

## Farklı Saklama Süresi ve Sıcaklıklarının Fındıkta (*Corylus avellana* L.) Polen Canlılığı Üzerindeki Etkisi

Özkan KİLİN<sup>1\*</sup>, Melse Su BİLGİLİ<sup>1</sup>, Aslıhan ÇETİNBAŞ GENÇ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Marmara Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kadıköy, İstanbul/Türkiye

Alınış tarihi: 7 Eylül 2023, Kabul tarihi: 29 Eylül 2023

Sorumlu yazar: Aslıhan ÇETİNBAŞ-GENÇ, e-posta: aslihan.cetinbas@marmara.edu.tr

### Öz

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı 2 fındık genotipi ve 2 fındık çeşidine (*Corylus avellana* L.) ait polen taneleri için en uygun polen saklama sıcaklığını belirlemek ve polen saklama işlemi için en uygun genotipi ve çeşidi tespit etmektir.

**Materyal ve Yöntem:** *Corylus avellana* L.'nin 'Sarı' ve 'Yomra' genotipleri ile, 'Palaz', ve 'Kara fındık' çeşitlerine ait polen taneleri Akçakoca/Düzce'den toplandıktan sonra 20 °C, 4 °C ve -20 °C'de 45 gün boyunca saklanmış ve 0., 15., 30. ve 45. günlerdeki polen canlılık oranları floresein diasetat/propidium iyodür protokolüne göre belirlenmiştir.

**Araştırma bulguları:** Tüm örneklerde polen canlılık oranları, saklama süresi ve saklama sıcaklığı arttıkça azalmıştır. 20 °C'de saklama polen canlılığının hızla azalmasına neden olmuştur. 4 °C'de saklama tüm örnekler için yeterli canlılık oranları sağlasa da en uygun saklama sıcaklığı -20 °C olarak belirlenmiştir. Polen saklama için en uygun olan genotipin 'Sarı', çeşidin ise 'Palaz' olduğu tespit edilmiştir. Tüm örnekler arasında saklama için en uygun örneğin 'Sarı' genotipi olduğu tespit edilmiştir.

**Sonuç:** Elde edilen bulguların fındıkta yapay ya da tamamlayıcı tozlaşma süreçleri ile ilgili çalışmalar için yararlı olabileceği ve türün tozlaşma ve döllenme biyolojisi gibi önemli yaşamsal süreçlerde ortaya çıkan kısıtlayıcı faktörlerin çözümlenmesine katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Fındık, polen, polen saklama, polen canlılığı, yapay tozlaşma

**Effect of Different Storage Times and Temperatures on Pollen Viability of Hazelnut (*Corylus avellana* L.)**

### Abstract

**Objective:** The aim of this study is to determine the most suitable pollen storage temperature for pollen grains belonging to 2 genotypes and 2 varieties of hazelnut (*Corylus avellana* L.) and to determine the most suitable genotype and variety for the pollen storage process.

**Materials and Methods:** Pollen grains belonging to the 'Sarı' and 'Yomra' genotypes and 'Palaz' and 'Kara fındık' species of *Corylus avellana* L. were collected from Akçakoca/Düzce, the second standard region of hazelnut production in Turkey, and then stored at 20 °C, 4 °C and -20 °C for 45 days. Pollen viability rates at 0., 15., 30. and 45. days were determined according to the fluorescein diacetate/propidium iodide protocol.

**Results:** Pollen viability rates of all genotypes decreased with increasing storage time and storage temperature. Storage at 20 °C resulted in a rapid decrease in pollen viability for all genotypes. Although storage at 4 °C provides adequate viability rates for all genotypes, the most appropriate storage temperature for all genotypes has been determined as -20 °C. It was determined that the most suitable genotype for pollen storage was 'Sarı' and the most suitable variety was 'Palaz'. Among all samples, the most suitable sample for storage was found to be the 'Sarı' genotype.

**Conclusion:** It is thought that the obtained findings may be helpful in studies related to artificial or complementary pollination processes in hazelnut and may contribute to the analysis of the limiting factors that occur in critical vital processes such as pollination and fertilization biology of the species.

**Keywords:** Artificial pollination, hazelnut, pollen storage, pollen viability, pollen

## Giriş

Sert kabuklu meyve üretiminde bademden sonra en yaygın olarak yetiştirilen fındık, dünyada en çok yetiştirilen meyve türlerinden biridir (Toillon ve ark., 2023). Dünya fındık üretiminde Türkiye ilk sırada yer alırken, onu sırasıyla İtalya, Azerbaycan, Gürcistan, İran, ABD ve İspanya takip etmektedir (İslam, 2018). Çikolata ve şekerleme endüstrisinde hammadde olarak kullanılması ve ekonomik değerinin oldukça yüksek olması nedeniyle Türkiye'de ve dünyada fındıkta ıslah çalışmaları ilgi çekmektedir (Mehlenbacher ve Molnar, 2021). Bu çalışmaların çoğu bitkinin vejetatif gelişimini destekleyerek meyve verim ve kalitesini artırmayı amaçlamıştır. Ancak Türkiye ve dünya için ekonomik değeri olan fındıktan maksimum verim alınabilmesi için türün tozlaşma ve döllenme biyolojisi gibi önemli yaşamsal süreçlerde ortaya çıkan kısıtlayıcı faktörlerin çözümlenmesi büyük önem arz etmektedir.

Fındık monoik bir bitkidir ve erkek ve dişi çiçek çiçekler aynı bitki üzerinde bulunur. Erkek çiçekler 200'e yakın anter içerir ve bir erkek çiçekten yaklaşık 5 milyondan fazla polen tanesi doğaya salınır. Dişi çiçekler ise 2-12 kadar stil içerir (İslam, 2019). Fındık protandrik ve kendine uyumsuz bir bitkidir (Olsen ve ark., 2000). Polen taneleri stigmaya ulaştıklarında stigma ve stilus polen tanelerini kabul edecek olgunlukta olmalarına rağmen ovaryum henüz farklılaşmış durumda değildir (Liu ve ark., 2014). Ovaryum farklılaşması uyumsuz tozlaşma ile tetiklenir. Genel olarak tüm dünyada tozlaşma Kasım-Mart aylarında gerçekleşir ve polen taneleri Nisan-Ağustos ayına kadar ovaryumun olgunlaşmasını beklerler. Bu uzun bekleme sürecinde polen taneleri birçok çevresel strese maruz kalarak canlılıklarını kaybedebilir. Cansız polen taneleri çimlenemedikleri ve polen tüpü oluşturamadıkları için sperm nükleuslarını embriyo kesesi içine aktaramaz ve döllenme gerçekleşmez (Liu ve ark., 2014). Bu durum fındıkta verimi etkileyen en önemli kısıtlayıcı faktörlerden biridir. Birçok araştırmacı bu kısıtlayıcı faktörün önüne geçebilmek için polen tanelerinin uygun zamanlarda toplanıp canlılıklarının muhafaza edilebileceği uygun saklama sıcaklıklarında saklandıktan sonra yapay tozlaşma için kullanılarak verimin arttırılabileceğini belirtmiştir (Novara ve ark., 2017). Ancak polen canlılık oranlarının ve polen tanelerinin canlılıklarını farklı saklama sıcaklıklarında koruyabilme yeteneklerinin türler arasında ve hatta aynı türün farklı genotipleri

arasında bile değişkenlik gösterebileceği bilinmektedir (Dafni ve Firmage, 2000).

Bu çalışmanın amacı, farklı sıcaklıklarda ve farklı sürelerde saklanan 2 fındık genotipi ve 2 fındık çeşidine ait polen tanelerinin canlılıklarını değerlendirmek, en uygun saklama sıcaklığını ve saklama için en uygun olan örneği belirlemektir.

## Materyal ve Metot

Sarı ve 'Yomra' genotipleri ile, 'Palaz', ve 'Kara fındık' çeşitlerine ait polen taneleri, 2022 yılının Şubat ayında Akçakoca/Düzce'den (Türkiye) toplanmıştır. Kontrol grubu için yeni toplanan polen tanelerinin canlılığı 24 saat içinde test edilmiştir. Farklı saklama sıcaklıklarının polen canlılığı üzerindeki etkilerini incelemek için, her bir örneğe ait polen taneleri 3 gruba ayrılmış ve 20 °C, 4 °C ve -20 °C'de 45 gün boyunca saklanmıştır. Farklı örneklere ait, farklı sıcaklıklarda saklanan polen tanelerinin canlılığı 15., 30. ve 45. günde test edilmiştir. Tüm polen canlılık testleri floresein diasetat (FDA)/propidium iyodür (PI) yöntemi ile yapılmıştır (Singh ve ark., 2015). Canlılık testlerine başlamadan önce FDA/PI solüsyonu hazırlanmıştır. 2 mg FDA 1 ml asetonda çözüldükten sonra çözeltinin üzerine süt kıvamına gelene kadar %12'lik sükröz solüsyonu eklenmiştir. Oluşan çözelti 1 mg PI'nın 1 ml PBS'de (pH: 7) çözünmesi ile elde edilen solüsyon ile karıştırılmıştır. FDA/PI boyası her uygulamadan önce taze hazırlanmıştır (Novara ve ark., 2017). Canlılık testi için polen taneleri %12'lik sükröz çözeltisinde 5 dakika inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrasında polen solüsyonu eşit hacimde FDA/PI solüsyonu ile karıştırılmış ve karanlık bir bölmede 15 dakika inkübe edilmiştir. Polen taneleri %12'lik sükröz çözeltisi kullanılarak 7500 rpm'de 10 dakika santrifüjleme ile üst sıvı her defasında atılarak 3 kez yıkanmıştır. Santifüj sonrasında kalan peletler, %12 sükröz çözeltisi ile yeniden süspanse edildi ve 500-650 nm'de floresan mikroskobu (Olympus BX-51) altında incelenerek fotoğraflanmıştır. İnceleme ve fotoğraf çekimi esnasında aynı odak düzlemi ve aynı floresan ışımaya ayarları kullanmaya özen gösterilmiştir. FDA/PI boyama protokolüne göre yeşil floresan ışımaya yapan polen taneleri canlı, kırmızı ışımaya yapan polen taneleri ise cansız kabul edilmiştir (Şekil 1a). Tüm testler üç tekrarlı yapılmış ve her bir tekrarda rastgele seçilen 500 polen tanesi dikkate alınarak polen canlılık yüzdeleri hesaplanmıştır. İstatistiksel analizler eşik P değeri 0.05 olan tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılarak SPSS 16.0 programı ile yapılmıştır.

## Bulgular

'Sarı' genotipinde taze polen canlılık oranı %94 olarak belirlenmiştir. 'Sarı' genotipinin -20 °C'de saklanan polen tanelerinde polen canlılık oranının taze polen canlılık oranına kıyasla 15. günün sonunda %7, 30. günün sonunda %14 ve 45. günün sonunda ise %19 oranında istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde azaldığı tespit edilmiştir. 4 °C'de saklanan polen tanelerinde polen canlılık oranı taze polen canlılık oranına kıyasla 15. günün sonunda %6, 30. günün sonunda %20 ve 45. günün sonunda ise %26 oranında istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde azalmıştır. Bunun yanı sıra, 20 °C'de saklanan polen tanelerinde polen canlılık oranı taze polen canlılık oranına kıyasla 15. günün sonunda %17, 30. günün sonunda %25 ve 45. günün sonunda ise %33 oranında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma göstermiştir (Şekil 1b).

'Yomra' genotipinde taze polen canlılık oranı %85 olarak belirlenmiştir. 'Yomra' genotipinin -20 °C'de saklanan polen tanelerinin canlılık oranlarında 15. günün sonunda taze polen canlılık oranına kıyasla anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Ancak -20 °C'de saklanan polen tanelerinin canlılık oranları taze polen canlılık oranına kıyasla 30. günün sonunda %14 ve 45. günün sonunda ise %21 oranında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma göstermiştir. 4 °C'de saklanan polen tanelerinin canlılık oranlarında 15. günün sonunda taze polen canlılık oranına kıyasla anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Ancak 4 °C'de saklanan polen tanelerinin canlılık oranlarında taze polen canlılık oranına kıyasla 30. günün sonunda %25 ve 45. günün sonunda ise %36 oranında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma tespit edilmiştir. Ayrıca 20 °C'de saklanan polen tanelerinin canlılık oranları taze polen canlılık oranına kıyasla 15. günün sonunda %24, 30. günün sonunda %34 ve 45. günün sonunda ise %43 oranında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma göstermiştir (Şekil 1c).

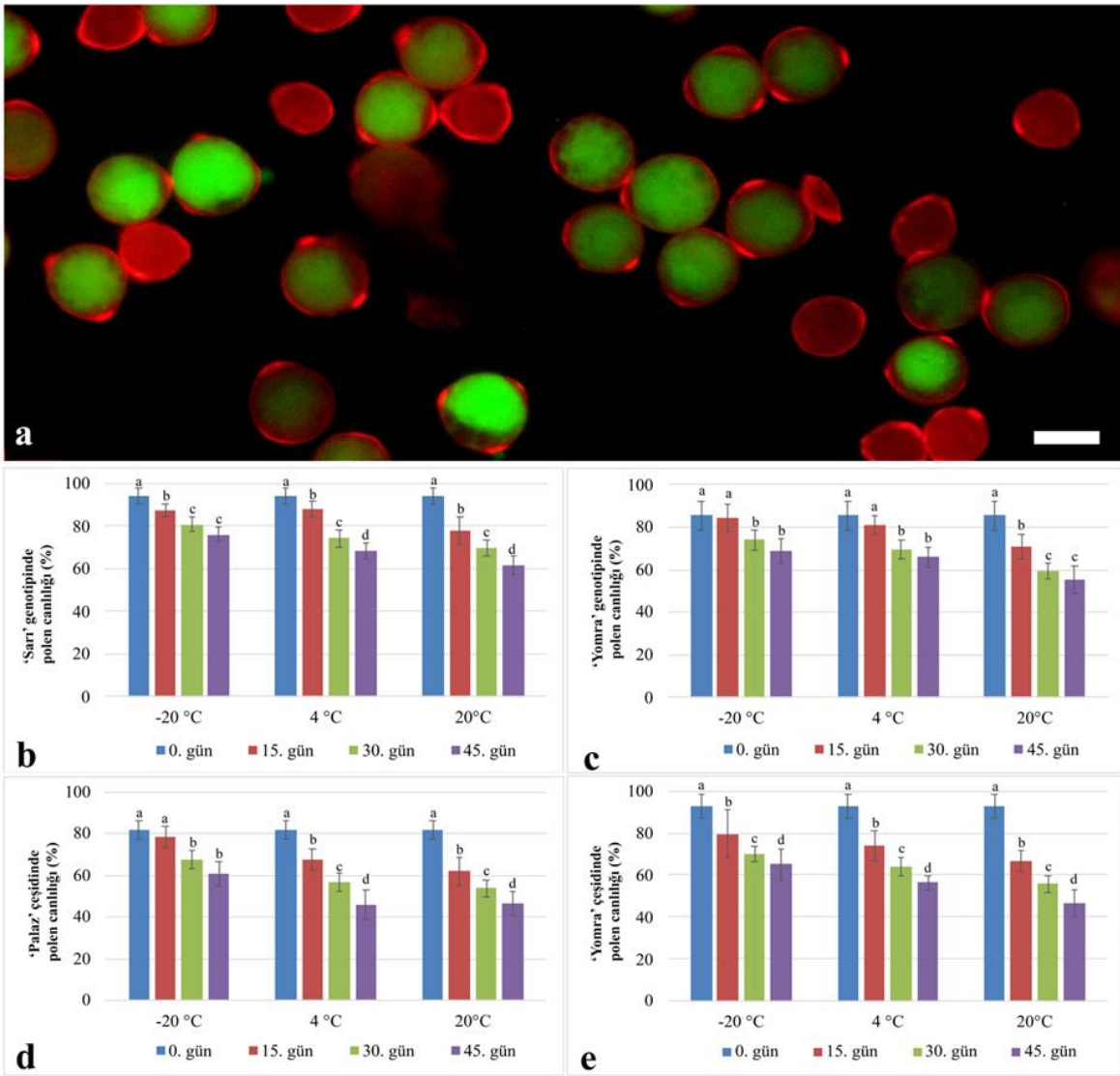
'Palaz' çeşidinde taze polen canlılık oranı %81 olarak belirlenmiştir. 'Palaz' çeşidinin -20 °C'de saklanan polen tanelerinde 15. günün sonunda taze polen canlılık oranına kıyasla anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Ancak -20 °C'de saklanan polen tanelerinin canlılık oranları taze polen canlılık oranına kıyasla 30. günün sonunda %14 ve 45. günün sonunda ise %21 oranında istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde azalmıştır. 4 °C'de saklanan polen tanelerinde polen canlılık oranı taze polen canlılık oranına kıyasla 15. günün sonunda %17, 30. günün

sonunda %25 ve 45. günün sonunda ise %36 oranında istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde azalmıştır. Ayrıca 20 °C'de saklanan polen tanelerinde polen canlılık oranının taze polen canlılık oranına kıyasla 15. günün sonunda %24, 30. günün sonunda %34 ve 45. günün sonunda ise %43 oranında istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde azaldığı belirlenmiştir (Şekil 1d).

'Kara fındık' çeşidinde taze polen canlılık oranı %93 olarak belirlenmiştir. 'Kara fındık' çeşidinin -20 °C'de saklanan polen tanelerinin canlılık oranları taze polen canlılık oranına kıyasla 15. günün sonunda %14, 30. günün sonunda %23 ve 45. günün sonunda ise %28 oranında istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde azalmıştır. 4 °C'de saklanan polen tanelerinin canlılık oranlarının taze polen canlılık oranına kıyasla 15. günün sonunda %20, 30. günün sonunda %33 ve 45. günün sonunda ise %37 oranında istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde azaldığı belirlenmiştir. Ayrıca 20 °C'de saklanan polen tanelerinin canlılık oranları taze polen canlılık oranına kıyasla 15. günün sonunda %27, 30. günün sonunda %38 ve 45. günün sonunda ise %47 oranında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma göstermiştir (Şekil 1e).

## Tartışma

Polen canlılığını değerlendirmek için yaygın olarak 2,3,5- trifenil tetrazolyum klorür, floresan diasetat, iyodin potasyum iyodür, lacto-anilin blue ve safranin gibi farklı boyalar kullanılmaktadır (Ascari ve ark., 2020). Ancak son yıllarda birçok araştırmacı bu boyama protokollerinin canlı polen sayısının tespitinde sapmalara neden olacak şekilde renk yoğunluğu geçişi gösterebileceğini ve bu sebeple polen canlılığını fazla gösterebileceğini belirtmişlerdir (Ge ve ark., 2011). Impe ve ark. (2020) benzeri boyama protokollerinin polen canlılığını ayırt etmede efektif olamayacağı için canlılık değerlendirmelerinde kesin sonuçlar veremeyeceğini öne sürmüştür. Araştırmacılar hem enzimatik aktivitenin varlığını hem de hücre zarının bozulmamışlığını tespit edebildiği ve canlı/cansız polenleri farklı renklerde gösterebildiği için FDA/PI boyama protokolünün polen canlılığını tespit etmede daha kesin sonuçlar vereceğini vurgulamışlardır (Novara ve ark., 2017; Ascari ve ark., 2020). Bu bilgiler ışığında, bu çalışmada polen canlılığını değerlendirmek için FDA/PI boyama protokolü kullanılmıştır. Polen sitoplazması polenin yaşam faaliyetlerini düzenleyen canlı kısımdır. Dolayısı ile polen canlılığı polen sitolojisi ile yakından ilişkilidir.



Şekil 1. Farklı saklama süresi ve sıcaklıklarının fındıkta polen canlılığı üzerindeki etkisi. **a.** FDA/PI boyama protokolüne göre yeşil ışığa yanan canlı polen taneleri ve kırmızı ışığa yanan cansız polen tanelerinin temsili mikrofrafı. **B.** 'Sarı' genotipinde polen canlılığı. **c.** 'Yomra' genotipinde polen canlılığı. **d.** 'Palaz' çeşidinde polen canlılığı. **e.** 'Kara fındık' çeşidinde polen canlılığı. Bar: 20 µm.

2 nukleuslu polen taneleri daha dirençli çeper yapısına sahip olmaları, sitoplazmalarının düşük su içeriği ve düşük metabolik aktiviteleri nedeni ile daha uzun süre canlılıklarını koruyabilirken, 3 nukleuslu polen taneleri daha az dirençli çeperleri, sitoplazmalarının fazla su içeriği ve yüksek metabolik aktiviteleri yüzünden daha kısa canlılık süresine sahiptirler (Impe ve ark. 2020). Polen saklama süresi boyunca canlılık kaybına neden olan temel etken polenin sürekli metabolik aktivitesi sonucu oluşan solunum metabolitlerinin eksikliğidir. Bu sebeple düşük metabolik aktiviteye sahip olan polenler daha uzun canlılık süresine sahiptir. Ancak yüksek metabolik aktiviteye sahip olan polenlerde yüksek

solunum hızı, solunum substratının azalmasına yol açar ve bu da polen canlılığının azalmasına neden olur (Hoekstra ve Bruinsma, 1975). *Corylus avellana* L.'da polenler 2 nukleuslu oldukları için uzun süre canlılıklarını koruyabilir. Bu sebeple *Corylus avellana* L.'ya ait polen taneleri uygun koşullarda saklanarak yapay ya da tamamlayıcı tozlaşma süreçlerinde kullanılabilir (Novara ve ark., 2017). Polen canlılığı abiyotik çevre koşullarına karşı oldukça hassastır (Dutta ve ark., 2013). Bu sebeple abiyotik koşullardan kaynaklı canlılık kayıplarını önlemek amacı ile polenler özel saklama şartlarına ihtiyaç duyarlar. Birçok araştırmacı düşük sıcaklıklarda ve düşük nem içeriğinde saklandığında polen canlılığının daha iyi

muhafaza edildiğini bildirmiştir (Akond ve ark., 2012). Ancak polen canlılığı türe, hatta genotipe bağlı olarak birkaç dakikadan birkaç aya kadar değişebildiği gibi farklı türlere ve genotiplere ait polen tanelerinin farklı abiyotik etmenler ve saklama koşullarından etkilenme oranı da değişiklik göstermektedir (Vaknin ve Eisikowitch, 2000). Örneğin; Ferrando ve ark. (2007) 6 farklı *Prunus avium* L. genotipine ait polen tanelerini 4 °C ve -20 °C'de 540 gün boyunca saklamışlar ve tüm genotiplerin 4 °C'de saklanan polen tanelerinde 60. günün sonunda polen canlılığının tamamen kaybolduğunu belirtmişlerdir. Aynı çalışmada -20 °C'de saklanan 'Cristobalina' ve 'Somerset' genotiplerine ait polen tanelerinin 1 yıl sonunda bile yüksek canlılık oranı gösterdiği tespit edilmiş ve bu genotiplerin yapay tozlaşma sürecinde kullanılabilmesi önerilmiştir. *Leonurus cardiaca* L.'ya ait polen taneleri 25 °C, 4 °C, -20 °C ve -80 °C'de depolanmış ve 25 °C'de 20. günde, 4 °C'de 50. günde, -20 °C ve -80 °C'de ise 60.günde polen canlılığının tamamen kaybolduğu rapor edilmiştir (Shekari ve ark., 2016).

Novara ve ark. (2017) *Corylus avellana* L.'nın 'Tonda Gentile delle Langhe', 'Tonda di Giffoni' ve 'Tonda Gentile Romana' genotiplerine ait polen tanelerini 20 °C, 4 °C ve -30 °C'de saklamış ve -30 °C'de saklanan polen tanelerinin 5 ay sonra bile yüksek canlılık oranı gösterdiğini belirtmiştir. Aynı çalışmada 'Tonda di Giffoni' genotipinin saklama için 'Tonda Gentile delle Langhe' ve 'Tonda Gentile Romana' genotiplerine göre daha uygun olduğu tespit edilmiştir. Mesnoua ve ark. (2018) 6 farklı *Phoenix dactylifera* L. genotipi üzerinde yaptığı çalışmada tüm genotiplerin oda sıcaklığında saklanan polen tanelerinin 1 yılın sonunda canlılıklarını tamamen kaybettiğini ancak tüm genotiplerin -20 °C'de ve 4 °C'de saklanan polen tanelerinin ise 1 yıl sonunda bile yüksek canlılık oranı sunduğunu rapor etmişlerdir. Dahası tüm genotiplerin -20 °C'de saklanan polen tanelerinin 4 °C'de saklanan polen tanelerine nazaran daha yüksek canlılık oranı sunduğu ve 1 yıllık saklama sürecinde polen canlılığındaki azalma oranlarının 6 farklı genotipte farklı şekillerde seyrettiği belirtilmiştir. Aldahadha ve ark. (2020) 7 farklı *Pistacia vera* L. genotipine ait polen tanelerini 24 °C, 4 °C ve -5 °C'de 4 hafta boyunca saklamış ve tüm saklama süreleri ve sıcaklıklarında 'Batouri' ve 'Ashouri' genotiplerine ait polen tanelerinin yüksek canlılık oranı sergilediğini ancak 'Marawhi' ve 'Elemi' genotiplerine ait polen tanelerinin ise düşük canlılık oranı sergilediğini tespit

etmiştir. Ayrıca bu çalışmada polen saklama için en uygun sıcaklığın -5 °C olduğu tespit edilmiştir. Bizim çalışmamızdan elde edilen bulgular da yukarıda bahsedilen çalışmalar ile paralellik göstermiş, tüm örneklerin polen canlılık oranları yukarıda belirtilen literatürler ile uyumlu olarak saklama süresi arttıkça azalmıştır. Ayrıca yine yukarıda belirtilen literatürler ile paralel olarak düşük saklama sıcaklıklarının polen canlılığının korunmasında daha etkili olduğu tespit edilmiştir. 20 °C'de polen canlılığındaki azalmanın 4°C veya -20°C'de kaydedilene kıyasla daha hızlı olduğu ve polen saklama için en uygun sıcaklığın -20 °C olduğu tespit edilmiştir. Genotipler arasında değerlendirme yapıldığında 15. günde -20 °C ve +4 °C haricindeki diğer tüm sıcaklık ve saklama süresi koşullarında en az canlılık kaybına uğrayanın 'Sarı' genotipi olduğu tespit edilmiştir. Çeşitler arasında değerlendirme yapıldığında tüm sıcaklık ve saklama süresi koşullarında en az canlılık kaybına uğrayanın 'Palaz' çeşidi olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca tüm örnekler beraberce değerlendirildiğinde saklama için en uygun örneğin 'Sarı' genotipi olduğu tespit edilmiştir.

### Sonuç

Bu araştırmada aşağıdaki 3 sonuca ulaşılmıştır.

Uygun saklama sıcaklığı (-20 °C) seçildiğinde, *Corylus avellana* L.'ya ait 'Sarı' ve 'Yomra' genotipleri ile, 'Palaz' ve 'Kara fındık' çeşitlerine ait polen taneleri canlılıklarını daha iyi muhafaza edebilmiştir. Tüm örnekler için en uygun saklama sıcaklığı -20 °C olarak belirlenmiştir.

1. Polen muhafaza süresinin artması polen canlılığını olumsuz etkilemiştir.
2. Polen saklama için en uygun olan genotipin 'Sarı', en uygun çeşidin ise 'Palaz' olduğu tespit edilmiştir. Tüm örnekler arasında saklama için en uygun örneğin 'Sarı' genotipi olduğu tespit edilmiştir.

Elde edilen bulguların fındıkta yapay veya tamamlayıcı tozlaşma işlemleri için yararlı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca fındıkta tozlayıcı olarak kullanılacak diğer çeşitler için de benzer çalışmaların yürütülmesi önem arz etmektedir.

### Çıkar çatışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

### Yazarların katkı beyanı

Yazarlar araştırmaya eşit oranda katkı sağlamışlardır.

## Kaynaklar

- Akond, A. M., Pounders, C. T., Blythe, E. K., & Wang, X. (2012). Longevity of crapemyrtle pollen stored at different temperatures. *Scientia Horticulturae*, 139, 53-57.
- Aldahadha, A., Samarah, N., & Bataineh, A. (2020). Effect of storage temperature and duration on pollen viability and in vitro germination of seven pistachio cultivars. *Journal of Applied Horticulture*, 22(3), 111-114.
- Ascari, L., Novara, C., Dusio, V., Oddi, L., & Siniscalco, C. (2020). Quantitative methods in microscopy to assess pollen viability in different plant taxa. *Plant Reproduction*, 33(3-4), 205-219.
- Dafni, A., & Firmage, D. (2000). Pollen viability and longevity: practical, ecological and evolutionary implications. *Pollen and Pollination*, 113-132.
- Dutta, S.K., Srivastav, M., Chaudhary, R., Lal, K., Patil, P., Singh, S. K., & Singh, A. K. (2013). Low temperature storage of mango (*Mangifera indica* L.) pollen. *Scientia Horticulturae*, 161, 193-197.
- Ferrando, N. A., Montiel, F. G., & Burgos, L. (2007). Influence of storage temperature on the viability of sweet cherry pollen. *Spanish Journal of Agricultural Research*, (1), 86-90.
- Ge, Y., Fu, C., Bhandari, H., Bouton, J., Brummer, E.C., & Wang, Z.Y. (2011). Pollen viability and longevity of switchgrass (*Panicum virgatum* L.). *Crop Science*, 51(6), 2698-2705.
- Hoekstra, F.A., & Bruinsma, J. (1975). Respiration and vitality of binucleate and trinucleate pollen. *Physiologia Plantarum*, 34(3), 221-225.
- Impe, D., Reitz, J., Köpnick, C., Rolletschek, H., Börner, A., Senula, A., & Nagel, M. (2020). Assessment of pollen viability for wheat. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1588.
- İslam, A. (2018). Hazelnut culture in Turkey. *Akademik Ziraat Dergisi*, 7(2), 259-266.
- İslam, A. (2019). Fındık ıslahında gelişmeler. *Akademik Ziraat Dergisi*, 8, 167-174.
- Liu, J., Zhang, H., Cheng, Y., Kafkas, S., & Güney, M. (2014). Pistillate flower development and pollen tube growth mode during the delayed fertilization stage in *Corylus heterophylla* Fisch. *Plant Reproduction*, 27(3), 145-152.
- Mehlenbacher, S.A., & Molnar, T.J. (2021). Hazelnut breeding. *Plant Breeding Reviews*, 45, 9-141.
- Mesnoui, M., Roumani, M., & Salem, A. (2018). The effect of pollen storage temperatures on pollen viability, fruit set and fruit quality of six date palm cultivars. *Scientia Horticulturae*, 236, 279-283.
- Novara, C., Ascari, L., La Morgia, V., Reale, L., Genre, A., & Siniscalco, C. (2017). Viability and germinability in long term storage of *Corylus avellana* pollen. *Scientia Horticulturae*, 214, 295-303.
- Olsen, J. L., Mehlenbacher, S. A., & Azarenko, A. N. (2000). Hazelnut pollination. *HortTechnology*, 10(1), 113-115.
- Shekari, A., Nazeri, V., & Shokrpour, M. (2016). Pollen viability and storage life in *Leonurus cardiaca* L. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 3(3), 101-104.
- Singh, S. P., Singh, S. P., Pandey, T., Singh, R. R., & Sawant, S. V. (2015). A novel male sterility-fertility restoration system in plants for hybrid seed production. *Scientific Reports*, 5(1), 11274.
- Toillon, J., Robin, J., Thomas, M., & Hamidi, R. (2023). Study on Nut Shell Lignification Progress in Hazelnut (*Corylus avellana* L.) cv. Segorbe. *Journal of Nuts*, 14(3), 191-199.
- Vaknin, Y., & Eisikowitch, D. (2000). Effects of short-term storage on germinability of pistachio pollen. *Plant Breeding*, 119(4), 347-350.