Artvin Orman Fakültesi Yayın No: 1., Artvin.

Yılmaz, M., Kaplan, A., Vermez, Y. 2013. Kızılçam (*Pinus brutia Ten.*)'ın Üç Uç Populasyonuna Ait Bazı Tohum Özellikleri, KSÜ Doğa Bil. Dergisi, 16.

ISTA, 1996. International rules for seed testing. Seed Science and Technology., 24: 1-365.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı- Soyadı **:**Belkız DİCLE

Eğitim

Yüksek Lisans	Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı	2018-2022
Lisans	Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü	2011–2014

İş Deneyimi

Yıl	**Kurum**	**Görev**
2012-2020	Gökova Orman Fidanlığı	Orman Teknikeri
2020-Halen	Burdur/Kemer	İşletme Şefi