

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KESME GÜL ISLAHINDA POLEN YAŞININ MEYVE TUTUMU, TOHUM
SAYISI VE TOHUM ÇİMLENME ORANINA ETKİSİ**

Gülşah TURNA

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2022**

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KESME GÜL ISLAHINDA POLEN YAŞININ MEYVE TUTUMU, TOHUM SAYISI VE TOHUM ÇİMLENME ORANINA ETKİSİ

Gülşah TURNA

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Soner KAZAZ

Çalışma, kesme gül ıslahında polen yaşının meyve tutumu, tohum sayısı ve tohum çimlenme oranına etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Melezleme çalışmalarında ana ebeveyn olarak *Rosa hybrida* L. türüne ait Avalanche çeşidi, baba ebeveyn olarak ise aynı türe ait Magnum çeşidi kullanılmış ve toplam 210 adet tozlama yapılmıştır. Çalışma iki aşamadan oluşmuştur. Birinci aşamada polenler +4°C’de 6 gün depolanmış ve birer gün aralıklarla polenlerin canlılık ve çimlenme oranları laboratuvar koşullarında (*in vitro*) belirlenmiştir. İkinci aşamada ise, aynı polenlerle sera koşullarında (*in vivo*) eş zamanlı olarak 12-18 Temmuz 2020 tarihleri arasında tozlama işlemi gerçekleştirilmiştir. Kontrol olarak ise depolanmayan (taze) polenler kullanılmıştır. Çalışmada polen yaşının artmasıyla birlikte polen canlılık ve çimlenme oranları ile meyve tutma oranı, meyve sayısı, meyve başına ortalama tohum sayısı ve tohum çimlenme oranlarının da azaldığı belirlenmiştir. Depolanmayan polenler ile +4°C’de 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 gün depolanan polenlerin canlılık oranlarının sırasıyla %48.33, %50.49, %40.23, %36.17, %35.34, %33.97 ve %33.21 olduğu, aynı koşullarda polen çimlenme oranlarının ise yine sırasıyla %15.27, %15.23, %8.96, %4.13, %3.68, %3.32 ve %1.63 olduğu saptanmıştır. Depolanmayan polenler ile +4°C’de 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 gün depolanan polenlerle sera koşullarında yapılan tozlamalar sonucunda meyve başına ortalama tohum sayısının sırasıyla 4.11, 5.01, 3.42, 3.60, 3.06, 2.77 ve 1.0 adet olduğu, aynı koşullarda tohum çimlenme oranlarının ise yine sırasıyla %26.11, %25.65, %27.78, %26.11, %19.44 olduğu, 5 ve 6 gün depolanan polenlerle yapılan tozlamalardan elde edilen tohumların ise çimlenmediği belirlenmiştir. Çalışmamızda hem depolanmayan hem de +4°C’de 4 güne kadar depolanan polenlerle başarılı bir melezleme yapılabileceği sonucuna varılmıştır.

Mart 2022, 68 sayfa

Anahtar kelimeler: Melezleme, polen yaşı, polen canlılığı, polen çimlenmesi, tohum

ABSTRACT

Master Thesis

THE EFFECT OF POLLEN AGE FRUIT SET, SEED NUMBER AND SEED GERMINATION IN CUT ROSE BREEDING

Gülşah TURNA

Ankara University
Graduate School of Natural And Applied Science
Department of Horticulture

Supervisor: Prof. Dr. Soner KAZAZ

The study was carried out to determine the effect of pollen age on fruit set, seed number and seed germination rate in cut rose breeding. In the crossing studies, Avalanche variety belonging to *Rosa hybrida* L. species was used as the main parent and Magnum variety belonging to the same species as the paternal parent, and a total of 210 pollinations were carried out. The study consisted of two stages. In the first stage, the pollens were stored at +4°C for 6 days and the viability and germination rates of the pollen were determined in laboratory conditions (in vitro) at one-day intervals. In the second stage, pollination was carried out simultaneously with the same pollens under greenhouse conditions (in vivo) between 12-18 July 2020. Unstored (fresh) pollen was used as a control. In the study, it was determined that with the increase of pollen age, pollen viability and germination rates, fruit retention rate, fruit number, average number of seeds per fruit and seed germination rates decreased. The viability rates of unstored pollen and pollen stored at +4°C for 1, 2, 3, 4, 5 and 6 days were 48.33%, 50.49%, 40.23%, 36.17%, 35.34%, 33.97% and 33.21%, respectively, under the same conditions. pollen germination rates were found to be 15.27%, 15.23%, 8.96%, 4.13%, 3.68%, 3.32% and 1.63%, respectively. The average number of seeds per fruit was 4.11, 5.01, 3.42, 3.60, 3.06, 2.77 and 1.0 units, respectively, as a result of pollination carried out under greenhouse conditions with pollen not stored and with pollen stored at +4°C for 1, 2, 3, 4, 5 and 6 days, It was determined that the seed germination rates under the same conditions were 26.11%, 25.65%, 27.78%, 26.11%, 19.44%, respectively, and the seeds obtained from pollination with pollen stored for 5 and 6 days did not germinate. In our study, it was concluded that successful hybridization can be made with pollen that is not stored or stored at +4°C for up to 4 days.

March 2022, 68 pages

Key words: Hybridization, pollen age, pollen viability, pollen germination, seed

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Çalışmalarım sırasında her zaman yol gösteren, engin bilgi birikimi ve çözümleyici tavırları ile yetismeme ve gelişmeme katkıda bulunan, çalışkanlığını kendime hep örnek aldığım, öğrencisi olmaktan büyük mutluluk ve onur duyduğum değerli danışman hocam Prof. Dr. Soner KAZAZ'a sonsuz teşekkür ederim. Çalışmamın iyileştirilmesi konusunda katkılarını sunan jüri üyeleri Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. İbrahim DEMİR ve Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Yeşim YALÇIN MENDİ hocalarıma saygılarımla teşekkür ederim.

Çalışmalarımın istatistiksel analizlerinde yardımcı olan ve her aşamasında destek veren Arş. Gör. Dr. Tuğba KILIÇ ile Arş. Gör. Dr. Ezgi DOĞAN, Öğr. Gör. Emine KIRBAY'a her zaman yanımda oldukları için çok teşekkür ederim.

Çalışmalarım esnasında beni yalnız bırakmayan değerli arkadaşlarım, Zir. Müh. Dilara YILMAZ, Zir. Yük. Müh. Hasan Talha ÜNSAL, Zir. Yük. Müh. Hilal Beyza DURSUN, Zir. Yük. Müh. Merve URAN ve Zir. Yük. Müh. Hasan DEMİRDELEN'e teşekkür ederim.

Yaşamım boyunca her daim yanımda olan, beni bugünlere getiren, çalışmalarım sırasında desteğini esirgemeyen sevgili ailem; canım annem Gülbin TURNA'ya, canım babam Arslan TURNA'ya, biricik kız kardeşlerim Gamze TURNA ve Aysu TURNA'ya ayrıca emekleri için kıymetli anneannem ve dedeme tüm kalbimle teşekkür ederim.

Gülşah TURNA

Ankara, Mart 2022

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	6
2.1 Güllerin Taksonomisi, Sınıflandırılması, Orijini ve Yayılış Alanı.....	6
2.2 Gülün Botanik ve Sitogenetik Özellikleri.....	7
2.3 Gülün Döllenme Biyolojisi.....	9
2.4 Gül Islahı ve Gül Islahının Tarihsel Gelişimi ile Amaçları.....	9
2.5 Güllerde Melezleme Islahı Üzerine Yapılan Çalışmalar.....	12
2.6 Polenin (Çiçek Tozu) Yapısı.....	17
2.7 Polen Canlılık ve Çimlenme Oranı Üzerine Yapılan Çalışmalar.....	18
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	24
3.1 Bitkisel Materyal.....	24
3.2 Yöntem.....	26
3.2.1 Polenlerin alınması ve depolanması.....	26
3.2.2 Polen canlılık oranının belirlenmesi.....	29
3.2.3 Polen çimlenme oranının belirlenmesi.....	31
3.2.4 Emaskülasyon.....	32
3.2.5 Melezleme.....	33
3.2.6 Tohum hasadı, melez tohumların katlanması ve çimlendirilmesi.....	35
3.3 Çalışmanın Yürütüldüğü Seranın Özellikleri ve İklim Koşulları.....	39
3.4 Deneme Deseni ve İstatistiksel Değerlendirme.....	41
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	42
4.1 Polen Canlılık ve Çimlenme Oranları.....	42
4.2 Meyve Tutma Oranı, Meyve Başına Ortalama Tohum Sayısı ve Tohum Çimlenme Oranı.....	48
5. SONUÇ.....	57
KAYNAKLAR.....	60
ÖZGEÇMİŞ.....	68

SİMGELER DİZİNİ

dk	Dakika
g	Gram
l	Litre
ml	Mililitre
mm	Milimetre
ppm	Parts per million
°C	Santigrat Derece
%	Yüzde
\$	ABD Doları

Kısaltmalar

ABA	Absisik Asit
AFLP	Amplified Fragment Length Polymorphism, Çoğaltılmış Parça Uzunluğu Polimorfizmi
ARS	The American Rose Society, Amerikan Gül Derneği
IKI	İyotlu Potasyum İyodür
RAPD	Random Amplification of Polymorphic DNA, Rastgele Arttırılmış Polimorfik DNA
SSR	Simple Sequence Repeats, Basit Dizi Tekrarları
TTC	2, 3, 5 Triphenyl Tetrazolium

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Polenin (çiçek tozu) yapısı.....	17
Şekil 3.1 'Avalanche' çeşidi.....	26
Şekil 3.2 'Magnum' çeşidi	26
Şekil 3.3 Baba ebeveynde petallerin koparılması ve polenlerin alınması.....	28
Şekil 3.4 Büyütme kabiniinde bekletilen polenler	28
Şekil 3.5 Polenlerin depolama öncesinde 7 ayrı cam şişeye konulması	29
Şekil 3.6 Polenlerin +4°C’de (buzdolabında) depolanması	29
Şekil 3.7 Polenlerin lam üzerindeki İKİ çözeltilisine ekilmesi.....	30
Şekil 3.8 Canlı, yarı canlı, cansız ve anormal polenlerden görünüm.....	31
Şekil 3.9 Polenlerin petride agar ortamı üzerine ekilmesi	32
Şekil 3.10 Çimlenmiş polenlerden görünüm.....	32
Şekil 3.11 Melezleme işlemlerinden görünüm.....	34
Şekil 3.12 Tozlama sonrası dışı çiçeğin kese kağıdı ile izole edilmesi	35
Şekil 3.13 Tozlama yapılan çiçeğe etiket yerleştirilmesi.....	35
Şekil 3.14 Hasat edilen meyvelerden görünüm	36
Şekil 3.15 Tohum ağırlığının hassas terazide ölçülmesi.....	36
Şekil 3.16 Nemli katlama ortamından tohumların ekim öncesi ayıklanması.....	37
Şekil 3.17 Tohumların viyollere ekilmesi.....	37
Şekil 3.18 Tohumların sulanması.....	38
Şekil 3.19 Çimlenmiş tohumlardan görünüm	38
Şekil 3.20 Çalışmanın yürütüldüğü seradan görünüm	39
Şekil 4.1 Farklı depolama sürelerinin 'Magnum' çeşidinin polen canlılık oranı üzerine etkileri.....	42

Şekil 4.2 Farklı depolama sürelerinin 'Magnum' çeşidinin morfolojik normal polen oranı üzerine etkileri	43
Şekil 4.3 Farklı depolama sürelerinin 'Magnum' çeşidinin polen çimlenme oranı üzerine etkileri	44
Şekil 4.4 Tozlamadan sonra meyve ve tohum oluşturan meyveler ile meyve oluşturup daha sonra kuruyan meyveler	48
Şekil 4.5 Meyve tutma oranı ile polen canlılık ve polen çimlenme oranı arasındaki ilişkiler	53
Şekil 4.6 Meyve başına ortalama tohum sayısı ile polen canlılık ve polen çimlenme oranı arasındaki ilişkiler	54
Şekil 4.7 Tohum çimlenme oranı ile polen canlılık ve polen çimlenme oranı arasındaki ilişkiler	54

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Çalışmada kullanılan kesme gül çeşitlerine ait özellikler.....	25
Çizelge 3.2 Çalışmada ana ebeveyn olarak kullanılan çiçeklerde emaskülasyon ve melezleme tarihleri.....	25
Çizelge 4. 1 Canlı polen, morfolojik normal polen ve çimlenme oranları.....	41
Çizelge 4.2 Polen yaşının meyve tutma oranı, meyve başına ortalama tohum sayısı, meyve sayısı, meyve ağırlığı, tohum ağırlığı ve tohum çimlenme oranı üzerine etkileri.....	48



1. GİRİŞ

Çiçekleri, yaprakları, meyveleri ve gösterişli formu ile dikkat çeken görsel, işlevsel ve ekonomik amaçlarla yetiştirilen süs bitkileri dünyada, kesme çiçekler, iç mekân ve dış mekân süs bitkileri olmak üzere 3 farklı gruptan oluşurken, Türkiye’de süs bitkileri; kesme çiçekler, iç mekân süs bitkileri, dış mekân süs bitkileri ve doğal çiçek soğanları olmak üzere 4 farklı gruptan oluşmaktadır (Karagüzel vd. 2010, Kazaz vd. 2020).

Süs bitkileri sektörü içerisinde dünyada en fazla ticareti yapılan ve çiçeklerin kraliçesi olarak bilinen güller, *Rosaceae* familyası *Rosa* cinsi içerisinde yer alır. Güller süs bitkileri sektörü yanında gıda, tıp, eczacılık, kozmetik ve parfümeri sektöründe kullanılması sebebiyle insan yaşamında önemli bir yere sahiptir (Baydar vd. 2008). Anavatani Kuzey Yarım Küre olan güller (Zlesak 2007), Ortadoğu, Kuzey Amerika, Avrupa ve Asya’da doğal olarak yayılış gösterirler (Nilsson 1997). Geniş bir yayılış alanına sahip olan güller, güzel kokusu ve estetik değeri sebebiyle eski çağlardan günümüze kadar yetiştirilmiş ve neredeyse tüm ülkelerde kültüre alınmıştır (Bhattacharjee ve Banerji 2010).

Dünyada 2020 yılı verilerine göre, 2.948.085,000 \$ değerinde kesme gül ihracatı gerçekleştirilirken, aynı yılın verilerine göre 3.143.462,000 \$ değerinde kesme gül ithalatı gerçekleştirilmiştir. Dünyada en fazla kesme gül ihraç eden ülkeler sırasıyla; Hollanda (1.167.003,000 \$), Ekvator (591.243,000 \$) ve Kenya (462.834,000 \$) iken en fazla gül ithalat eden ülkeler sırasıyla, ABD (680.164,000 \$), Hollanda (570.654,000 \$) ve Almanya (346.937,000 \$)’dır (Anonymous 2020).

Türkiye’nin süs bitkileri ihracatı 2021 yılı verilerine göre 130.171.792 \$’dır. Kesme çiçekler 59.447.229 \$ değer ve %45,67’lik oran ile süs bitkileri ihracatında en büyük payı almıştır. Ülkemiz süs bitkileri ithalatı 2021 yılı verilerine göre 40.569.606 \$ olup bunda kesme çiçekler 3.294.440 \$ değer ve %6,65’lik bir paya sahiptir (TÜİK 2021).

Türkiye’de 2021 yılı verilerine göre, 13.158,88 da alanda kesme çiçek üretimi yapılmaktadır. Kesme gül 2.645,11 da üretim alanı ve %20,10’luk pay ile kesme çiçek türleri arasında üretim alanı bakımından karanfilden (4.899,434 da) sonra 2. sırada yer almaktadır. Ülkemizde en fazla kesme gül üretimi, %29.79’luk pay ve 788,00 da alan ile İzmir’de yapılmaktadır (TÜİK 2021).

Dünyada kesme çiçek sektörü tüketici ve pazar talepleri doğrultusunda her yıl hızlı bir değişim göstermektedir. Bu nedenle kesme çiçek ıslah firmaları her yıl pazara farklı renk, şekil ve tipte, verim ve kalitesi yüksek çeşitler sunmaktadır. Yeni gül çeşitlerinin geliştirilmesinde en yaygın kullanılan ıslah yöntemi melezleme ıslahıdır. (Liorzou vd. 2016, Datta 2018).

Melezleme ıslahında tozlama, döllenme, meyve tutumu, tohum oluşumu, meyve hasadı, tohum olgunlaşması ve tohum çimlenmesi gibi birçok aşama bulunmakla birlikte (Nadeem vd. 2013), meyve başına tohum sayısının fazla olması istenilen özelliklerin başında gelmektedir. Meyve başına tohum sayısının yüksek olması başarılı bir tozlanma ve döllenme ile mümkün olmaktadır (Nadeem vd. 2015). Tozlanma ve döllenmede başarı oranı polen canlılığı ve çimlenme oranı yüksek genotiplerin kullanımı ile artırılabilir (Farooq vd. 2016).

Melezleme yoluyla kesme gül ıslahında sık sık karşılaşılan sorunların başında meyve başına tohum sayısının ve çimlenme oranının düşük olması gelmektedir (Pipino vd. 2011, Bosco vd. 2015). Gül ıslahı üzerine yürütülen çalışmalarda meyve tutma oranını Zlesak (2007) %20-80, Nadeem vd. (2015) %30.83, Farooq vd. (2016) %0-83, Erken vd. (2018) %42.78, Kılıç (2020) %53.67 olarak bildirmişlerdir. Meyve başına tohum sayısının ebeveynlerin genetik yapısı ve çevre koşullarına bağlı olarak 0-50 adet arasında değiştiği belirtilmiştir (Zlesak 2007, Gülbağ vd. 2018, Erken vd. 2018). Bazı melez kombinasyonlarında meyve başına tohum sayısı 100 adedin üzerine çıkabilmektedir. Tozlama zamanı, tozlama şekli ve sayısı, polen canlılık ve çimlenme

oranlarında meyve başına tohum sayısını etkilemektedir (Gülbağ vd 2021). Bahçe güllerinde meyve başına tohum sayısının 2.0-57.57 adet (Gülbağ vd. 2018), kesme güllerde 2.17-59.47 adet (Erken vd. 2018), yine kesme güllerde 5.0-26 adet (Kılıç 2020), ile 9.33-31.50 adet (Doğan vd. 2019) arasında değiştiği rapor edilmiştir. Melezleme yoluyla kesme gül ıslahında tohum çimlenme oranının kombinasyonlara göre %10-60 arasında değiştiği bildirilmiştir (Zlesak 2007).

Gül ıslahında başarıyı etkileyen en önemli faktörlerin başında, ana ve baba ebeveyn olarak kullanılacak genotiplerin fertilitesi gelmektedir. Ana ebeveynlerde yüksek oranda dölleme, meyve tutumu ve tohum oluşturma, baba ebeveynlerde polenlerin canlılık ve çimlenme oranlarının yüksek olması istenen özelliklerdendir. Modern güller genellikle düşük fertiliteye sahiptir. Bunun başlıca nedenleri, türler arası melezlemelerle elde edilmiş olmaları nedeniyle uyumsuzluk, mayotik anormallikler, heterozigot poliploid ebeveynler ve zararlı resesif allellerin birikimi olarak sayılabilir (Nadeem vd. 2013). Bu durum ıslahçıları daha yüksek fertiliteye sahip ebeveyn kullanımına yönlendirmiştir (Zlesak 2007).

Gül ıslahı programlarında ticari olarak yeni çeşit geliştirme şansının yüz binde 2-3 (%0.002-0.003) (Chaanin 2003) olduğu dikkate alındığında, meyve başına tohum sayısını artırmak için gen havuzunda polen canlılık ve çimlenme oranı yüksek ebeveynlerin seçilmesi ıslahta başarı oranının artırılmasında oldukça önem taşımaktadır. Gül ıslahçıları, eş zamanlı çiçek açmayan ya da coğrafi uzaklığın söz konusu olduğu melez kombinasyonları arasında melezleme yapılabilmesi için polenleri tozlama yapıncaya kadar depolama yoluna giderler. Bu sebeple gül ıslahında polen ve polen depolama başarıyı etkileyen önemli faktörler arasında yer almaktadır.

Polen kalitesi; ploidi seviyeleri, genotip, polen canlılığı ve çimlenme oranını belirlemede kullanılan yöntemler, polenlerin toplanma zamanı, polenlerin depolama koşulları ve süresine bağlı olarak değişmektedir (Güneş vd. 2005, Zlesak 2009,

Suluşoglu ve Cavuşoglu 2014, Martins vd. 2017). Diğer bir ifadeyle polen yaşının polen canlılık ve çimlenme oranları üzerine önemli etkileri bulunmaktadır.

Gül polenlerinin oda sıcaklığında ilk gün canlılığının çok yüksek olduğu, sonraki günlerde ise canlılığın giderek azaldığı belirtilmiştir (Khosh-Khui vd. 1976). Oda koşullarında 3 günden fazla muhafaza edilen polenlerle yapılan tozlamalarda meyve tutum oranının azaldığı bildirilmiştir (Visser vd. 1977). Bununla birlikte kısa süreli depolanan gül polenlerinin oda koşullarında muhafaza edilen polenlere oranla daha uzun sürede ve daha etkin bir şekilde kullanılabileceği düşünülmektedir. Ancak kısa süreli depolama ile polenlerin kaç güne kadar etkin bir şekilde kullanılabileceğinin ortaya konması gerekmektedir.

Farklı türlerde taze polen (0. gün) ile belirli sürelerde bekletilen polenlerin canlılık ve çimlenme oranları arasında önemli farklılıklar olduğu bildirilmiştir (Kuru ve Ayfer 1990, Zhao vd. 2008, Du vd. 2018, Seyhan 2020a, Kılıç vd. 2020). Hollanda, ABD ve Almanya'daki kesme gül ıslahçıları ile yapılan sözlü görüşmelerde, bazı ıslahçıların gül polenlerinin 2 gün, bazıları 3-4 gün, bazıları ise 5-7 güne kadar kullanılabileceğini belirtmişlerdir (Ad 2020, Krüger 2020, Ping 2020). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'nde kesme gül ıslahı üzerine yürütülen çalışmalarda, gül polenleri bazı yıllar 2-4 güne, bazı yıllar ise 7 güne kadar bekletilerek melezleme ıslahında kullanılmıştır. Bununla birlikte günümüze kadar baba ebeveyn olarak kullanılacak polenlerin kaç güne kadar bekletildiğinde maksimum başarı alınacağı net ortaya konulmamıştır.

Güllerde melezleme yapılan dönemde (mayıs-haziran) havaların ısınmasıyla birlikte güllerin kısa sürede ve aynı zamanda çiçeklenmesi polen ihtiyacının karşılanması için polenlerin mutlaka muhafaza edilmesini zorunlu kılmaktadır. Bekletilen polenlerde ise, polen canlılık ve çimlenme oranlarının azalması da melezleme başarısını düşürmektedir. Bu nedenle polenlerin muhafazası süresince canlılık ve çimlenme oranlarının

belirlenmesi önem arz etmektedir. Başarılı bir melezleme programı için baba ebeveyn olarak kullanılacak çeşitlere ait polenlerin kaç güne kadar etkin bir şekilde kullanılabileceğinin mutlaka belirlenmesi gerekmektedir.

Polen yaşının kesme güllerde meyve tutumu ve tohum sayısı ile tohum çimlenme oranı üzerine etkilerinin araştırıldığı bu çalışma ile polen kaynaklarının daha verimli kullanılabileceği ve ıslah programlarının etkinliğinin arttırılabileceği düşünülmektedir. Kesme gül ıslahında çeşit geliştirme şansının çok düşük olduğu (%0.002-0.003) dikkate alındığında, ıslahçının çeşit geliştirme şansını artırması için daha fazla sayıda meyve ve tohum elde etmesi gerekmektedir. Bu da ancak fertilitesi yüksek ebeveynlerin kullanılması ile mümkündür.

Yukarıda belirtilen bilgiler ışığında çalışmamızda, depolanmayan gül polenleri ile +4°C'de 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 gün depolanan polenlerle yapılan melezlemelerin meyve tutumu, tohum sayısı ve tohum çimlenme oranı üzerine etkilerinin ortaya konması amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Güllerin Taksonomisi, Sınıflandırılması, Orijini ve Yayılış Alanı

Güller (*Rosa spp.*), kapalı tohumlular (Angiospermae) sınıfındaki çift çenekliler (Dicotyledoneae) alt sınıfına ait *Cayciflorae* grubunda yer alır. Bu grup içerisinde yer alan bitkilerin özellikleri arasında, petallerin (taç yaprak) ayrı bir şekilde bulunması ve ovaryumun (yumurtalık) alt durumlu (epigin çiçek) olması yer alır. En önemli türlerinden biri, gülgiller ailesi olarak tanımlanan *Rosales* takımında bulunan *Rosacea* familyasına ait *Rosa* cinsidir (Uluğ 2002). *Rosa* cinsi taksonomisinde yaklaşık 200 yıldan beri yapılan çalışmalar sınıflandırmanın zor olduğunu ortaya koymuş ve yapılan sınıflandırmalar arasında *Rosa* cinsine ait olan 4 alt cinsin (*Hultemia*, *Eurosa*, *Hesporhodes* ve *Platyhodon*) yer aldığı şekli kabul görülmüştür (Tomljenovic ve Pejić 2018).

Güllerin sınıflandırılmasında, 1976 yılında Oxford'daki yapılan toplantıda 'Amerikan Gül Derneği' (ARS) tarafından tarih boyunca gelişim aşamasındaki genel özellikleri incelenerek hazırlanan sınıflandırma şekli kabul edilmiştir (Cairns 2003). Bu sınıflandırma ile güller; yabani güller, eski bahçe gülleri ve modern güller olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır (Cairns 2001). Modern güller farklı ıslah yöntemleriyle elde edilen günümüzde kültürü yapılan en önemli gül sınıfıdır. Modern güller sınıfında yer alan Melez Çay gülleri kesme gül sektöründe en çok tercih edilen grup olurken, Floribunda gülleri ile Minyatür güller modern güllerin önemli ikinci grubunu oluşturmaktadır (Cairns 2003).

Güllerin orijini, çoklu doğal tozlanma sebebiyle karmaşık yapı göstermektedir. Günümüzde Eski Avrupa, Doğu Asya ve Orta Doğu güllerinin birbiri ile yapılan melezlemeleri sonucunda kültüre alınan modern güller ortaya çıkmıştır (Bendahmane vd. 2013). Modern güllerin gelişim aşamasında 15 ayrı gül türünün katkısı olduğu

bilinmektedir (Leus vd. 2018). Günümüze kadar yapılan melezleme ve mutasyon ıslahları ile güllerde oldukça fazla varyasyon görülmektedir. Bu sebeple *Rosa L.* cinsinde yaklaşık 45.000 adedin üzerinde çeşit olduğu düşünülmektedir (Vukosavljev 2014).

Anavatanı Kuzey Yarım Küre olan güllerin, Ortadoğu, Kuzey Amerika, Avrupa ve Asya kıtaları içerisinde yayılış alanı gösterdiği (Zlesak 2007) ve dünya üzerinde yaklaşık 200 türü bulunduğu ifade edilmiştir (Anderson 2007). En fazla gül türünün 93 gül türü ile orijini Çin olan Asya kıtasında yer aldığı (Haynes 2017), Avrupa kıtasının 47 gül türü (Baydar ve Kazaz 2013) ve Amerika kıtasının ise 20 gül türü (Meyer 2008) içerdiği belirtilmiştir.

Gül türlerinin ülkemizde geniş alanlarda yayılış göstermesi ve hemen her bölgede yetişmesi sebebiyle Türkiye güllerin önemli gen merkezlerinden biri konumundadır (Ercişli 2005). Türkiye’de Eurosa alt cinsine ait 44 adet, Hesperhodos alt cinsine ait 1 adet olmak üzere toplam 45 adet gül taksonunun bulunduğu bildirilmiştir (Özçelik 2013). Ekonomik olarak değeri olan *R. dumalis*, *R. canina*, *R. foetida* ve *R. hemisphaerica* türlerinin genetik açıdan değişim göstermesi Türkiye’yi önemli farklılaşma merkezi haline getirmiştir (Özçelik vd. 2019). Rengi ve kokusu ile ön plana çıkan Halfeti gülü veya Kara gül olarak bilinen *R. odorata* cv. Louis XIV ülkemizde Şanlıurfa-Halfeti bölgesinde yetişen önemli gül türlerinden biridir (Özçelik ve Korkmaz 2015).

2.2 Gülün Botanik ve Sitogenetik Özellikleri

Güller; çalı formunda gelişme gösteren, saçak köklü, yazın yeşil kalan birkaç türü dışında kışın yapraklarını döken, sarılıcı-tırmanıcı forma sahip, dik büyüme özelliği gösteren, çok yıllık odunsu yapıdaki bitkilerdir. Gövde; kırmızı, kahverengi veya gri

renkte, yan (lateral) tomurcukları, boğum ve boğum araları bulunan dikenli yapıya sahiptir (Uluğ 2002). Dikenli olma durumu, çeşitlerin karakter özelliği olup sayıları gövde üzerinde değişiklik göstermektedir (Andre 2003). Yaprakları gövde sürgününe almalı olarak dizilmiş ve 3 ile 9 parçalı yaprakçıklardan oluşan bileşik yaprakları içermektedir (Çalışkan 2005). Yaprakçılar renk ve şekil yönünden değişiklik gösteren tüylü ya da tüysüz, açık veya koyu yeşil, düz ya da kıvrımlı özelliklerde olabilmektedir (Andre 2003). Taç (petal) yaprakları, katmerli veya yalınkat tip özelliğinde bir ya da birden fazla renk skalası olan yapıya sahiptir (Özçelik ve Korkmaz 2015). Düz ve dışlı yapıya sahip sivri şekilli olan çanak (sepal) yaprakları, 3 ya da 5 loblu çanak tablasını oluşturmaktadır (Bilgiç 2009, Özçelik 2018).

Çiçekleri tek veya salkım şeklinde ana ve yan sürgün uçlarında bulunan tam çiçek yapısına sahiptir (Çelikkol 2008). Dişi organ; dışıçik tepesi (stigma) kompakt ve yarı küresel yapıda olan (Nagar vd. 2007, Bilgiç 2009) ve sayıları türlere göre değişiklik gösteren meyve ve tohumların oluştuğu yerdir (Jacop ve Ferrero 2003). Erkek organ; türlere göre sayıları 50 ile 250 arasında olabilen ve anterler içerisindeki keselerde sarı renkli çok sayıda polenlere sahip olan yapıdır. Polenler, ekzin adı verilen dış çeperden oluşmakta ve bu çeper içerisinde polen tüpünün çimlenme ve döllenmesinde önemli rol oynayan üç gözenek ve üç oluklu yapı yer almaktadır (Jacob ve Ferrero 2003).

Güllerin temel kromozom sayısı $x=7$ olup, ploidi seviyelerine bağlı olarak kromozom sayıları $2n=2x=14$ (diploid)'ten $2n=8x=56$ (oktoploid)'ya kadar varyasyon göstermektedir. Yabani gül türlerinin diploid, ticari yetiştiriciliği yapılan gül türlerinin ise çoğunlukla tetraploid yapıda olduğu bildirilmiştir (Debener ve Byrne 2014). Verim ve fertilitenin yüksek olması sebebiyle tetraploid gül türlerinin gen havuzlarında kullanımı sıklıkla tercih edilmektedir (Zlesak 2006). *Hesperhodos*, *Hultemia* ve *Platyrhodon* alt cinsinde yer alan türler $2n=2x=14$ (diploid), *Rosa* alt cinsinde yer alan türlerin $2n=2x=14$ (diploid)'ten $2n=8x=56$ (oktaploid)'ya kadar farklı ploidi seviyelerini içerdiği bildirilmiştir. Ploidi seviyelerine göre en yüksek varyasyonun *Cinnemomeae*

seksiyonunda görüldüğü ve *Caninae* seksiyonunun tetraploid ve hexaploid gül türlerini içerdiği ifade edilmiştir (Roberts vd. 2009).

2.3 Gülün Döllenme Biyolojisi

Güller hermafrodit (erselik) çiçek yapısına sahip olup, bazı türlerinde (*R. setigera* Michx) dioik yapı görülmektedir. Döllenmenin ilk koşulu olan tozlanma yabani gül türlerinde yabancı tozlanma (ksegonomi), *R. nitida*, *R. cinnamomea*, *R. rugosa* ve *R. multiflora* türlerinde ise kendine tozlanma (geitonogami) şeklinde görüldüğü bildirilmiştir (MacPhail ve Kevan 2009).

Güllerde fertilité, taksonlar arasında değişiklik göstermekte olup en düşük fertilité modern güllerde ve triploid gül türlerinde görülmektedir (Zlesak 2009, Acquaah 2012). Dişi fertilitenin polen canlılığını temsil eden erkek fertiliteden daha düşük olduğu bildirilmiştir. Fertilitenin düşmesi, mayotik anormallikler, poliploid ebeveynler, türler arası melezlemeler ve zararlı resesif allellerin birikimi gibi birçok içsel faktörden kaynaklanmaktadır (Zlesak 2007).

Haploid polen çekirdeklerinde ve dişik borusunun hücrelerinde bulunan allel genlerin, aynı genetik yapıya sahip olması durumunda ‘gametofitik uyumsuzluk’ meydana gelir. Gametofitik uyumsuzlukta S1, S2, S3, S4...Sn olarak adlandırılan multiple allel gen serisi polenlerin fonksiyonel olup olmama durumunu kontrol eder. Polenler ve dişik borusundaki S-allel genler aynı ise uyumsuz, bir tane S-allel gen farklı ise kısmi uyuşma ve her ikisinde de S-allel genler aynı ise uyuşma meydana gelmektedir (Şehirali ve Özgen 1988)

2.4 Gül Islahı ve Gül Islahının Tarihsel Gelişimi ile Amaçları

Gül ıslahı, yüzyıllardır devam etmekte ve her yıl geliştirilen yeni çeşitler sektöre kazandırılmaktadır. Melezlemeden çeşidin geliştirilmesine kadar geçen süre ortalama 8-

10 yıllık bir süreyi kapsamaktadır (Zlesak 2007). Kesme güller de bu süre 4-6 yıl, peyzaj güllerinde ise 8-10 yıl olarak ıslah amaçlarına göre değişiklik göstermektedir (Lühmann vd. 2010). Gelecek için gen kaynağı durumunda olan gül türleri, geniş alanda yayılım göstermeleri, hastalık ve zararlılara ve değişen çevresel koşullara (sıcaklık, yağış, toprak vb.) karşı dayanıklı olmaları sebebiyle ıslah açısından büyük önem taşımaktadır (Karagüzel vd. 2013). Bu sebeple ıslahçılar günümüzde pazar talepleri doğrultusunda yeni gül çeşitleri geliştirebilmektedir.

Dünyadaki gül türlerinden yalnızca %5-10'unun ıslah çalışmalarında kullanıldığı, bunun sebebinin ise ploidi seviyelerindeki farklılık olduğu belirtilmiştir (Spethmann ve Feuerhahn 2003). Güllerde gerçekleştirilen melezlemelerde; tohumların çimlenme oranlarının düşük olması, bitkinin zayıf gelişme göstermesi, şekilsiz yaprak oluşumları, ikiden fazla kotiledon (çenek) oluşması, embriyonun dumura uğraması (aborsiyon) ve uyumsuzluklar gibi birçok olumsuz faktörler görülmektedir (Zlesak 2007). Bu durumun, *Rosa* cinsi içerisinde özellikle çeşitler arasındaki genetik ilişkiler, tür içi ve türler arası yapılan melezlemeler sonucuyla karmaşık bir duruma dönüştüğü belirtilmiştir (Vukosavljev 2014, Leus vd. 2018).

Gül ıslahının tarihsel gelişimi incelediğinde, Ogisu (1996)'ya göre MS 960-1230 yılları arasında Çin'de *R. chinensis* türünün kullanılarak ortaya çıktığı bilinmektedir (Gudin 2001). Vries ve Dubrois (1996)'e göre gül çeşitlerinin geliştirilmesine yönelik yapılan ıslah çalışmaları 3 ayrı dönemde incelenmektedir. 5000 yıl öncesine dayanan ve 1875 melezlemenin keşfine kadar geçen dönem olan birinci dönemde, doğal yollarla toplanan güller Çin, Mısır, Yunanistan, Mezopotamya, İran ve İtalya'daki koleksiyonlara dikilmişlerdir. Bu dönemde açık tozlanma yoluyla elde edilen yeni gül çeşitlerinden ilkel formda olanları elenmiş ve uygun formda olanların ise çoğaltımı yapılmıştır. 18.yy'da Gallica (*R. gallica* L.), Alba (*R. alba* L.), Damask (*R. damascena* Mill.), Centifolia (*R. centifolia* L.) ve Moss Rose (*R. centifolia muscosa*) 5 gül grubu Eski Avrupa gülleri olarak ortaya çıkmıştır (Karagüzel vd. 2013). 18. yy'ın ikinci yarısında Çin gülleri ve Çay gülleri olarak bilinen Doğu Asya gülleri (Marriott 2003) ile Eski

Avrupa güllerinin melezlenmesi, modern güllerin gelişim aşamasında önemli rol oynamıştır (De Vries ve Dubois 1996).

Bu melezlemeler sonucunda elde edilen farklı gül sınıflarından; Bourbon, Noisette, Portland ve Melez Çin gül sınıfları ortaya çıkmış, 19.yy'da bu sınıflar arasında yapılan melezlemeler sonucunda ise Melez Perpetual ve Çay gülleri olarak adlandırılan gül sınıfları elde edilmiştir (Roy 2010). Elde edilen Melez Perpetual ve Çay gülleri sınıflarının melezlenmesi sonucunda, 20.yy'ın en popüler güllerinden olan daha çok kesme çiçek amaçlı kullanılan *Rosa hybrida* L. olarak da bilinen Melez Çay gülleri sınıfı oluşmuştur. Melez Çay güllerinin *R. foetida*, *R. chinensis* minima ve *R. multiflora* türleri ile melezlenmesi sonucunda ise Polyantha, Floribunda ve Minyatür güller olmak üzere 3 yeni sınıf ortaya çıkmıştır (Karagüzel vd. 2013).

Son yıllarda yeni çeşitlerin geliştirilmesine yönelik yapılan çalışmalarda, moleküler biyoloji teknikleri önemli katkı sağlamaktadır. RAPD (Rastgele Arttırılmış Polimorfik DNA, Random Amplification Of Polymorphic DNA), SSR (Basit Dizi Tekrarları, Simple Sequence Repeats), AFLP (Çoğaltılmış Parça Uzunluk Polimorfizmi, Amplified Fragment Length Polymorphism) gibi moleküler teknik tanımlamaların gül çeşitlerinin, coğrafi yayılımı, poliploidi ve sık yapılan tür içi ve türler arası melezlemeleri sebebiyle sınıflandırılması ve çeşit ayrımında kullanımı artmaktadır (Gudin 2001, Çalışkan 2005).

Güllerde ıslah amaçları; kullanım alanlarına (kesme çiçek, saksı, peyzaj, endüstriyel), tüketici ve üretici taleplerine ve pazar hedeflerine göre değişmektedir (Gudin 2003). Güllerde kullanım alanlarına göre farklı ıslah amaçları bulunmakla birlikte her gül için aranan özelliklerin önem sırası değişiklik göstermektedir (Leus vd. 2018). Tüm bu amaçların yanında verimlilik, hastalıklara ve zararlılara dayanım güllerde en önemli ıslah amaçlarından olmaya devam etmektedir (Zlesak 2007). Hastalık ve zararlılara karşı dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi (özellikle gül rozet hastalığı) için son yıllarda yapılan ıslah çalışmalarında artış görülmektedir.

Kesme gül ıslahında; çiçek tipi, rengi ve şekli, verimlilik, vazo ömrü ve hasat sonrası taşımaya dayanıklılık gibi tüm bu özelliklerin sağlanması önemli ıslah amaçlarındandır (Leus vd. 2018). Ayrıca bu özelliklerin yanında pazar talepleri doğrultusunda; çiçek sapı orta kalınlıkta ve uzun, gonca açımı yavaş ve 25-35 adet arasında değişen taç yaprak sayısı istenilen özellikler arasında yer almaktadır (Manjula 2005). Son yıllarda kokulu güllere olan talebin artış göstermesi sebebiyle gül ıslahı amaçlarına koku özelliği de eklenmiştir (Kılıç 2020).

2.5 Güllerde Melezleme Islahı Üzerine Yapılan Çalışmalar

Islah yöntemlerinden biri olan klasik ve modern ıslah yöntemleri; melezleme, seleksiyon, haploidizasyon, poliploidizasyon ve mutasyon ıslahını, yeni nesil bitki ıslahı yöntemleri ise genom iyileştirme ve gen aktarımını içermektedir (Leus vd. 2018). Günümüzde bu yöntemler arasında en çok seçilen ve uygulanan ıslah yöntemi ise melezleme ıslahıdır (Liorzou vd. 2016, Datta 2018).

Melezleme ıslahının ilk aşaması olan ebeveyn seçiminde genotiplerin yüksek fertilitate göstermesi ve ploidi seviyelerinin bilinmesi dikkat edilmesi gereken önemli özelliklerdendir (Zlesak 2007). Bu sebeple, ıslah programlarında farklı genetik kaynakların kullanılması için ploidi seviyelerinin belirlenmesi önem taşımaktadır (Tuna vd. 2001).

Melezleme ıslahında istenilen özellikler arasında meyve başına düşen tohum sayısının yüksek olması gelmektedir. Bu durumun gerçekleşebilmesi ise başarılı bir tozlanma ve döllenmeye bağlıdır (Nadeem vd. 2015). Tozlanma ve döllenmede başarı oranı, canlılık ve çimlenme oranı yüksek polenlerin kullanımı ile arttırılabilmektedir (Farooq vd. 2016). Melezleme başarısını etkilemesi açısından düşük polen canlılığı ve çimlenme oranı ıslahçılar için önemli problemlerden biri olmuştur. Tohum çimlenme oranı, meyve başına düşen tohum sayısı, uyumsuzluk da ıslahçılar için problem olabilecek önemli

faktörlerdendir. Güller de görülen düşük polen canlılığı ve çimlenme oranı sebebiyle; polen, polen depolama, tozlanma, tohum çimlenme melezleme ıslahında dikkat edilmesi gereken önemli faktörler olarak belirtilmiştir (Zlesak 2007).

Gül ıslahı çalışmalarında önemli sorunlardan biri tohumların düşük çimlenme oranına (%20) sahip olmasıdır (Lee vd. 2010). Tohum embriyosunun olgunlaşamaması bazı gül türlerinde çimlenmenin düşük olmasına sebep olan faktörlerden biridir. Yapılan çalışmalarda, tohum çimlenme oranının yabani formdaki gül türlerinin kültür formlarına göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Özçelik ve Korkmaz 2015). Güllerde genotiplere göre değişmekle birlikte tohum çimlenme oranının ortalama %35-40 arasında olduğu, bununla birlikte tohum çimlenme oranı %80 olan türlerinde olduğu belirtilmiştir (Leus vd. 2018).

Tüm koşulların uygun olması halinde tohumların çimlenememe durumu dormansi (uyku hali) olarak açıklanmaktadır. Güllerde, perikarpın su emiliminin engellenmesi (fiziksel dormansi) ve perikarp ile tohum kabuğunda absisik asit (ABA) gibi inhibitörlerin bulunması (fizyolojik dormansi) tohum çimlenmesini engellemektedir (Hartmann vd. 2002). Dormansinin derecesi genotip, tohum oluşumu sırasındaki sıcaklık, hasat zamanındaki olgunluk ile katlama süresi ve sıcaklığına bağlı olarak değişir (Gülbağ vd. 2021). Dormansi seviyeleri doğal türlerde ve melez güllerde farklılık gösterir. Doğal türlerin tohumları melez güllerin tohumlarına göre daha güçlü dormansiye sahiptir. Dormansinin kırılması ve tohumlarda çimlenmeyi sağlamak amacıyla içerisinde nemli torf, perlit, kum bulunan ortama ekilen tohumların 2-5°C'de 6-12 hafta süreyle bekletilmesi ile uygulanan soğukta katlama yöntemi (Zlesak 2007), güllerde en çok tercih edilen yöntemlerden biridir (Svejda ve Poapst 1972).

De Vries ve Dubois (1983), melez çay güllerinde tohum oluşumu ve meyve tutumunu iyileştirmek amacıyla yaptıkları çalışmada, Sonia x Ilona melez kombinasyonunda dişi çiçekleri 24 saat aralıklarla 1, 2, 3, 4, 5, 6 ve 7'şer kez tozlamışlardır. Uygulama başına 25 adet çiçek kullanılmıştır. Kontrol olarak kullanılan dişi çiçeklerde ise tozlama

yapılmamıştır. Çalışmada tozlama yapılmayan (kontrol) çiçeklerde meyve tutumunun olmadığını, 1, 2, 3, 4, 5, 6 ve 7 kez tozlanan çiçeklerde ise meyve sayısının sırasıyla 12, 15, 16, 18, 23, 22 ve 21 adet olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmada ayrıca yine 1, 2, 3, 4, 5, 6 ve 7 kez tozlanan çiçeklerde meyve başına tohum sayısının sırasıyla 8.6, 15.8, 17.2, 17.3, 17.9, 16.7 ve 16.8 adet olduğunu belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda tozlama sayısının 1'den 5'e yükselmesi ile meyve sayısının 12 adetden 23 adede arttığını ancak 6 ve 7 kez yapılan tozlama ile meyve sayısının daha fazla artmadığını tespit etmişlerdir. Meyve ağırlığı, tohum ağırlığı ve meyve başına düşen tohum sayısının 1'den 4'e kadar yapılan tozlamalarla artış gösterdiğini belirlemişlerdir. Çalışmada, Sonia x Ilona melezinde tekrarlanan tozlamanın meyve tutumunu ve meyve başına tohum sayısını artırdığını, tozlamanın 1'den 5'e kadar çıkmasıyla tozlanan çiçek başına tohum sayısının yaklaşık olarak 4 kat arttığını ve ayrıca meyvelerin olgunlaşma sürelerinin önemli olmadığını saptamışlardır.

Hibrit çay gülü çeşidi Sonia x Hadley melez kombinasyonunda sıcaklığın meyve tutumu, meyve başına tohum sayısı ve tohum çimlenme oranı üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada, Sonia çeşidinin meyveleri olgunlaşmaya kadar belirli sıcaklıklarda (10°C, 14°C, 18°C, 22°C, 26°C), ek aydınlatmalı seralarda yetiştirilmiş ve sıcaklığın meyve olgunlaşmasına kadar geçen gün süresini önemli ölçüde etkilediği tespit edilmiştir. Sonuç olarak, sıcaklık artışı ile meyve tutumu, meyve ağırlığı ve tohum sayısında artış olduğu belirtilmiştir. Uygun olan sıcaklıklar; meyve olgunlaşması için 18°C ve tohum çimlenme oranı için 22°C olarak belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca meyve ağırlığı ve meyve başına düşen tohum sayısının pozitif ilişki gösterdiği ifade edilmiştir (De Vries ve Dubois 1987).

Nadeem vd. (2013), 9 farklı melez çay gülünde melezleme başarısını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, her bir kombinasyon için 80 adet olmak üzere toplam 720 adet tozlama yapmışlardır. Çalışmada, meyve tutum oranının %0 ile %43.75, meyve başına ortalama tohum sayısının ise 0 ile 35 adet arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Kombinasyonlar arasında en yüksek melezleme başarı oranını Handel (%53.75) çeşidinde, en düşük ise Ice Berg (%0) çeşidinde tespit etmişlerdir. Ayrıca

çalışmada polen kalitesinin artmasıyla birlikte meyve başına ortalama tohum sayısı ve melezleme başarı oranının arttığını bildirmişlerdir.

Farklı ploidi seviyelerine sahip genotiplerin melezlenerek meyve tutum oranı ve meyve başına ortalama tohum sayısının belirlendiği çalışmada, *Rosa hybrida* L. türüne ait 11 farklı gül çeşidi ile 36 melez kombinasyonu oluşturulmuş ve en az 20'şer adet tozlama yapılmıştır. Meyve tutum oranının %0 ile %80, meyve başına ortalama tohum sayısının ise 0 ile 27.42 adet arasında değiştiği ifade edilmiştir. İkinci bir uygulama ile *Rosa hybrida* L. türüne ait güller ve yabani gül türleri ile oluşturulan kombinasyonlarda melezlemelerde, meyve tutum oranının %0 ile %90 arasında, meyve başına ortalama tohum sayısının ise 0 ile 35.33 adet arasında değiştiği belirtilmiştir (Abdolmohammadi vd. 2014).

Nadeem vd. (2015), *Rosa hybrida* L. türüne ait 9 farklı gül çeşidini kullanarak oluşturdukları 30 melez kombinasyonunda, meyve tutum oranının %30 ile %83, meyve başına ortalama tohum sayısının ise 15 ile 33 adet arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Çalışmada ayrıca her bir melez kombinasyonuna göre farklılık gösteren meyvelerin olgunlaşma sürelerinin 76-110 gün arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Polen kaynağı olarak kullanılan kokulu gül türleri (*Rosa damascena* Mill., *Rosa odorata* cv. Louis XIV) ve kesme gül çeşitlerinin (Magnum ve First Red) polen canlılık ve çimlenme oranları ile meyve tutum oranı ve meyve başına tohum sayısı üzerine etkileri incelenmiştir. Ana ebeveyn olarak *Rosa hybrida* L. türüne ait kesme gül çeşitleri (Polar Star ve Black Magic) ile 8 farklı kombinasyon oluşturularak 20'şer adet tozlama yapılmıştır. Çalışmada, baba ebeveyne ait polen canlılık oranlarının %52.76-58.92, polen çimlenme oranlarının ise %24.61-45.24 arasında değiştiği bildirilmiştir. Çalışmada, en yüksek meyve tutum oranı Polar Star x Magnum kombinasyonundan, en düşük meyve tutum oranı ise Black Magic x Magnum kombinasyonundan elde edilmiştir. Meyve başına en yüksek tohum sayısı 25.67 adet ile Black Magic x *Rosa damascena* kombinasyonunda, meyve başına en düşük tohum sayısı ise 7 adet ile Black Magic x Magnum kombinasyonunda saptanmıştır. Sonuç olarak, polen canlılık ve

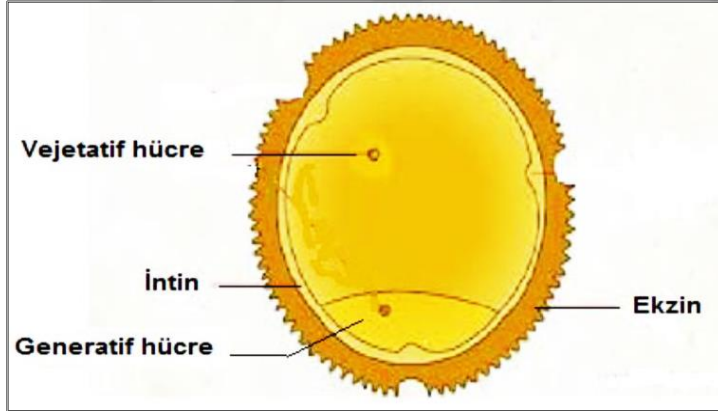
çimlenme oranlarının kokulu gül türlerinde kesme gül çeşitlerine oranla daha yüksek olması sebebiyle, polen kaynağı olarak kokulu gül türleri ile oluşturulan kombinasyonların, kesme gül çeşitleriyle oluşturulan kombinasyonlara göre meyve başına tohum sayısını artırdığı belirtilmiştir (Kazaz vd. 2020).

Doğan vd. (2019), baba ebeveyn olarak *Rosa damascena* türünü kullandıkları 10 farklı melez kombinasyonunda, kombinasyon başına 10 adet olmak üzere toplam 90 adet tozlama yapmışlardır. Meyve başına en yüksek tohum sayısının 31.5 adet ile Freedom x *Rosa damascena* kombinasyonunda, meyve başına en düşük tohum sayısının ise 7.29 adet ile Cherry Brandy x *Rosa damascena* kombinasyonunda elde etmişlerdir. En yüksek tohum çimlenme oranı %32.33 ile Pink Akito x *Rosa damascena* kombinasyonunda, en düşük tohum çimlenme oranı %1.82 ile Black Magic x *Rosa damascena* kombinasyonunda tespit etmişlerdir. Çalışmada, polen kaynağı olarak kullanılan *Rosa damascena* ile oluşturulan kombinasyonlarda meyve başına tohum sayısı ve tohum çimlenme oranının ebeveyn olarak kullanılan tür ve çeşitlere göre değişiklik gösterdiğini belirlemişlerdir.

Ana ebeveyn olarak kullanılan 8 farklı ticari kesme gül çeşidi (Layla, Myrna, Samourai, Avalanche, Sweet Avalanche, Annakarina, Magnum, First Red) ile baba ebeveyn olarak kullanılan 3 farklı eski bahçe gül türü (*R. odorata*, *R. centifolia* ve *R. damascena*) arasında 23 farklı melez kombinasyonu oluşturulmuş ve toplamda 859 adet tozlama yapılmıştır. Tozlamalar sonucunda toplamda 461 adet meyve elde edilirken, her bir kombinasyon için ortalama meyve tutum oranı %53.67 olarak belirlenmiştir. Toplam 5750 adet tohum elde edilmiş ve meyve başına ortalama tohum sayısı tüm kombinasyonlar için 12.47 adet olarak belirlenmiştir. Meyve başına ortalama tohum sayısının en yüksek *R. odorata* türünün baba ebeveyn olarak kullanıldığı kombinasyonlardan elde edildiği ifade edilmiştir. Ortalama tohum çimlenme oranı tüm kombinasyonlarda %14.61 olarak tespit edilirken, Sweet Avalanche x *R. damascena* kombinasyonundan elde edilen tohumlarda çimlenme görülmemiştir. Çalışma sonucunda, melezleme başarısının ebeveynlerin fertilitesine bağlı olarak değiştiği, meyve tutum oranının kombinasyonlara göre değişiklik gösterdiği ve her tohumun çimlenme yeteneğine sahip olmadığı bildirilmiştir (Kılıç 2020).

2.6 Polenin (Çiçek Tozu) Yapısı

Bitkilerde üreme sürecinin erkek kısmını temsil eden, çiçeklerin erkek organlarındaki (stamen) anterlerde (başçık) bulunan, dört lokuslu polen keseciklerinde meydana gelen dikenli, yağlı ve yapışkan yapıda olabilen erkek hücre taşıyan yapılar polen (çiçek tozu) olarak adlandırılmaktadır (Büyükkartal 2000). Taze bir polen mikroskopta incelendiğinde, başlıca iki kısımdan oluştuğu görülmektedir. Bu kısımlardan biri polenin yaşamsal faaliyetlerini düzenleyen canlı kısım olan protoplazma, diğeri ise bu canlı kısmı saran polen zarıdır (Aytuğ 1967). Polen zarı iki çeperden oluşmaktadır. Dış çeper olan ekzin, polen tanesinin görünen dış kısmıdır. İlk önce zar halinde beliren ekzin, gelişme boyunca kalınlaşır. İç çeper olan intin ise, ekzin tabakasının altında yer alan zarımsı yapıdır. İntinin iç kısmında selüloz, dış kısmında ise pektin yer almaktadır. Polenin kendisi tarafından oluşturulan intin, polen tüpünün oluşumuna katılmaktadır (Aytuğ 1967) (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Polenin (çiçek tozu) yapısı (Anonymous 2018)

Polen tanesi, ekzin üzerinde ince çeperli bölgelerde oluşan açıklıklara (por) sahiptir. Por bulunan kısımlarda intin kalınlığı artmakta ve kalloz maddesi birikimi gerçekleşmektedir. İntin kolayca su alıp şişerek ortaya çıkmakta ve polenin çimlenmesi başlamaktadır. Nemli ortamdaki polenlerin hacminde meydana gelen bu değişiklikler porlar aracılığıyla gerçekleşmektedir (Walker 1974). Ekzin ve intin kalınlığında meydana gelen bu değişimler polen çimlenmesini önemli oranda etkilemektedir (Eames 1961).

Polen tanesi, ekzin üzerinde ince çeperli bölgelerde oluşan açıklıklara (por) sahiptir. Por bulunan kısımlarda intin kalınlığı artmakta ve kalloz maddesi birikimi gerçekleşmektedir. İntin kolayca su alıp şişerek ortaya çıkmakta ve polenin çimlenmesi başlamaktadır. Nemli ortamdaki polenlerin hacminde meydana gelen bu değişiklikler porlar aracılığıyla gerçekleşmektedir (Walker 1974). Ekzin ve intin kalınlığında meydana gelen bu değişimler polen çimlenmesini önemli oranda etkilemektedir (Eames 1961).

2.7 Polen Canlılık ve Çimlenme Oranı Üzerine Yapılan Çalışmalar

Melezleme ıslahında başarılı bir tozlanma ve döllenme, polen kalitesi yüksek baba ebeveynlerin seçimi ile mümkün olmaktadır. Polenlerin kalitesini gösteren canlılık ve çimlenme oranları, *in vivo* ve *in vitro* yöntemleriyle belirlenmektedir. *In vitro* ortamlarında uygulanan testlerin, *in vivo* ortamlarına göre daha hızlı sonuç verdiği bildirilmiştir (Eti 1991). Polen canlılığının, oda sıcaklığında ve %50 oransal nem koşulları altında azaldığı (Giovannini vd. 2017), polen çimlenme oranının ise güllerde tür ve çeşitlere göre değişiklik gösterdiği ve aynı zamanda ortamın besin madde içeriği ve Ph değerinden de etkilendiği belirtilmiştir (Richer vd. 2007).

Döllenme başarısı ile paralellik göstermesi sebebiyle, melezleme ıslahında baba olarak seçilecek ebeveynde polen canlılık ve çimlenme oranının bilinmesi önemlidir (Normand vd. 2002, Çetin ve Soylu 2006). Polenler uygun depolama koşulları altında (sıcaklık, nem vb.), tür ve çeşitlere göre değişebilen uygun depolama süresi boyunca canlılık ve çimlenme yeteneklerini kaybetmeden depolanabilirler (Janick ve Moore 1996). Bu sebeple baba olarak kullanılacak ebeveynlerde, polen canlılık ve çimlenme oranlarının hangi koşullar altında ve kaç güne kadar optimum ve üzerinde bir seviyede depolanacağını belirlenmesi önem taşımaktadır.

Farklı sıcaklık ve nem koşulları ile farklı depolama sürelerinde polen canlılığının araştırıldığı çalışmada, 6 farklı gül türüne (*Rosa hybrida*, *Rosa canina*, *Rosa*

damascena, *Rosa foetida*, *Rosa moschata* ve *Rosa polyantha*) ait polenler; 0°C'de %10, %30, %50, %70 ve %90 nem koşullarında 0-9 hafta süreyle, 25°C'de %10, %30 ve %50 nem koşullarında 0-9 hafta süreyle depolanmıştır. *Rosa hybrida* L. türüne ait Baccara gül çeşidinin bütün nem koşulları altında 0°C'de 0-3 haftaya kadar depolanan polenlerin canlılık oranları %42 ile %76 arasında değiştiği ve 3. haftaya kadar artış gösterdiği, 4. haftadan 9. haftaya kadar polen canlılık oranlarının ise %59 ile %28 arasında değiştiği ve azaldığı belirlenmiştir. Baccara gül çeşidinde bütün nem koşulları altında 25°C'de 0-3 haftaya kadar depolanan polenlerin canlılık oranlarının %42 ile %82 arasında değiştiği ve 3. haftaya kadar arttığı, 4. haftadan 9. haftaya kadar polen canlılık oranlarının ise %60 ile %24 arasında değiştiği ve depolama süresinin artmasıyla birlikte azaldığı tespit edilmiştir. Çalışmada, polen canlılık oranlarının depolama süresi boyunca 2. ve 3. haftaya kadar arttığı ve sonrasında azaldığı saptanmıştır. Polenlerin ilk 3 haftaya kadar artış göstermesini, polenlerin tam olgunlaşmaması ve polen canlılık oranlarının olgunlaşma ile artması şeklinde açıklamışlardır (Khosh-Khui vd. 1976).

Koncalova vd. (1979), 4 farklı gül türüne (*R. gallica*, *R. canina*, *R. elliptica* ve *R. rubiginosa*) ait polenlerin canlılık ve çimlenme oranlarını belirledikleri çalışmada, polen canlılık oranlarının %22,2-97,5 arasında değiştiğini saptamışlardır. Farklı çimlendirme ortamlarında (%10, %15, %20 sakkaroz) polen çimlenme oranlarının sırasıyla; %10,5-83,4, %15,3-85,4 ve %16,7-86,7 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Çalışmada, polen canlılık ve çimlenme oranlarının farklı çimlendirme ortamlarına, tür ve çeşitlere göre değişiklik gösterdiğini ifade etmişlerdir.

10 farklı modern gül çeşidinde polen canlılığı ve çimlenme oranlarının belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmada %0-15-20 sakkaroz, %15 sakkaroz + 100 ppm borik asit, %20 sakkaroz + 100 ppm borik asit kombinasyonlarından oluşan farklı çimlendirme ortamları kullanılmıştır. Çalışmada, polen canlılık oranlarının %6.45 ile %78.07 arasında değiştiği, sakkaroz içermeyen (%0) ortamda polen çimlenmesinin olmadığı, %15 sakkaroz içeren ortamda polen çimlenme oranlarının %0 ile %18.92 arasında, %20 sakkaroz içeren ortamda ise %0 ile %2.71 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Çalışmada, polen canlılığı ve çimlenme oranının gül çeşitleri arasında önemli oranda değiştiği, en yüksek polen çimlenme oranının %15 sakkaroz içeren ortamlardan elde edildiği belirtilmiştir (Lakhotia 2011).

Nadeem vd. (2013), yüksek ve düşük fertiliteye sahip 9 farklı melez çay gülü çeşidinde polen morfolojisi ve canlılığı ile tohum oluşumu arasındaki ilişkiyi incelenmişlerdir. En yüksek polen canlılık oranını Handel (%70) çeşidinde, en düşük polen canlılık oranını ise Autumn Sunset (%35) çeşidinde belirlemişlerdir. En yüksek polen çimlenme oranını Gruss-an-Teplitz (%46.56) çeşidinde, en düşük polen çimlenme oranını ise ploidi seviyesine göre triploid olan Ice Berg (%1.33) çeşidinde tespit etmişlerdir. Çalışmada, polen canlılık ve çimlenme oranlarının çeşitlere göre değişiklik gösterdiğini ve kaliteli polenlerin melezleme başarısı ile meyve başına tohum sayısını artırdığını bildirmişlerdir.

Yağ gülünde (*Rosa damascena* Mill.), 3 farklı çiçeklenme döneminde (çiçeklenme başında, ortasında ve sonunda), 2 farklı depolama sıcaklığında (4°C ve 25°C) 1, 3, 6, 9, 12 ve 15 gün süreyle depolanan polenlerde, polen canlılık ve çimlenme oranları belirlenmiştir. 1 gün depolanan çiçeklerde polen canlılık oranlarının çiçeklenmenin başı, ortası ve sonunda sırasıyla %71,5, %63,8 ve %32,8 arasında, polen çimlenme oranlarının ise yine sırasıyla %57, %32,5 ve %24,2 olduğu bildirilmiştir. İKI testi ile çiçeklenme ortasında 4°C’de ve 25°C’de polen canlılığı bir gün bekletilen polenlerde %63,8, üç gün bekletilen polenlerde sırasıyla %23,8, %28,3, altı gün bekletilen polenlerde %22,6, %17,4, dokuz gün bekletilen polenlerde sırasıyla %13,9, %3,8 olduğunu belirlenmiştir. Çiçeklenme ortasında 4°C ve 25°C’de polen çimlenme oranlarının bir gün bekletilen polenlerde %32,5, üç gün bekletilen polenlerde sırasıyla %18,4, %1,7 ve altı gün bekletilen polenlerde %1,1 olduğu saptanmıştır. Çalışmada, çiçeklenme dönemi ilerledikçe ve depolama süreleri uzadıkça polen canlılık ve çimlenme oranlarının azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca 4°C’de depolanan polenlerin 25°C’de depolanan polenlere göre daha yüksek polen canlılığına sahip olduğu ve yağ gülünde polenlerin birkaç hafta canlılığını koruduğu bildirilmiştir (Erbaş vd. 2015).

Macovei vd. (2016), *R. hybrida* L. türüne ait 5 farklı melez çay gülü çeşidinde uzun süre soğukta depolamanın polen canlılık ve çimlenme oranına etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada polenleri -20°C’de 0, 3, 6 ve 12 ay süreyle depolamışlardır. 20°C’de 0, 3 ve 6 ay bekletilen polenlerde polen canlılık oranlarının sırasıyla %72,3-82,3, %71,0-81,2, %65,0-86,0 arasında değiştiğini, aynı sıcaklık ve sürelerde polen çimlenme oranlarının ise sırasıyla %26,8-49,0, %21,0-40,0, %3,3-6,7 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmada, polen canlılık ve çimlenme oranlarının çeşitlere ve depolama sürelerine göre değiştiğini ve depolama süresindeki artışla birlikte polen canlılık ve çimlenme oranlarının kademeli olarak azaldığını bildirmişlerdir.

20°C’de 1 yıl süreyle depolanan gül polenlerinin melezleme başarısı üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada, 44 adet melez kombinasyonu oluşturularak değişen sayılarda tozlama işlemi yapılmıştır. Çalışmada, polen çimlenme oranlarının %6 ile %99 arasında ve tozlama başına tohum sayısının 0 ile 8.66 adet arasında değiştiği belirlenmiştir (Giovannini vd. 2017).

Kılıç vd. (2020), 2 farklı gül türü (*R. odorata* cv. Louis XIV ve *R. centifoli*) ile *Rosa hybrida* L. gül türüne ait First Red ve Magnum çeşidinde farklı bekletme sürelerine göre polen canlılık ve çimlenme oranlarını belirlemişlerdir. Araştırmacılar polen canlılık oranlarının tür ve çeşitlere göre değişiklik gösterdiğini, polen canlılık oranlarının depolamanın 1. gününde %46.57-54.41, 2.-4. günlerinde ise %29.57-53.76 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Farklı bekletme sürelerine göre aynı gül tür ve çeşitlerine ait polenlerin çimlenme oranlarını 1. günde %45.25 ile %23.26 arasında, 2.-4. günlerde ise %7.16-34.26 arasında değiştiğini saptamışlardır. Polenlerde canlılık kaybını *R. centifolia* L. türünde 4. günde %50’nin altında belirlerken, Magnum ve First Red çeşitlerinde 3. günde, 4. günde *R. odorata* cv. Louis XIV türünde ise 4. günde %50’nin üzerinde olduğunu belirlemişlerdir. En yüksek polen çimlenme oranının 1. günde *R. odorata* cv. Louis XIV (%45.25) türünde, en düşük polen çimlenme oranının ise 4. günde Magnum (%7.16) çeşidinde olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmada, polen canlılık ve çimlenme oranlarının bekletme sürelerine bağlı olarak tüm tür ve çeşitlerde azaldığını bildirmişlerdir.

Rosa hybrida L. türüne ait First Red, Layla, Myrna ve Inferno gül çeşitlerinin polenleri 24°C’de 0, 4, 8, 16, 24 saat ve 4°C’de 0, 1, 2, 3, 4, 5 gün bekletilerek polen canlılık ve çimlenme oranları belirlenmiştir. 24°C’de en yüksek polen canlılık oranları First Red (%43,98) ve Inferno (%43,62) çeşitlerinde, 4°C’de ise en yüksek polen canlılık oranı First Red (%34,58) çeşidinde saptanmıştır. En yüksek polen çimlenme oranları 24°C ve 4°C’de sırasıyla, %27.86 ve %23.42 ile First Red çeşidinde tespit edilmiştir. Çalışmada, hem 24°C’de 0 ile 24 saat arasında hem de 4°C’de 0 ile 5 gün arasında bekletilen polenlerin canlılık ve çimlenme oranlarının bekletme süresi uzadıkça azaldığı belirlenmiştir. Çalışmada 4°C’de bekletilen polenlerin First Red çeşidinde 5 güne, Layla çeşidinde 4 güne, Myrna çeşidinde 2 güne ve Inferno çeşidinde ise 1 güne kadar depolanabileceği bildirilmiştir (Seyhan 2020a).

Seyhan (2020b), 4 farklı gül türüne ait (*Rosa damascena*, *Rosa foetida*, *Rosa semperflorens*, *Rosa alba*) polenleri +4°C’de 1, 2, 3 hafta ve - 18°C’de 2, 4, 6, 8 hafta bekleterek polen canlılık ve çimlenme oranlarını belirlemiştir. En yüksek polen canlılık oranını hem +4°C hem de - 18°C’de sırasıyla %46,72 ve %41,16 ile *Rosa damascena* türünde tespit etmiştir. En yüksek polen çimlenme oranını ise hem +4°C, hem de - 18°C’de sırasıyla %40,12 ve %36,11 ile yine *Rosa damascena* türünde saptamıştır. Sonuç olarak, +4°C’de depolanan polenlerin, *R. damascena* türünde 3 haftaya, *R. foetida* türünde 2 haftaya, *R. semperflorens* ve *R. alba* türlerinde ise 1 haftaya kadar, - 18°C’de depolanan polenlerin ise tüm türler için 4 haftaya kadar depolanabileceğini bildirmiştir.

Kasımpatı çeşitlerine ait polenler +4°C’de 0, 10, 30 gün süreyle depolanarak polen çimlenme oranları belirlenmiştir. Depolanmayan polenlerin çimlenme oranlarının %56,5-78,7, 10 gün süreyle depolanan polenlerin çimlenme oranlarının %7,1-20,2, 30 gün süreyle depolanan polenlerin çimlenme oranlarının ise %0-3 arasında değiştiği saptanmıştır. Çalışmada polen çimlenme oranlarının bekletme süresi uzadıkça azaldığı ve çeşitler arasında farklılık gösterdiği belirtilmiştir (Yang ve Endo 2005).

Zhao vd. (2008), kasımpatı çeşidine ait polenleri oda sıcaklığında %35-45 nem koşullarında ve 16 gün süreyle depolayarak polen çimlenme oranlarını belirlemişlerdir. 1 gün süreyle depoladıkları polenlerin çimlenme oranlarının %24,9-34,6, 16 gün süreyle depoladıkları polenlerin çimlenme oranlarının ise %5'in altına düştüğünü belirlemişlerdir. Çalışmada, polen çimlenme oranlarının depolama süresi uzadıkça azalma gösterdiğini ve polenlerin 3 günden fazla depolanmaması gerektiğini bildirmişlerdir.

Du vd. (2018), 15 şakayık çeşidine ait polenleri +4°C ve -4°C'de 13 ay süreyle depolayarak polen canlılık ve çimlenme oranlarını belirlemişlerdir. Depolanmayan şakayık çeşitlerine ait polen canlılık oranlarının %48,28-83,56 arasında değiştiğini, 13 ay süreyle depolanan polen canlılık oranlarının +4°C'de %0-10,10 arasında, -4°C'de %0,91-32,17 arasında değiştiğini saptamışlardır. Depolanmayan polenlerde çimlenme oranlarının %48,06 ile %67,80 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmada, düşük depolama sıcaklıklarında polenlerin canlılık kaybının daha fazla olduğunu ve depolama süresi uzadıkça polen canlılık oranlarının da azalma gösterdiğini belirlemişlerdir.

Kardelen (*Galanthus nivalis* L.) türünde farklı sıcaklık (+4°C ve +18°C) ve çimlendirme ortamlarında (% 0, 5, 10, 15, 20, 25, 40, 50, 70 ve 100 sakkaroz) polen canlılık ve çimlenme oranları 24 saat sonra belirlenmiştir. Her iki sıcaklıkta %15-20 sakkaroz içeren ortamda polen çimlenme oranının optimum (%90'dan fazla) olduğu tespit edilmiştir. Asılı damla yöntemi uygulanarak, +18°C'de %10-20 sakkaroz ve +4°C'de %15-20 sakkaroz koşulları altında en uzun polen tüpü oluşumu gözlemlendiği bildirilmiştir (Padureanu vd. 2020).

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

Melezleme çalışmaları, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait AR-GE serasında, baba ebeveyne ait polen canlılık ve çimlenme oranlarının belirlenmesi ise Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait Sitoloji Laboratuvarı'nda Temmuz 2020-Nisan 2021 tarihleri arasında yürütülmüştür.

3.1 Bitkisel Materyal

Çalışmada bitkisel materyal olarak, *Rosa hybrida* L. türüne ait 'Avalanche' ve 'Magnum' ticari kesme gül çeşitleri kullanılmıştır. Melezleme çalışmalarında ana ebeveyn olarak kullanılan 'Avalanche' çeşidi ile baba ebeveyn olarak kullanılan 'Magnum' çeşidine ait bazı özellikler Çizelge 3.1'de, görselleri ise Şekil 3.1 ve Şekil 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Çalışmada kullanılan kesme gül çeşitlerine ait özellikler

Çeşit Adı	Taç Yaprak Rengi	Çiçek Tipi	Petal Sayısı (adet/çiçek)	Dişi Organ Sayısı (adet/çiçek)	Erkek Organ Sayısı (adet/çiçek)
Avalanche	Beyaz	Katmerli	35-60	70-180	105-260
Magnum	Kırmızı	Katmerli	25-45	125-200	110-250



Şekil 3.1 'Avalanche' çeşidi



Şekil 3.2 'Magnum' çeşidi

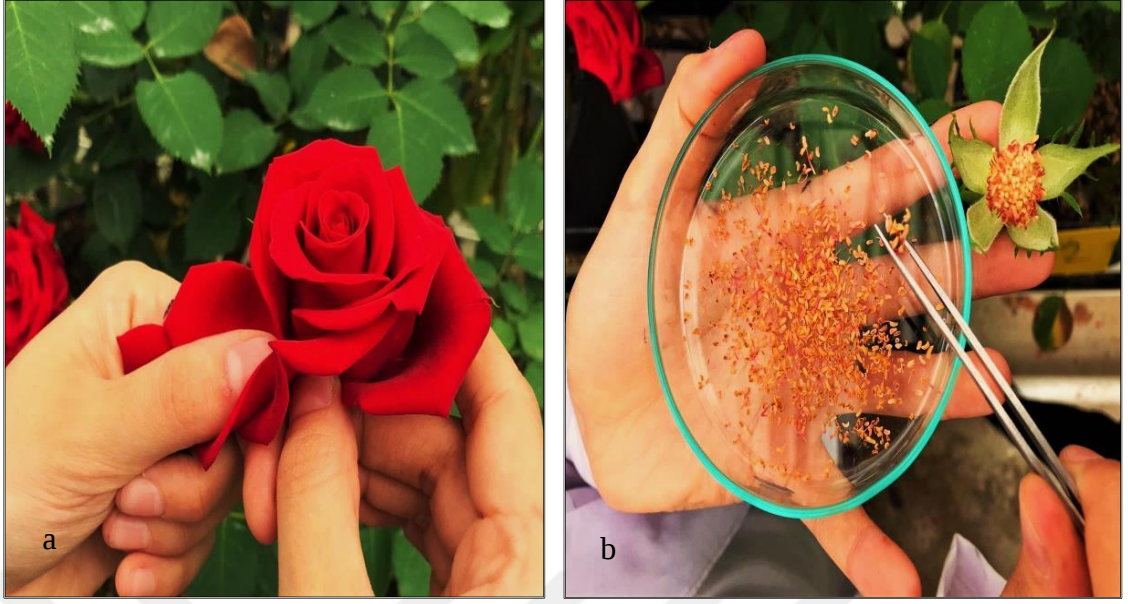
3.2 Yöntem

Çalışma iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada polenler +4°C'de 6 gün depolanmış ve birer gün aralıklarla polenlerin canlılık ve çimlenme oranları laboratuvar koşullarında (*in vitro*) belirlenmiştir. İkinci aşamada ise, aynı polenlerle sera koşullarında (*in vivo*) eş zamanlı olarak tozlama işlemi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kontrol olarak kullanılan polenler ise çiçeklerden alındıktan sonra 20-24°C sıcaklık ve %60-65 oransal neme sahip iklim dolabında bir gün bekletilerek patlamaları sağlanmış ve ardından canlılık ve çimlenme oranları belirlenmiştir.

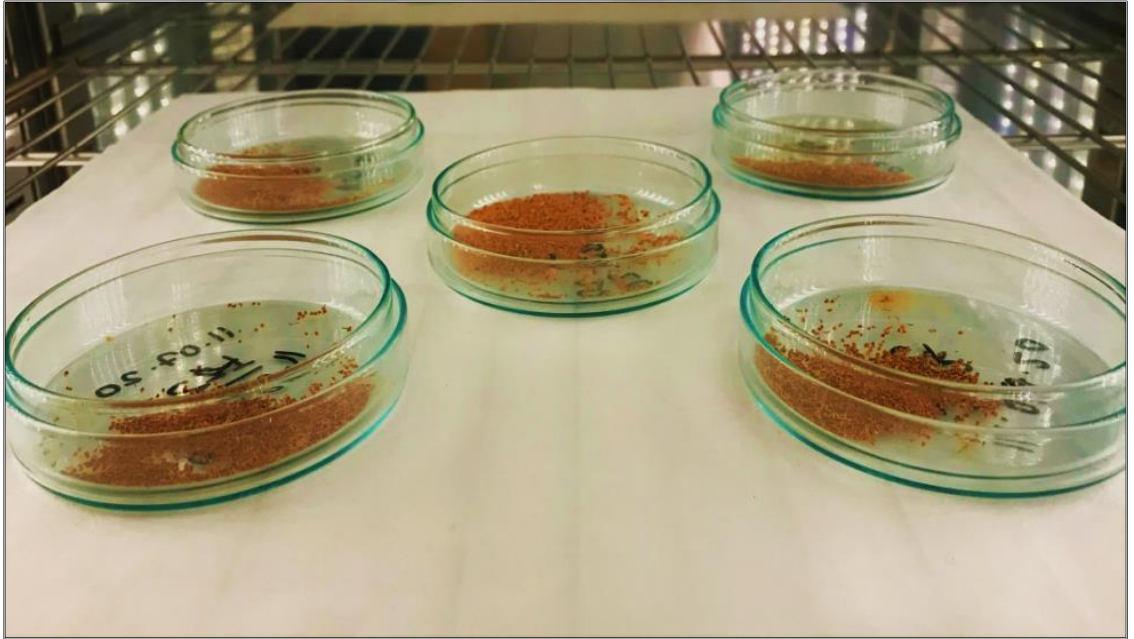
3.2.1 Polenlerin alınması ve depolanması

Melezleme aşamasında baba ebeveyn olarak kullanılan 'Magnum' çeşidinin çiçekleri serada 1/2-1/3 oranında açtığında 11 Temmuz 2020 tarihinde sabah saat 08.00-10.00 arasında petalleri elle koparılıp uzaklaştırılmış ve anterler bir pens yardımıyla alınarak petri kutularına yerleştirilmiştir (Şekil 3.3). Polenlerin olgunlaşması ve patlamasını sağlamak amacıyla petri kutularının kapağı kapatılmadan 20-24°C sıcaklık ve %60-65 oransal nem içeren büyütme kabinine konularak bir gün (24 saat) bekletilmiştir (Şekil 3.4). Ertesi gün patlayan polen tozları 7'ye ayrılarak 7 farklı cam şişeye konulmuştur (Şekil 3.5).

Çalışmanın 1. gününde (12 Temmuz 2020) melezlemede kullanılacak polenlerin (kontrol) bulunduğu cam şişe ayrılmış, içinde polenlerin bulunduğu diğer 6 cam şişe ise alüminyum folyoya sarılmış ve buzdolabında (+4°C) 12-18 Temmuz 2020 tarihleri arasında 6 gün süreyle depolanmıştır (Şekil 3.6).



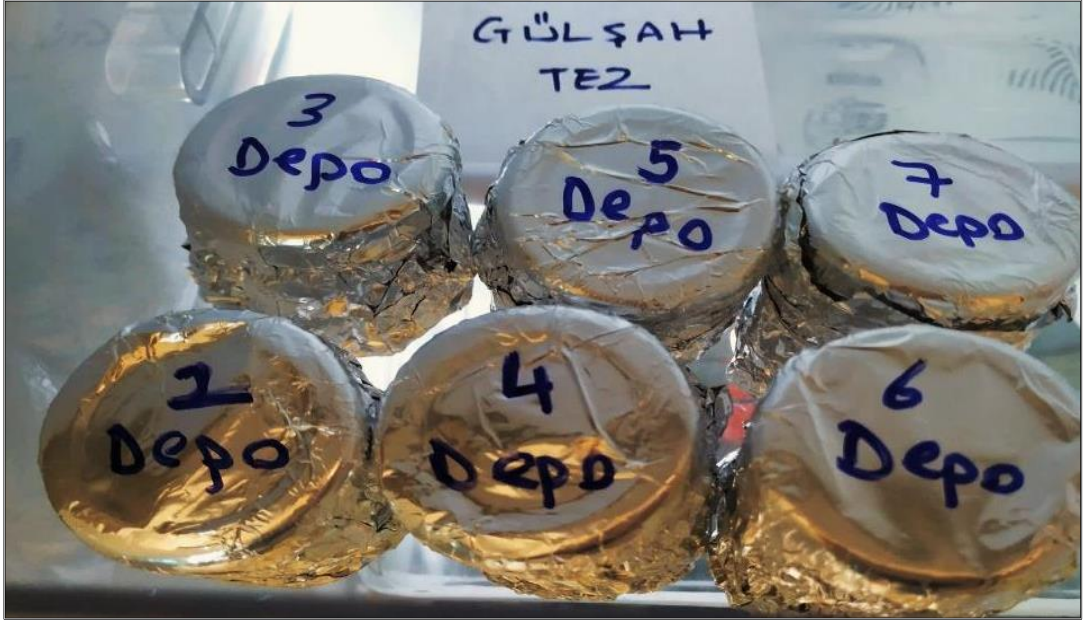
Şekil 3.3 Baba ebeveynde petallerin koparılması (a) ve polenlerin alınması (b)



Şekil 3.4 Büyütme kabinde bekletilen polenler



Şekil 3.5 Polenlerin depolama öncesinde 7 ayrı cam şişeye konulması



Şekil 3.6 Polenlerin +4°C'de (buzdolabı) depolanması

Çalışmada 12-18 Temmuz 2020 tarihlerinde 7 gün süreyle gerçekleştirilen melezlemelerde aynı polenler kullanılmış ve bu polenler 11 Temmuz 2020 tarihinde alınmıştır.

3.2.2 Polen canlılık oranının belirlenmesi

Baba ebeveyn olarak kullanılan 'Magnum' çeşidinden 11 Temmuz 2020 tarihinde alınan ve 4°C'de 6 gün depolanan polenler birer gün aralıklarla depodan çıkarılmış ve ardından 20-24°C sıcaklık ve %60-65 oransal neme sahip iklim dolabında 2 saat bekletildikten sonra polen canlılık ve çimlenme oranları belirlenmiştir. Kontrol olarak kullanılan polenler ise çiçeklerden alındıktan sonra 20-24°C sıcaklık ve %60-65 oransal neme sahip iklim dolabında bir gün bekletilerek patlamaları sağlanmış ve ardından canlılık ve çimlenme oranları belirlenmiştir.

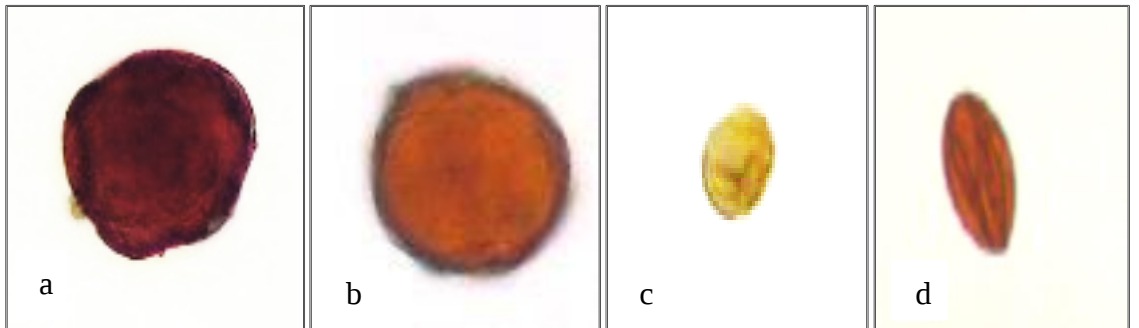
Polen canlılık oranlarının belirlenmesinde önceki çalışmalarda denenmiş ve daha iyi sonuçlar elde edilmiş olması nedeniyle (Kılıç 2020) IKI (iyotlu potasyum iyodür testi) boyama yöntemi kullanılırken, polen çimlenme oranlarının belirlenmesinde doymuş petri yöntemi kullanılmıştır. Polen tanelerinin sayımı; Leica DM1000 model mikroskop ve görüntüleme sistemi ile x40 ve x100 büyütme gücündeki objektifler kullanılarak yapılmıştır

Polen canlılığının belirlenmesinde IKI (iyotlu potasyum iyodür) boyama yöntemi kullanılmıştır. Bu amaçla 1 g potasyum iyodür (IKI), 0,5 g iyot (I), 100 ml saf su ile eritilerek IKI çözeltisi hazırlanmıştır. Hazırlık aşamasında çözeltinin ışık almamasına ve boyama özelliğini kaybetmemesine dikkat edilmiştir. Hazırlanan çözeltiden lam üzerine 1'er damla damlatıldıktan sonra, her bir damlanın üzerine polenler samur fırça yardımıyla serpiştirilip (Şekil 3.7) üzeri lamel ile kapatılmış ve 4-5 dakika bekletildikten sonra mikroskopta sayım yapılmıştır.



Şekil 3.7 Polenlerin lam üzerindeki İKI çözeltisine ekilmesi

Sayımda siyah ve koyu kahverengine boyanmış polen taneleri "mutlak canlı", turuncu, kırmızı ya da açık kahverengine boyanmış polen taneleri "yarı canlı" ve sarı renge boyanmış ya da renksiz görünen polen taneleri "cansız" olarak kabul edilmiştir. "Yarı canlı" polen tanelerinin teorik olarak %50'si canlı olarak kabul edilmiş ve bu değer mutlak canlı polen miktarına eklenmiştir. Canlı cicek oranı % olarak ifade edilmiştir. Ayrıca morfolojik olarak normal görünümde olmayan anormal şekillere sahip polen taneleri de sayılarak, "morfolojik normal polen" miktarı belirlenmiştir (Eti 1990, Kılıç 2020) (Şekil 3.8).



Şekil 3.8 Canlı (a), yarı canlı (b) cansız (c) ve anormal polenlerden görünüm

3.2.3 Polen çimlenme oranının belirlenmesi

Polenlerin çimlenme oranını belirlemek amacıyla doymuş petri yöntemi kullanılmıştır. Bu amaçla %20 sakkaroz ve 10 ppm borik asit %1'lik agar çözeltisi ile karıştırılarak, plastik petri kaplarına yaklaşık 2 mm kalınlığında dökülerek çimlendirme ortamı hazırlanmıştır. Petri kapları içerisinde donmuş halde bulunan agar çözeltisi 4 ayrı alana bölünerek, her alana samur fırça yardımıyla polenler serpiştirilmiştir (Şekil 3.9). İçerisinde nemli filtre kağıdı bulunan hazırlanmış petri kapları, 24°C sıcaklıkta ve %60-65 nem içeren büyütme kabininde 8 saat süre ile çimlenmeleri için bekletilmiştir.



Şekil 3.9 Polenlerin petride agar ortamı üzerine ekilmesi

Daha sonra, mikroskop altında polen tanelerinin sayımı yapılmış ve kendi çapının 1,5 katı büyüklüğe sahip çim borusu oluşturan polen taneleri 'çimlenmiş' olarak kabul edilmiştir (İmrak 2010, Kılıç 2020) (Şekil 3.10).



Şekil 3.10 Çimlenmiş polenlerden görünüm

3.2.4 Emaskülasyon

Melezlemelerde ana ebeveyn olarak kullanılan 'Avalanche' çeşidinin çiçekleri serada 1/2-1/3 oranında açtığında, petalleri elle koparılıp uzaklaştırılmış ve kendine döllenmeyi önlemek amacıyla anterler (erkek organ) bir pens yardımıyla ana ebeveynden uzaklaştırılarak emaskülasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Emasküle edilen çiçekler yabancı tozlaşmayı ve dişiçik tepesinin kurummasını önlemek amacıyla kese kâğıdı ile kapatılmıştır (Crespel ve Mouchotte 2003, Chimonidou vd. 2007).

Çalışmada melezlemeler 12-18 Temmuz 2020 tarihleri arasında 7 gün süreyle gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle ana ebeveyn olarak kullanılan çiçeklerde emaskülasyon işlemleri, yukarıda belirtilen melezleme tarihlerinden birer gün önce (11-17 Temmuz 2020) her gün sabah saat 09.00-10.00 arasında gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3.2).

3.2.5 Melezleme

Melezleme işlemi, ana ebeveyn olarak kullanılan 'Avalanche' çeşidinde bir önceki gün emasküle edilen çiçeklerde polenlerin dişicik tepesine (stigma) samur fırça yardımıyla hafifçe sürülmesi ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.11). Melezleme sonrası her çiçek kese kâğıdı ile izole edilmiş ve melezlemelerden 4 gün sonra kese kâğıtları kaldırılmıştır (De Vries ve Dubois 1983, Gudin 2003) (Şekil 3.12). Tozlama sonrası her bir çiçeğe melezleme tarihini ve kombinasyon numarasını içeren etiketler yerleştirilmiştir (Şekil 3.13). Çalışmada melezlemeler sadece koltuk tomurcuklarından süren sürgünlerde oluşan çiçeklerde yapılmıştır. Gerek ana tomurcuklara gerek zayıf gelişme gösteren sürgünlerdeki çiçeklere tozlama yapılmamıştır.

Çalışmamızda melezleme işlemleri 12-18 Temmuz 2020 tarihleri arasında 7 gün boyunca, her gün sabah saat 09.00-10.00 arasında gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3.2). Yukarıda belirtilen tarihlerde her gün yapılan melezlemelerde ana ebeveyn olarak kullanılan çiçeklerde emaskülasyon işlemi tozlamalardan birer gün önce yapılmıştır. Çalışmada ana ebeveyn olarak kullanılan çiçeklerde emaskülasyon ve melezlemelerin yapıldığı tarihler Çizelge 3.2’de verilmiştir. 12-18 Temmuz 2020 tarihleri arasında yapılan melezlemeler ile laboratuvar koşullarında polen canlılık ve çimlenme testleri eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.2 Çalışmada ana ebeveyn olarak kullanılan çiçeklerde emaskülasyon ve melezleme tarihleri

Uygulama	Tarih	Kontrol	Polen Depolama (4°C)					
		0. Gün	1. Gün	2. Gün	3. Gün	4. Gün	5. Gün	6. Gün
Emaskülasyon	11 Tem.	12 Tem.	13 Tem.	14 Tem.	15 Tem.	16 Tem.	17 Tem.	Yok
Melezleme	Yok	12 Tem.	13 Tem.	14 Tem.	15 Tem.	16 Tem.	17 Tem.	18 Tem.



Şekil 3.11 Melezleme işlemlerinden görünüm



Şekil 3.12 Tozlama sonrası dişi çiçeğin kese kağıdı ile izole edilmesi



Şekil 3.13 Tozlama yapılan çiçeğe etiket yerleştirilmesi

3.2.6 Tohum hasadı, melez tohumların katlanması ve çimlendirilmesi

Çalışmada hasat olgunluğuna gelen meyveler (meyve renginin yeşilden, turuncu-kırmızı renge dönüşmesi) (Şekil 3.14) 30 Kasım-2 Aralık 2020 tarihleri arasında hasat edilmiştir. Hasat edilen meyveler ile meyvelerden ayıklanan tohumlar hassas terazide tartılmıştır (Şekil 3.15). Çalışmamızda meyve tutma oranı, meyve adedi, meyve ağırlığı, tohum ağırlığı, meyve başına ortalama tohum sayısı ve tohum çimlenme oranları belirlenmiştir.



Şekil 3.14 Hasat edilen meyvelerden görünüm



Şekil 3.15 Tohum ağırlığının hassas terazide ölçülmesi

Ayıklanan tohumlar 3 Aralık 2020-4 Nisan 2021 tarihleri arasında 122 gün süreyle soğukta nemli katlama işlemine tabi tutulmuştur. Bu amaçla tohumlar içerisinde nemli perlit olan kilitli naylon torbalara yerleştirilmiş ve soğuk hava deposunda ($3^{\circ}\text{C}\pm 1$) nemli katlanmıştır. Soğukta nemli katlanan tohumlar, pens yardımıyla 4 Nisan 2021 tarihinde nemli perlit içerisinden ayıklanmış (Şekil 3.16) ve aynı gün, içerisinde torf bulunan 45 gözlü viyollere ekilmiştir (Şekil 3.17). Viyoller 6 m en, 30 m boyunda ve 4 m yüksekliğe sahip çatı örtüsü polietilen ve yanall yüzeyleri polikarbonat olan serada bulunan tohum çimlendirme masalarına yerleştirilmiştir. Ekilen tohumlar sisleme sulama yöntemiyle sulanmıştır (Şekil 3.18). Tohumlar çimlenip 4 gerçek yapraklı döneme ulaştığında (Roy 2010) çimlenme oranları belirlenmiştir (Şekil 3.19). Hasat edilen meyveler toplam melezleme sayısına oranlanarak meyve tutum oranı (%) hesaplanmıştır.



Şekil 3.16 Nemli katlama ortamından tohumların ekim öncesi ayıklanması



Şekil 3.17 Tohumların viyollere ekilmesi



Şekil 3.18 Tohumların sulanması



Şekil 3.19 Çimlenmiş tohumlardan görünüm

3.3 Çalışmanın Yürütüldüğü Seranın Özellikleri ve İklim Koşulları

Çalışmamızda gerek ana ebeveynler gerekse polenlerin alındığı bitkiler 9.6 m genişlik, 30 m uzunluk ve 4.5 m oluk altı yüksekliğe sahip, alın ve yanal yüzeyleri polikarbonat, çatı örtüsü polietilen olan kelebek havalandırmalı AR-GE serasında, topraksız tarım şekillerinden saksı kültüründe yetiştirilmiştir (Şekil 3.20). Sera içi sıcaklığı nisan-eylül ayları arasında yüksek basınçlı sulama sistemi (fog) ve pad&fan sistemi ile 23-30°C arasında, sera içi nispi nemi ise %60-70 arasında tutulmuştur. Bitkilerin yüksek ışık yoğunluğundan zarar görmelerini önlemek amacıyla sera içerisine %55 oranında ışık geçirgenliğine sahip ısı-gölge perdesi yerleştirilmiştir. Bitkilere su ve besin elementleri damla sulama sistemi ile verilmiş ve sistem fertigasyon bilgisayarı ile otomatik olarak kontrol edilmiştir. Bitkilere verilen solüsyonun EC'si nisan-mayıs aylarında 1.5-1.7 mS/cm, haziran-ekim ayları arasında ise 1.8-2 mS/cm, pH'ı vejetasyon dönemi süresince 5.5-5.8 arasında tutulmuştur. Hastalık ve zararlılara karşı hem pestisit hem de

biyolojik m¼cadele yapılmıştır. Beyaz sinek ve thrips zararlılarına karşı mavi ve sarı yapışkan tuzaklar kullanılmıştır. Tozlamalardan 7 g¼n ¼nce ile 15 g¼n sonrasına kadar bitkilere pestisit uygulanmamıştır.



şekil 3.20 çalışmanın y¼r¼t¼ld¼ę¼ seradan g¼r¼n¼m

3.4 Deneme Deseni ve İstatistiksel Değerlendirme

Melezleme çalışmaları, Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrürde 10 adet çiçek olmak üzere 7 gün boyunca toplam 210 adet melezleme yapılmıştır. Polen canlılık ve çimlenme oranlarının belirlenmesine yönelik çalışmalar ise yine Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Polen canlılık testlerinde her bir çeşit için 8 lamel ve her lamelde 2'şer alanda olmak üzere toplam 16 alanda okuma yapılmıştır. Polen çimlenme testlerinde ise, 16 lamelde tüm alanda tarama yapılarak sayım gerçekleştirilmiştir. Her sayımda en az 350 adet polen tanesi sayımı yapılmıştır

Melezleme çalışmaları ile polen canlılık ve çimlenme oranlarından elde edilen veriler açış transformasyonu uygulandıktan sonra varyans analizine tabi tutulmuştur. Ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile Bağımsız Örneklem t-Testi kullanılarak belirlenmiştir ($p \leq 0.05$).

Melezleme çalışmaları ile polen canlılık ve çimlenme oranlarının arasındaki ilişkinin ortaya konulabilmesi için korelasyon analizi yapılmıştır. Korelasyon analizi sonucunda incelenen özellikler arasında korelasyon katsayısı 0.20'nin altında ise çok zayıf bir ilişki yada ilişki yok, 0.20-0.40 arasında ise zayıf bir ilişki, 0.41-0.60 arasında ise orta şiddette bir ilişki, 0.61-0.80 arasında ise yüksek bir ilişki ve 0.80'in üzerinde ise çok yüksek bir ilişki olduğu ifade edilmiştir. Hem varyans ve korelasyon hem de Duncan testi analizlerinde IBM SPSS 20 istatistik paket programı kullanılmıştır

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Polen Canlılık ve Çimlenme Oranları

Çalışmada, baba ebeveyn olarak kullanılan 'Magnum' çeşidine ait depolanmayan (kontrol) polenler ile +4°C'de 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 gün süreyle depolanan polenlerin canlılık ve çimlenme oranları belirlenmiştir. Çalışmada incelenen canlı polen ve morfolojik normal polen oranları ile polen çimlenme oranları Çizelge 4.1, Şekil 4.1, Şekil 4.2 ve Şekil 4.3'de verilmiştir.

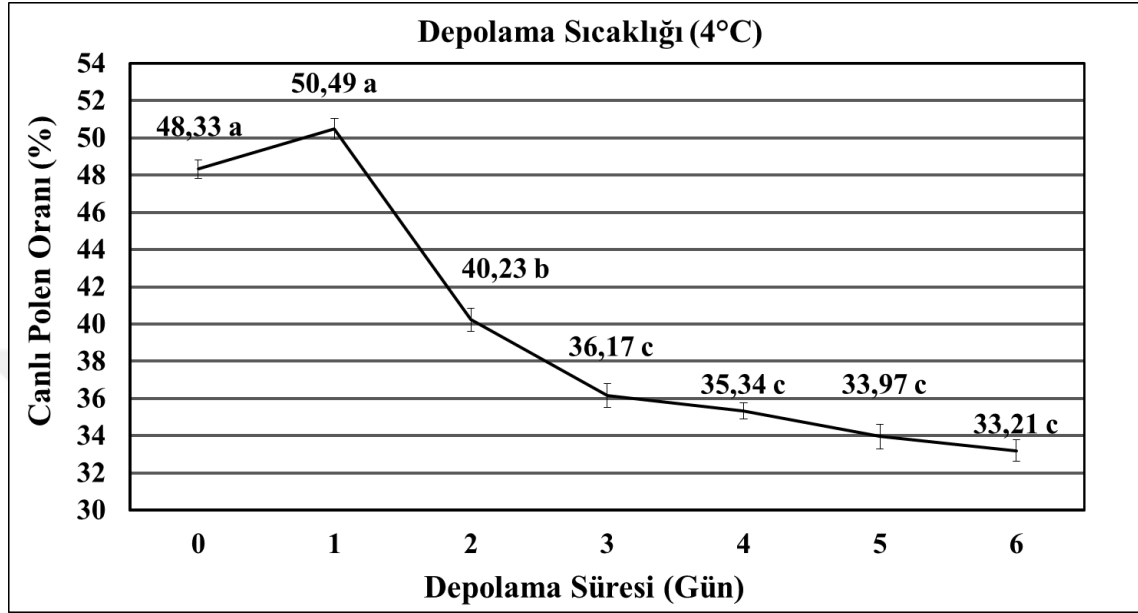
Çizelge 4.1 Canlı polen, morfolojik normal polen ve polen çimlenme oranları

Depolama Sıcaklığı	Depolama Süresi (Gün)	Canlı Polen Oranı (%)	Morfolojik Normal Polen Oranı (%)	Polen Çimlenme Oranı (%)
+24°C	0 (Kontrol)	48.33 a*	87.94 a	15.27 a
+4°C	1	50.49 a	89.40 a	15.23 a
	2	40.23 b	87.17 a	8.96 b
	3	36.17 c	78.40 b	4.13 c
	4	35.34 c	73.67 c	3.68 c
	5	33.97 c	77.64 b	3.32 cd
	6	33.21 c	66.84 d	1.63 d

(*) Aynı sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar 0.05 seviyesinde önemsizdir.

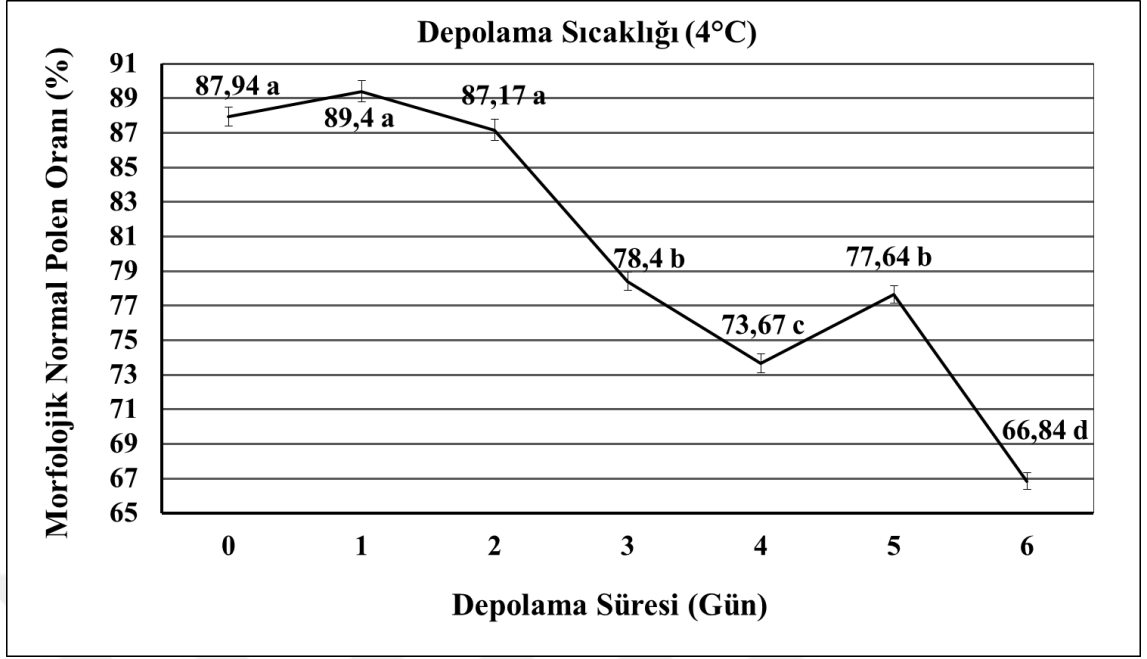
Çizelge 4.1 incelendiğinde, 'Magnum' çeşidinin canlı polen oranı, morfolojik normal polen oranı ve polen çimlenme oranı üzerine depolama süresinin etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p \leq 0.05$). Canlı polen oranları değerlendirildiğinde, en yüksek canlı polen oranı %50.49 ile +4°C'de 1 gün depolanan polenlerden elde edilmiş olmakla birlikte, bu polenler ile depolanmayan (kontrol) polenlerin canlılık oranları (%48.33) arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsizdir. Canlılık oranı bakımından +4°C'de 1 gün depolanan ve depolanmayan polenleri %40.23 canlılık oranı ile +4°C'de 2 gün depolanan polenler izlemiştir. +4°C'de 3, 4, 5 ve 6 gün depolanan polenlerin canlılık oranları sırasıyla %36.17, %35.34, %33.97 ve %33.21 olarak

belirlenmiş ve bu polenlerin canlılık oranları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.1) (Şekil 4.1).



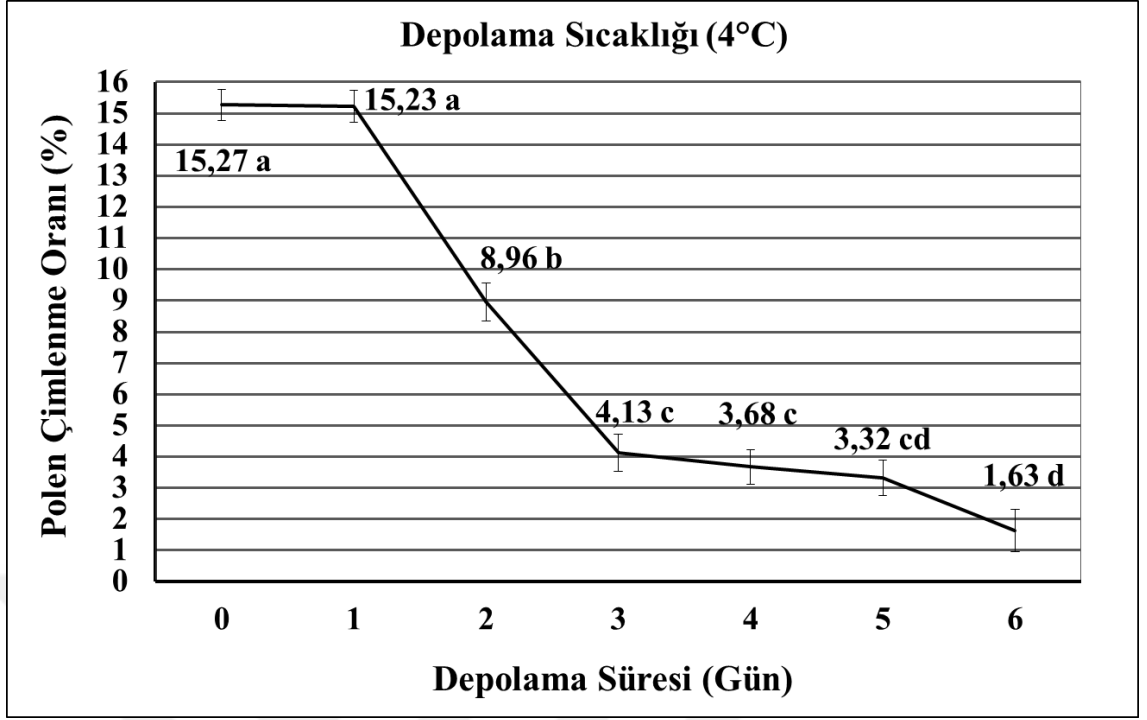
Şekil 4.1 Farklı depolama sürelerinin 'Magnum' çeşidinin polen canlılık oranı üzerine etkileri

Morfolojik normal polen oranları incelendiğinde (Çizelge 4.1, Şekil 4.2) morfolojik normal polen oranları 4 farklı grupta yer almıştır. 1. grupta +4°C’de 1 gün (%89.40) ve 2 gün (%87.17) depolanan polenler ile depolanmayan (taze, kontrol) polenler (%87.94) yer alırken, 2.grupta +4°C’de 3gün (%78.40) ve 5 gün (%77.64) depolanan polenler yer almıştır. 3. grubu %73.67 oran ile +4°C’de 4 gün depolanan polenler oluştururken, 4. grubu %66.84 ile +4°C’de 6 gün depolanan polenler oluşturmuştur.



Şekil 4.2 Farklı depolama sürelerinin 'Magnum' çeşidinin morfolojik normal polen oranı üzerine etkileri

Çalışmamızda polen çimlenme oranları %15.27 ile %1.63 arasında değişmiştir. En yüksek polen çimlenme oranı %15.27 ile taze çiçek tozlarından diğer bir ifadeyle depolanmayan polenlerden elde edilmiş ancak bu polenler ile +4°C’de 1 gün depolanan (%15.23) polenlerin çimlenme oranları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. +4°C’de 2 gün depolanan polenlerin çimlenme oranı %8.96 olarak belirlenmiştir. +4°C’de 3 gün (%4.13), 4 gün (%3.68) ve 5 gün (%3.32) depolanan polenlerin çimlenme oranları aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Çalışmada en düşük polen çimlenme oranı %1.63 ile +4°C’de 6 gün depolanan polenlerden elde edilmiş ancak bu polenler ile +4°C’de 5 gün depolanan polenlerin çimlenme oranları arasında ki farklılık istatistiksel olarak önemsizdir (Çizelge 4.1, Şekil 4.3).



Şekil 4.3 Farklı depolama sürelerinin 'Magnum' çeşidinin polen çimlenme oranı üzerine etkileri

Çalışmamızda +4°C’de 1 gün depolanan polenlerin canlılık oranı her ne kadar depolanmayan polenlerin canlılık oranından yüksek olsa da aralarındaki farklılık istatistiksel olarak önemsizdir. Khosh-Khui vd. (1976), güllerde farklı derecelerde (0-25°C’de) 9 hafta bekletilen polenlerin canlılık oranının depolamanın ilk üç haftasında artış, sonrasında ise azalma gösterdiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar bu durumun polenlerin başlangıçta olgunlaşmamış olmasından, sonrasında ise olgunlaşma ile birlikte polen canlılığının artış göstermesinden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda +4°C’de depolanan polenlerin polen canlılık oranlarının depolama süresinin ilerlemesiyle birlikte giderek azaldığı belirlenmiştir. Benzer şekilde çok sayıda araştırmacı güllerde depolama süresinin uzamasıyla birlikte polen canlılık oranının giderek azaldığını bildirmişlerdir (Khosh-Khui vd. 1976, Zlesak vd. 2007, Erbaş vd. 2015, Macovei vd. 2016, Seyhan 2020a, Kılıç vd. 2020). Yine Zhao vd. (2008) ile Xu vd. (2012) kasımpatılarda, Du vd. (2018) şakayıklarda, Yuan vd. (2018) ise orkidelerde çalışmamıza benzer şekilde depolama süresinin uzamasıyla birlikte polen canlılık oranlarının azaldığını rapor etmişlerdir.

Çalışmada gerek depolanmayan (taze) gerekse +4°C’de 1-6 gün depolanan polenlerde canlılık oranları %50.49 ile %33.21 arasında değişmiştir. +4 °C’de 1 gün depolanan polenlerin canlılık oranı depolanmayan polenlerden %4.47 oranında daha yüksek iken, +4 °C’de 1 gün depolanan polenlerin canlılık oranı aynı derecede 2 ve 3 gün depolanan polenlerden sırasıyla, %25.50, %39.50 oranında daha yüksek bulunmuştur. Yine +4°C’de 1 gün depolanan polenlerin canlılık oranının aynı derecede 6 gün depolanan polenlerin canlılık oranından %52.03 oranında daha yüksek olduğu saptanmıştır. Seyhan (2020b), ticari gül çeşitlerinde 25°C sıcaklık ve %60 nem içeren koşullarda polen canlılık oranının %19.34,+4°C’de 0-5 gün arasında depolanan polenlerde ise polen canlılık oranının %62.25 oranında azaldığını bildirmiştir. Kılıç vd. (2020), +24°C sıcaklıkta farklı sürelerde depolanan gül tür ve çeşitlerine ait polenlerin canlılık oranlarının tür ve çeşitlere göre değişmekle birlikte bekletmenin 3. ve 4. günlerinde %50’den fazla azaldığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen veriler yukarıda belirtilen çalışmalarla genel olarak benzerlik göstermektedir. Nadeem vd. (2013), 9 farklı melez çay gülünde polen canlılık oranlarının %35 ile %70, Lakhotia (2011) ise 10 farklı modern gül çeşidinde polen canlılık oranlarının %6.45 ile %78.07 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Kılıç vd. (2020), +24°C’de 0-4 gün depolanan Magnum çeşidinin polen canlılık oranlarının %46.57 ile %30.88 arasında değiştiğini, Seyhan (2020a), farklı ticari kesme gül çeşitlerinde polen canlılık oranlarının ,+24°C’de 0-24 saat arasında %30.6-%49.9, +4°C’de 0-5 gün depolanan polenlerin canlılık oranlarının ise %41.8-14.01 arasında değiştiğini, Koncolova vd. (1979), 4 farklı gül türünde polen canlılık oranlarının %22.2-97.5 arasında değiştiğini, Erbaş vd. (2015) yağ gülünde farklı çiçeklenme dönemi ve farklı depolama sıcaklıklarında polen canlılık oranlarının %11.9-74 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Çalışmamızda polen canlılık oranı bakımından elde edilen bulguların alt ve üst sınır değerleri yukarıdaki çalışmalardan farklılık göstermektedir. Bu durumun polen canlılığında kullanılan yöntem, gül tür/çeşidi, polen depolama sıcaklığı ve süresi, polenlerin alındığı bitkilerin yetiştirildiği sera koşulları ve mevsim farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada gerek depolanmayan (taze) gerekse +4°C’de 1-6 gün depolanan polenlerde morfolojik normal polen oranları %66.84 ile %89.40 arasında değişmiştir. En yüksek morfolojik normal polen oranı +4°C’de 1 gün depolanan (%89.40) polenlerden elde edilirken, en düşük morfolojik normal polen oranı +4°C’de 6 gün depolanan (%66.84) polenlerden elde edilmiştir. Flory (1950), birçok yabani ve eski bahçe gülünde ploidi düzeylerine göre ortalama morfolojik normal polen oranının %7.5-97.1 arasında, Jicinska vd. (1976), 8 farklı gül türüne ait 16 genotipin 1. yılda morfolojik normal polen oranlarının %66.1-95.3, 2. yılda ise %29.6-97.6 arasında, Ueda ve Tomita (1989) çok sayıda yabani tür ve çeşit ile hibrit güllerde morfolojik normal polen oranı %45,7-84,8 arasında, Güçlü vd. (2019), gül türlerinde yaptığı melezlemelerde morfolojik normal polen oranının %51 ile %100 arasında, Doğan (2022), farklı gül genotiplerini kullandığı çalışmada morfolojik normal polen oranlarının %30,77 ile %76,66 arasında ve Uran (2022), saksılı minyatür gül ve kesme gül melez kombinasyonlarıyla yaptığı melezlemelerde morfolojik normal polen oranlarının %76.18 ile %83.36 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir.

Çalışmamızda +4°C’de 1-6 gün depolanan polenlerin çimlenme oranları tıpkı polen canlılıklarında olduğu gibi depolama süresinin uzamasıyla birlikte giderek azaldığı belirlenmiştir. En yüksek polen çimlenme oranı depolanmayan (kontrol) ve +4°C’de 1 gün depolanan polenlerden elde edilirken, en düşük polen çimlenme oranı ise +4°C’de 6 ve 5 gün depolanan polenlerden elde edilmiştir. Çalışmamıza benzer şekilde Seyhan (2020a) kesme güllerde gerek +24°C gerekse +4°C’de depolanan polenlerin çimlenme oranlarının depolama süresinin uzamasıyla birlikte giderek azaldığını bildirmiştir. Yine Zlesak (2007), güllerde polen çimlenme oranlarının depolama süresine bağlı olarak önemli oranda azaldığını belirtmiştir. Aynı şekilde Kılıç vd. (2020) da gerek gül türleri gerekse ticari kesme gül çeşitlerinde +24°C’de depolanan polenlerin çimlenme oranlarının depolama süresinin uzamasıyla birlikte çalışmamıza benzer şekilde azaldığını bildirmişlerdir. Ayrıca Erbaş vd. (2105), yağ gülünde, Macovei vd. (2016), 5 farklı melez çay gülünde, Seyhan (2020b) ise farklı gül tür ve çeşitlerinde depolama süresinin uzamasıyla birlikte polenlerin çimlenme oranının azaldığını rapor etmişlerdir. Yang ve Endo (2005) ile Zhao vd. (2008) kasımpatı çeşitlerinde, Du vd. (2018) ise

şakayık çeşitlerinde depolama süresinin uzamasıyla birlikte polen çimlenme oranlarının azaldığını bildirmişlerdir.

Çalışmada, depolanmayan polenlerin çimlenme oranının $+4^{\circ}\text{C}$ 'de 1 gün depolanan polenlerin çimlenme oranından %0.26 daha yüksek olduğu, $+4^{\circ}\text{C}$ 'de 2 ve 3 gün depolanan polenlerin çimlenme oranından ise sırasıyla %70.42 ve %269.73 oranında yüksek olduğu belirlenmiştir. Diğer bir ifadeyle $+4^{\circ}\text{C}$ 'de 2 ve 3 gün depolanan polenlerin çimlenme oranı depolanmayan polenlere göre sırasıyla %70.42 ve %269.73 oranında azalma göstermiştir. Seyhan (2020a), bazı ticari kesme gül çeşitlerinde $+4^{\circ}\text{C}$ 'de 0-5 gün depolanan polenlerde çimlenme oranının depolama süresinin uzaması ile birlikte %56.33 oranında azaldığını bildirmiştir.

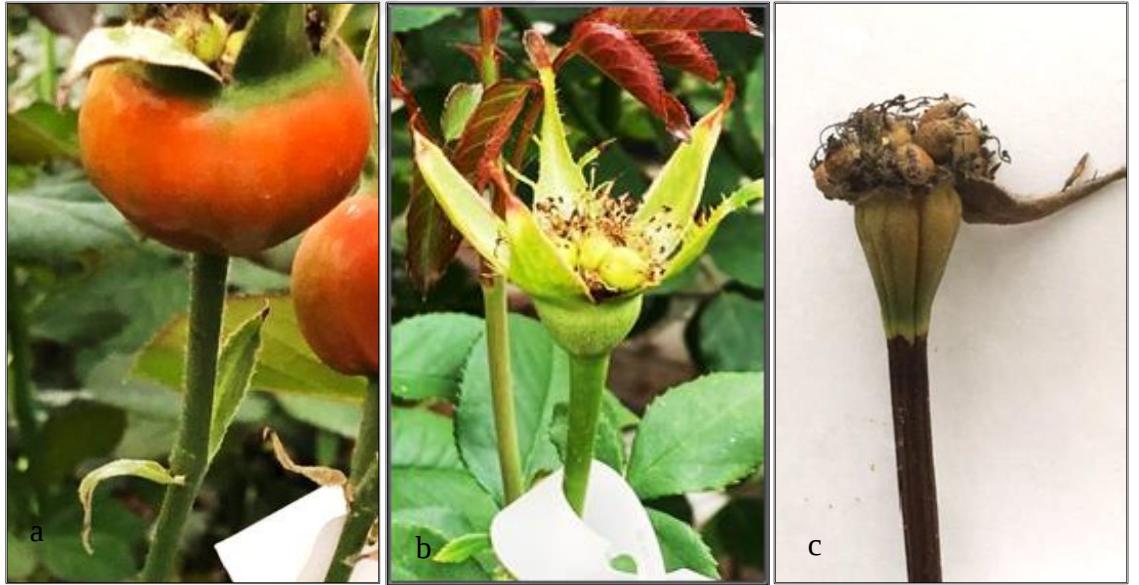
Çalışmamız sonucunda elde edilen veriler yukarıda belirtilen çalışmalarla benzerlik göstermekle birlikte alt ve üst sınır değerleri farklılık göstermektedir. Bu farklılığın oluşmasında; baba ebeveyn olarak kullanılan gül tür ve çeşitleri, polenlerin toplanma zamanı, polen canlılık ve çimlenme oranlarında kullanılan kimyasal veya biyolojik yöntemler, polenlerin depolama süreleri ile depolama koşullarının (sıcaklık, nem ve ışık) etkili olduğu düşünülmektedir.

4.2 Meyve Tutma Oranı, Meyve Başına Ortalama Tohum Sayısı ve Tohum Çimlenme Oranı

Çalışma kapsamında baba ebeveyn olarak kullanılan 'Magnum' çeşidinden polenler 11 Temmuz 2020 tarihinde alınmış ve $+24^{\circ}\text{C}$ 'de %60-65 oransal neme sahip iklim dolabında 1 gün bekletilerek dağılması sağlandıktan sonra bir kısmı ile 12 Temmuz 2020 tarihinde serada doğrudan melezleme yapılmıştır. Geriye kalan polenler ise $+4^{\circ}\text{C}$ 'de 1-6 gün arasında depolanmış ve depolanan polenler birer gün aralıklarla depodan çıkarılarak önce $+24^{\circ}\text{C}$ 'de %60-65 oransal neme sahip iklim dolabında 2 saat bekletilmiş ve ardından serada 13-18 Temmuz 2020 tarihleri arasında birer gün

aralıklarla 6 gün boyunca tozlama yapılmıştır (Çizelge 3.2) Çalışmamızda 'Avalanche' x 'Magnum' melez kombinasyonunda toplam 210 adet tozlama yapılmış ve 79 adet meyve ile 303 adet tohum elde edilmiştir. Tozlama işlemi yapıldıktan yaklaşık 141 gün sonra meyveler hasat edilmeye başlanmıştır. Çiçek tablası şişkinleşip turuncu veya kırmızıya dönen meyveler (Şekil 4.4) hasat olgunluğu olarak kabul edilerek denemeye dahil edilmiştir. Çiçek tablası şişkinleşse bile kuruyan meyveler (Şekil 4.4) ve içerisinde oluşan tohumlar denemeye dahil edilmemiştir.

Çalışmamızda meyve tutma oranı, meyve sayısı, meyve ağırlığı, meyve başına ortalama tohum sayısı, tohum ağırlığı ve tohum çimlenme oranı bakımından elde edilen veriler Çizelge 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.4 Tozlamadan sonra meyve (a) ve tohum oluşturan (b) meyveler ile meyve oluşturup daha sonra kuruyan meyveler (c)

Çizelge 4.2 Polen yaşı'nın meyve tutma oranı (%), meyve başına ortalama tohum sayısı (adet/meyve), meyve sayısı (adet), meyve ağırlığı (g), tohum ağırlığı (g) ve tohum çimlenme oranı (%) üzerine etkileri

Depolama Sıcaklığı	Polen Yaşı (Gün)	MTO (%)	MS (adet)	MA (g)	MBOTS (adet)	TA (g)	TÇO (%)
+24°C	0 (Kontrol)	13,33 ac	4,00 ac	1,26 öd	4,11 ab	0,22 öd	26,11 a
+4°C	1	23,33 a	7,00 a	1,32 öd	5,01 a	0,26 öd	25,65 a
	2	18,89 ab	5,67 ab	1,39 öd	3,42 ab	0,21 öd	27,78 a
	3	12,22 ac	3,67 ac	1,44 öd	3,60 ab	0,16 öd	26,11 a
	4	11,11 bc	3,33 bc	1,57 öd	3,06 b	0,14 öd	19,44 a
	5	6,67 c	2,00 c	1,62 öd	2,77 b	0,21 öd	0 b
	6	3,33 c	1,00 c	1,79 öd	1,00 c	0,12 öd	0 b

(*) Aynı sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar 0.05 seviyesinde önemsizdir.

MTO: Meyve Tutma Oranı, **MS:** Meyve Sayısı, **MA:** Meyve Ağırlığı, **MBOTS:** Meyve Başına Ortalama Tohum Sayısı, **TA:** Tohum Ağırlığı, **TÇO:** Tohum Çimlenme Oranı

Çizelge 4.2 incelendiğinde, polen yaşı'nın meyve tutma oranı, meyve sayısı, meyve başına ortalama tohum sayısı ve tohum çimlenme oranını istatistiksel olarak önemli derecede etkilediği belirlenmiştir. Meyve ve tohum ağırlığı üzerine polen yaşı'nın etkisinin ise istatistiksel olarak önemsiz olduğu saptanmıştır. En yüksek meyve tutma oranı %23.33 ile +4°C 1 gün depolanan polenlerin tozlanmasından elde edilse de, bu polenlerin tozlanması sonucu elde edilen meyve tutma oranı ile depolanmayan (%13.33) ve +4°C'de 2 gün (%18.89) ve 3 gün (%12.22) depolanan polenlerin tozlanması sonucu elde edilen meyve tutma oranları arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur. En düşük meyve tutma oranı ise %3.33 ile +4°C'de 6 gün depolanan diğer bir ifadeyle en yaşlı polenlerin tozlanmasından elde edilmiş ve bu polenlerin tozlanması sonucu elde edilen meyve tutma oranı ile aynı derecede 5 gün depolanan (%6.67) polenlerin tozlanmasından elde edilen meyve tutma oranları aynı istatistiki grupta yer almıştır (Çizelge 4.2).

Çalışmamızda polen yaşlarına göre meyve sayıları 7 adet (+4°C'de 1 gün depolanan polenlerden) ile 1 adet (+4°C'de 6 gün depolanan polenlerden) arasında değişmiştir. Depolanmayan diğer bir ifadeyle taze polenler (4 adet) ile +4°C'de 1 gün, 2 gün (5.67 adet) ve 3 gün (3.67 adet) depolanan polenlerin tozlanması sonucu elde edilen meyve sayıları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Polen yaşının hem meyve ağırlığı hem de tohum ağırlığı üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Polen yaşlarına göre meyve ağırlıkları 1.26-1.79 g arasında, tohum ağırlıkları ise 0.26-0.12 g arasında değişmiştir (Çizelge 4.2).

Çalışmada meyve başına ortalama tohum sayısı incelendiğinde (Çizelge 4.2), depolanmayan yani taze polenler ile (+4°C’de 1 gün (5.01 adet), 2 gün (3.42 adet) ve 3 gün (3.60 adet) depolanan polenlerle yapılan tozlamalardan elde edilen meyve başına ortalama tohum sayıları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Meyve başına ortalama en düşük tohum sayısı ise 1 adet ile en yaşlı diğer bir ifadeyle +4°C’de 6 gün depolanan polenlerle yapılan tozlamadan elde edilmiştir.

Çalışmamızda tohum çimlenme oranını değerlendirdiğimizde, depolanmayan polenlerin tozlamasıyla elde edilen tohumların çimlenme oranı ile (%26.11) ile +4°C’de 1, 2, 3 ve 4 gün depolanan polenlerin tozlaması sonucu sırasıyla elde edilen %25.65, %27.78, %26.11 ve %14.44 tohum çimlenme oranları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsizdir. +4°C’de 5 gün ve 6 gün depolanan polenler ile yapılan tozlamalarda her ne kadar çok az sayıda meyve ve tohum elde edilse de, bu tohumlarda çimlenme görülmemiştir (Çizelge 4.2).

Çalışmamızda polen yaşının artmasıyla birlikte meyve tutma oranı, meyve sayısı ve meyve başına ortalama tohum sayısı önemli derecede azalmıştır. Polen yaşlarına göre meyve tutma oranı %23.33 ile %3.33, meyve sayısı 7-1 adet ve meyve başına ortalama tohum sayısı 5.01 ile 1.0 adet arasında değişmiştir. Pipino vd. (2011), melez çay güllerinde yapılan melezlemelerde meyve başına ortalama tohum sayısının 1.1-21.3 adet arasında, Nadeem vd. (2013), 9 farklı melez çay gülünde melezlemeler sonucunda meyve başına ortalama tohum sayısının 0-35 adet arasında, Abdolmuhammadi vd. (2014), *Rosa hybrida* L. türüne ait güller ve yabani gül türleri ile oluşturulan melez kombinasyonlarında meyve başına ortalama tohum sayısının ise 0-35.33 adet arasında, Nadeem vd. (2015), 9 farklı melez çay gülünde yapılan melezlemelerde meyve başına

ortalama tohum sayısının ise 15-33 adet arasında, Farooq vd. (2016) tarafından güllerde karşılıklı (resiprokal) melezlemeler yapılmış ve kombinasyonlara göre meyve başına ortalama tohum sayısının 0-17 adet arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Doğan vd. (2019), baba ebeveyn olarak *Rosa damascena* türünü kullanarak oluşturdukları 10 farklı melez kombinasyonunda meyve başına tohum sayısının 7.29-31.5 adet arasında, Khan vd. (2021), 21 hibrit gül ile 30 farklı kombinasyon kullanılarak yapılan melezlemelerde, meyve başına ortalama tohum sayısının 0-14.33 adet arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Çalışmamızda meyve başına ortalama tohum sayısı 1-5.01 adet arasında değişirken, yukarıda belirtilen çalışmalarda meyve başına ortalama tohum sayısı 0-35.33 adet arasında değişmektedir. Çalışmamızda meyve başına ortalama tohum sayısı bakımından elde edilen bulguların üst sınır değerleri yukarıda belirtilen çalışmalardan oldukça düşüktür.

Çalışmada polen yaşlarına göre meyve tutma oranı %23.33 ile %3.33 arasında değişmiştir. Nadeem vd. (2013) 9 farklı melez çay gülünde yapılan melezlemelerde meyve tutma oranının %0-43.75 arasında, Abdolmuhammadi vd. (2014), hem *Rosa hybrida* L. türüne ait 36 farklı gül çeşidi, hem de yine *Rosa hybrida* L. türü ile yabani gül türleri ile oluşturulan melez kombinasyonlarında meyve tutum oranlarının %0-90 arasında, Nadeem vd. (2015), 9 farklı melez çay gülünde 30 farklı melez kombinasyonunda yapılan melezlemelerde meyve tutma oranının %30 ile %83, Kılıç (2020) ise farklı gül tür ve çeşitleriyle oluşturulan 23 farklı melez kombinasyonunda her bir melez kombinasyonu için ortalama meyve tutma oranının %53.67 olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda meyve tutma oranı %3.33-23.33 arasında değişirken, yukarıda belirtilen çalışmalarda %0-90 arasında değişmiştir. Çalışmamızda elde edilen veriler ile yukarıda belirtilen çalışmalarda elde edilen sonuçların farklılığının ploidi seviyesi, tür/çeşit, polen canlılık ve çimlenme oranları, tozlamada kullanılan ebeveynlerin yetiştirildiği seranın iklim koşulları, polenlerin alındığı çiçeklerin açma devresi ile mevsim zamanı, ana ebeveyn olarak kullanılan genotipin fertilitesi, yine ana ebeveyn olarak kullanılan çiçeklerin açma devresi ve reseptiflik durumu ile emaskülasyon zamanı gibi faktörlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

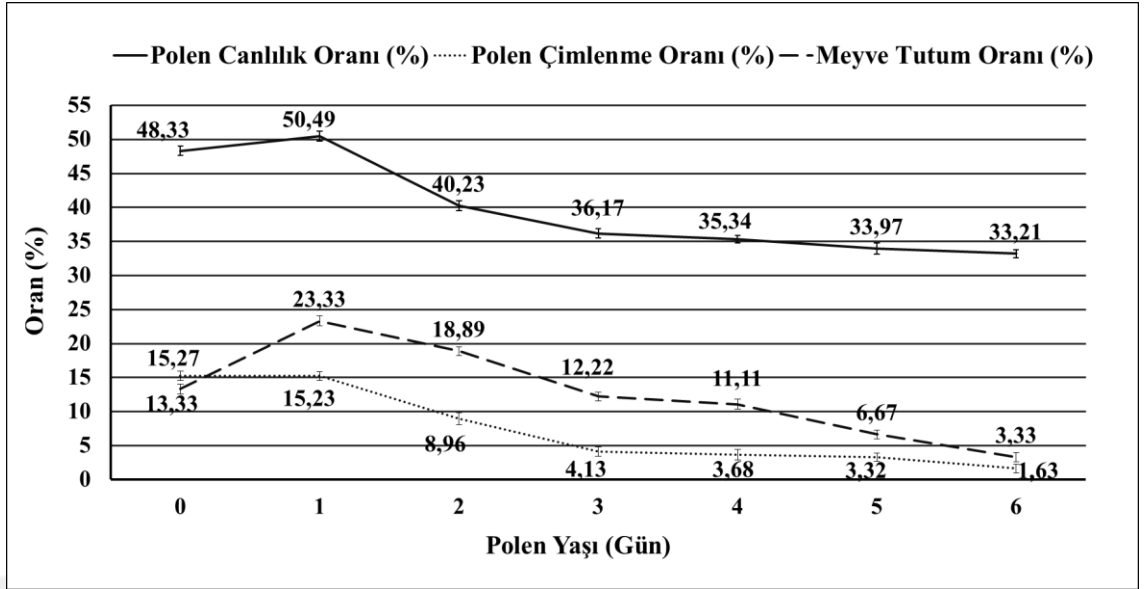
Çalışmamızda polen yaşının artmasıyla birlikte tohum çimlenme oranı önemli derecede azalmıştır. Çalışmamızda polen yaşlarına göre tohum çimlenme oranı %27.78 ile %0 arasında değişmiştir. Depolanmayan polenlerle yapılan tozlamadan elde edilen tohumların çimlenme oranı ile +4°C’de 1, 2, 3 ve 4 gün depolanan polenlerin tozlaması sonucu elde edilen tohumların çimlenme oranları arasında farklılık bulunmazken, +4°C’de 5 ve 6 gün depolanan polenlerle yapılan tozlamalardan elde edilen tohumlar çimlenmemiştir. Pipino vd. (2011), 11 farklı melez çay gülünde yapılan tozlamalar sonucu elde edilen tohumlarda tohum çimlenme oranının %15.4-37.1 arasında değiştiğini, Abdolmuhammadi vd. (2014), gerek melez çay gülleri arasında gerekse melez çay gülleri ile yabani gül türleri arasında yapılan melezlemelerden elde edilen tohumlarda tohum çimlenme oranının %0-93.40 arasında değiştiğini, Kılıç (2020) kokulu gül türü ile melez çay güllerinin melezlenmesi sonucu elde edilen tohumlarda tohum çimlenme oranının %0-30.80 arasında değiştiğini, Uran (2022), minyatür güller ile farklı ticari kesme gül çeşitleri arasında yapılan melezlemelerde tohum çimlenme oranının %0-47.5 arasında değiştiğini, Doğan vd. (2019), baba ebeveyn olarak *Rosa damascana* türü ile ana ebeveyn olarak 10 farklı ticari kesme gül çeşidi arasında yapılan melezlemelerde tohum çimlenme oranının %1.82 ile %32.33 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda tohum çimlenme oranları %0 ile %27.78 arasında değişirken, yukarıda belirtilen çalışmalarda tohum çimlenme oranları %0 ile %93.40 arasında değişmiştir. Çalışmamızda tohum çimlenme oranı bakımından elde edilen sonuçlar yukarıdaki çalışmalarla genel olarak benzerlik göstermekle birlikte üst sınır değerleri farklılık göstermektedir. Tohum çimlenme oranı tür ve çeşide, tohumların katlama yöntemine, tohum gelişimi aşamasında sıcaklık ve olgunlaşma derecesine göre değişiklik göstermektedir (De Vries ve Dubois 1987, Gudın vd. 1990, Zlesak 2006, Anderson ve Byrne 2007). Çalışmamızda tohum çimlenmesi bakımından elde edilen verilerdeki farklılığın; tür/çeşit, ebeveynlerin ploidi seviyesi, dişi ebeveyn olarak kullanılan genotipin fertilitesi, baba ebeveyn olarak kullanılan genotipin polen kalitesi, polenlerin alınma zamanı, polenlerin depolama koşulları (sıcaklık, ışık ve nem) ve süresi ile bitkilerin yetiştirildiği sera koşullarından (sıcaklık ve nem) kaynaklandığı düşünülmektedir. Shivakumar vd. (2019), güllerde tohum çimlenme oranının düşük olmasının dormansi ile alakalı olabileceğini bildirmişlerdir. Alp vd. (2009) melez kombinasyonları arasında tohum çimlenme oranlarının farklılık gösterdiğini ve

dormansinin ortadan kaldırılması için uygulanan katlama yöntemlerine (sıcak ve soğuk katlama) tür ve çeşitlerin farklı tepkiler verdiğini belirtmişlerdir

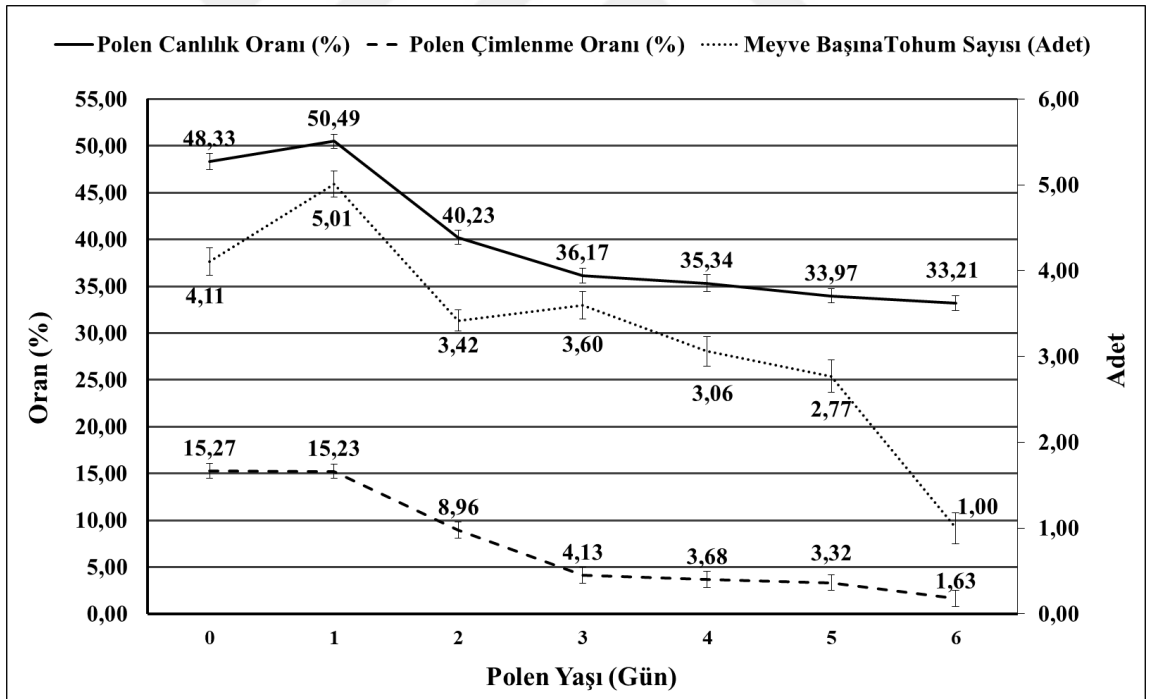
Çalışmada meyve sayısı ve meyve tutma oranı ile tohum sayısı arasında ($r=0.92$) yine meyve ağırlığı ile tohum ağırlığı arasında ($r=0.89$) çok yüksek pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir. Meyve sayısı meyve tutma oranı ile polen çimlenme oranı arasında ($r=0.61$) (Şekil 4.5), meyve ağırlığı ile meyve başına ortalama tohum sayısı arasında ($r=0.73$), tohum sayısı ve canlı polen oranı ile polen çimlenme oranı arasında ($r=0.70$), meyve başına ortalama tohum sayısı ile polen çimlenme oranı arasında ($r=0.67$) (Şekil 4.6), tohum ağırlığı ve meyve başına ortalama tohum sayısı arasında ($r=0.76$) yüksek pozitif bir korelasyon görülmüştür

Meyve sayısı ve meyve tutma oranı ile meyve başına ortalama tohum sayısı arasında ($r=0.57$), meyve sayısı ve meyve tutma oranı ile canlı polen oranı arasında ($r=0.59$), meyve ağırlığı ve tohum sayısı arasında ($r=0.51$), tohum ağırlığı ve tohum sayısı arasında ($r=0.55$), tohum ağırlığı ve canlı polen ile polen çimlenme oranı arasında ($r=0.51$) orta derecede pozitif bir korelasyon belirlenmiştir.

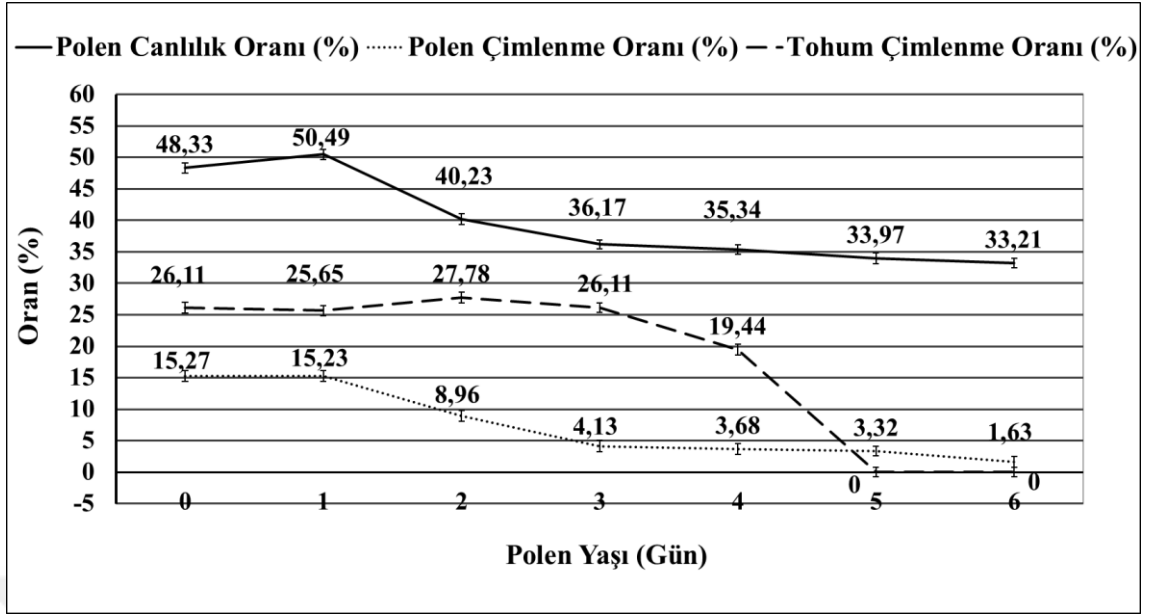
Tohum çimlenme oranı ile meyve sayısı arasında ($r=0.62$), tohum çimlenme oranı ile meyve tutma oranı arasında ($r=0.62$), tohum çimlenme oranı ile morfolojik normal polen oranı arasında ($r=0.62$) yüksek pozitif bir korelasyon görülürken, tohum çimlenme oranı ile tohum sayısı arasında ($r=0.51$) orta derecede bir pozitif korelasyon, tohum çimlenme oranı ile canlı polen ($r=0.54$) ve polen çimlenme oranı ($r=0.55$) arasında orta derecede pozitif bir korelasyon görülmüştür (Şekil 4.7).



Şekil 4.5 Meyve tutma oranı ile polen canlılık ve polen çimlenme oranı arasındaki ilişkiler



Şekil 4.6 Meyve başına ortalama tohum sayısı ile polen canlılık ve polen çimlenme oranı arasındaki ilişkiler



Şekil 4.7 Tohum çimlenme oranı ile polen canlılık ve polen çimlenme oranı arasındaki ilişkiler

Pipino vd. (2011), melez çay güllerinde melezleme ıslahı üzerine yürüttükleri çalışmada baba ebeveyn olarak kullanılan güllerdeki polen çimlenme oranının % 0-46.3 arasında, meyve başına ortalama tohum sayısının ise 1.1-21.3 adet arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar polen çimlenme oranı ile meyve başına ortalama tohum sayısı arasında yüksek bir pozitif korelasyon ($r=0.74$) görüldüğünü belirtmişlerdir. Nadeem vd. (2013), 9 farklı melez çay gülünde yaptıkları melezlemelerde baba ebeveyn olarak polen çimlenme oranı en yüksek olan çeşidin (%46.55) kullanıldığı kombinasyonlarda meyve başına ortalama tohum sayısının (35 adet) da en yüksek olduğunu, baba ebeveyn olarak polen çimlenme oranı en düşük olan çeşidin (%1.33) kullanıldığı kombinasyonlarda ise meyve başına ortalama tohum sayısının da en düşük (0 adet) olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen bulgular yukarıda belirtilen çalışmalarla uyum göstermekte olup, çalışmamızda da polen çimlenme oranı ile meyve başına ortalama tohum sayısı arasında yüksek pozitif bir korelasyon ($r=0.67$) olduğu saptanmıştır.

5. SONUÇ

İki aşamadan oluşan çalışmamızda, birinci aşamada polenler +4°C’de 6 gün depolanmış ve birer gün aralıklarla polenlerin canlılık ve çimlenme oranları laboratuvar koşullarında (*in vitro*) belirlenmiştir. İkinci aşamada ise, aynı polenlerle sera koşullarında (*in vivo*) eş zamanlı olarak tozlama işlemi gerçekleştirilmiş ve melezleme başarısı belirlenmiştir. Çalışmada kontrol olarak kullanılan polenler ise çiçeklerden alındıktan sonra 20-24°C sıcaklık ve %60-65 oransal neme sahip iklim dolabında bir gün bekletilerek patlamaları sağlanmış ve ardından canlılık ve çimlenme oranları belirlenmiştir.

Çalışmamızda +4°C’de depolanan polenlerin polen canlılık oranlarının depolama süresinin ilerlemesiyle birlikte giderek azaldığı belirlenmiştir. +4°C’de 1 gün depolanan polenlerin canlılık oranı her ne kadar depolanmayan polenlerin canlılık oranından yüksek olsa da aralarındaki farklılık önemsiz bulunmuştur. +4 °C’de 1 gün depolanan polenlerin canlılık oranı depolanmayan polenlerden %4.47 oranında daha yüksek iken, +4 °C’de 1 gün depolanan polenlerin canlılık oranı aynı derecede 2 ve 3 gün depolanan polenlerden sırasıyla, %25.50 ve %39.50 oranında daha yüksek bulunmuştur. Yine +4°C’de 1 gün depolanan polenlerin canlılık oranının aynı derecede 6 gün depolanan polenlerin canlılık oranından %52.03 oranında daha yüksek olduğu saptanmıştır.

+4°C’de 1-6 gün süreyle depolanan polenlerin çimlenme oranlarının tıpkı polen canlılıklarında olduğu gibi depolama süresinin uzamasıyla birlikte giderek azaldığı belirlenmiştir. En yüksek polen çimlenme oranı depolanmayan (kontrol) ve +4°C’de 1 gün depolanan polenlerden elde edilirken, en düşük polen çimlenme oranı ise +4°C’de 6 ve 5 gün depolanan polenlerden elde edilmiştir. Depolanmayan polenlerin çimlenme oranının +4°C’de 1 gün depolanan polenlerin çimlenme oranından %0.26 daha yüksek olduğu, aynı derecede 2 ve 3 gün depolanan polenlerin çimlenme oranından ise sırasıyla %70.42 ve %269.73 oranında yüksek olduğu belirlenmiştir. Diğer bir ifadeyle +4°C’de

2 ve 3 gün depolanan polenlerin çimlenme oranı depolanmayan polenlere göre sırasıyla %70.42 ve %269.73 oranında azalma göstermiştir.

Çalışmamızda polen yaşının artmasıyla birlikte meyve tutma oranı, meyve sayısı, meyve başına ortalama tohum sayısı ve tohum çimlenme oranının önemli derecede azaldığı belirlenirken, meyve ağırlığı ve tohum ağırlığının ise önemli bir farklılık göstermediği belirlenmiştir.

Çalışmada meyve sayısı ve meyve tutma oranı ile tohum sayısı arasında ($r=0.92$), meyve ağırlığı ile tohum ağırlığı arasında ($r=0.89$) çok yüksek pozitif bir korelasyon, meyve sayısı ve meyve tutma oranı ile polen çimlenme oranı arasında ($r=0.61$), meyve ağırlığı ile meyve başına ortalama tohum sayısı arasında ($r=0.73$), tohum sayısı ve canlı polen oranı ile polen çimlenme oranı arasında ($r=0.70$), meyve başına ortalama tohum sayısı ile polen çimlenme oranı arasında ($r=0.67$), tohum ağırlığı ve meyve başına ortalama tohum sayısı arasında ($r=0.76$) yüksek pozitif bir korelasyon görülmüştür. Meyve sayısı ve meyve tutma oranı ile meyve başına ortalama tohum sayısı arasında ($r=0.57$), meyve sayısı ve meyve tutma oranı ile canlı polen oranı arasında ($r=0.59$), meyve ağırlığı ve tohum sayısı arasında ($r=0.51$), tohum ağırlığı ve tohum sayısı arasında ($r=0.55$), tohum ağırlığı ve canlı polen ile polen çimlenme oranı arasında ($r=0.51$) orta derecede pozitif bir korelasyon belirlenmiştir. Tohum çimlenme oranı ile meyve sayısı arasında ($r=0.62$), tohum çimlenme oranı ile meyve tutma oranı arasında ($r=0.62$), tohum çimlenme oranı ile morfolojik normal polen oranı arasında ($r=0.62$) yüksek pozitif bir korelasyon görülürken, tohum çimlenme oranı ile tohum sayısı arasında ($r=0.51$) orta derecede bir pozitif korelasyon, tohum çimlenme oranı ile canlı polen ($r=0.54$) ve polen çimlenme oranı ($r=0.55$) arasında orta derecede pozitif bir korelasyon görülmüştür.

Melezleme yoluyla kesme gül ıslahında çeşit geliştirme süresi yaklaşık 4-5 yıldır. Uygun melez kombinasyonların seçilmemesi hem 4-5 yıllık zaman ve emek kaybına yol

açacak hem de masraflar boşuna gidecektir. Bu nedenle melez kombinasyonların seçiminde ebeveynlerin fertilitesi oldukça önem taşımaktadır. Kesme gül ıslahında çeşit geliştirme şansının çok düşük olduğu (%0.002-0.003) dikkate alındığında, çeşit geliştirmre şansının arttırabilmesi için fazla sayıda meyve ve tohum elde edilmesine gereksinim vardır.

Çalışmamızda depolanmayan polenler ile +4°C’de 1-4 gün arasında depolanan polenlerin labaratuvar koşullarında (*in vitro*) canlılık oranları %50.49-35.34 arasında, çimlenme oranları ise %15.27-3.68 arasında değişmiştir. Yine depolanmayan polenler ile +4°C’de 1-4 gün arasında depolandıktan sonra sera koşullarında (*in vivo*) tozlama yapılan polenlerin meyve tutma oranları %23.13-11.11, aynı koşullarda elde edilen tohumların çimlenme oranları ise %27.78-19.44 arasında değişmiştir. Çalışmamızda depolanmayan polenler ile +4°C’de 5-6 gün arasında depolanan polenlerin labaratuvar koşullarında canlılık oranları %33.97-33.21 arasında, çimlenme oranları ise %3.32-1.63 arasında değişmiştir. Yine depolanmayan polenler ile +4°C’de 5-6 gün depolandıktan sonra sera koşullarında tozlama yapılan polenlerin meyve tutma oranları %6.67-3.33 arasında değişirken, aynı koşullarda elde edilen tohumlar çimlenme göstermemiştir. Melezleme ıslahında çeşit geliştirmek hem tohum elde edilmesi hem de bu tohumların başarılı bir şekilde çimlendirilmesi ile mümkündür.

Çalışmamızda gerek depolanmayan (taze) gerekse +4°C’de 4 güne kadar depolanan polenlerle hem başarılı bir melezleme yapılabileceği, hem de çeşit geliştirmek için yeterli sayıda meyve ve tohum elde edilebileceği ve elde edilen tohumlarında başarılı bir şekilde çimlendirilebileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdolmohammadi, M., Kermani, M.J., Zakizadeh, H., Hamidoghli, Y. 2014. An vitro embryo germination and interploidy hybridization of rose (*Rosa* sp), *Euphytica*, 198(2); 255-264.
- Acquaah, G. 2012. Breeding roses, In: principles of plant genetics and breeding second edition, section 9, breeding selected crops. Acquaah, G. (eds), John Wiley & Sons, Ltd., 682-687. İngiltere.
- Ad, V.R. 2020. Sözlü Görüşme (De Reuter Firması Islah Departmanı Sorumlusu). De Router Innovations B.V. Meerlandenweg 55 1187 ZR Amstelveen The Netherlands.
- Alp, Ş., Çelik, F., Türkoğlu, N., Karagöz, S. 2009. The effects of different warm stratification periods on the seed germination of some *Rosa* taxa. *African Journal of Biotechnology*, 8(21); 5838-5841.
- Anderson, N., Byrne, D.H. 2007. Methods For *Rosa* Germination. *Acta Hortic.* 751; 503-507.
- Anderson, N.O. 2007. Challenges and opportunities for the 21st century, In: Flower breeding and genetics. Anderson N.O. (eds), Springer, 3-5, Hollanda
- Andre, J. P. 2003. Morphology and Anatomy: Shoots and Stems. In: encyclopedia of rose science. Roberts, A.V., Debener, T. ve Gudin, S. (eds), Elsevier Academic Press, 491-497, Amerika.
- Anonymous, 2014 <https://kursatkoyuncu.blogspot.com/2014/01/?view=classic>, Erişim Tarihi: 05.03.2022
- Anonymous, 2021. Trade Statistics for International Business Development. International Trade Center. [https:// www.trademap.org](https://www.trademap.org), Erişim Tarihi: 10.03.2022.
- Aytuğ, B. 1967. Polen Morfolojisi ve Türkiye'nin Önemli Gymnospermeleri Üzerinde Palinolojik Araştırmalar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 12, 61-114
- Baydar, H., Kazaz, S. 2013. Yağ gülü & Isparta gülcülüğü. *Gülbirlik Yayınları* No:1, 143, Isparta.
- Bendahmane, M., Dubois, A., Raymond, O., Le Bris, M. 2013. Genetics and genomics of flower initiation and development in roses. *Journal of Experimental Botany*, 64(4); 847-857.
- Bhattacharjee, S.K. ve Banerji, P.K. 2010. The complete book of roses. Aavishkar, 531, Hindistan.
- Bilgiç, Ş. 2009. Türkiye *Rosa* L. (gül) taksonları üzerine morfolojik ve sistematik araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 107, Isparta.

- Bosco, R., Caser, M., Ghione, G.G., Mansuino, A., Giovannini, A., Scariot, V. 2015. Dynamics of abscisic acid and indole-3-acetic acid during the early-middle stage of seed development in *Rosa hybrida*. Plant Growth Regulation. 75, 265-270.
- Büyükktartal, N. 2000. Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Bitki Embriyolojisi Laboratuvar Kılavuzu. A. U. F. F. Döner Sermaye İşletmesi Yayınları, No:8, Ankara.
- Cairns, T. 2001. The geography and history of the rose. American Rose Annual, p;18-29.
- Cairns, T. 2003. Horticultural Classification Schemes. In: AV Roberts, T Debener, S Gudin, eds. Encyclopedia of Rose Science, Volume 1, Elsevier, 117-124.
- Chaanin, A. 2003. Selection Strategies for Cut Roses. In: encyclopedia of rose science. Roberts, A.V., Debener, T. ve Gudin, S. (eds), Elsevier Academic Press, 33-41, Amerika.
- Chimonidou, D., Bolla, A., Pitta, C., Vassiliou, L., Kyriakou, G., Henriette, M.C. Put, H.M.C. 2007. Is it possible to transfer aroma from *Rosa damascena* to Hybrid Tea Rose cultivars by hybridization? Acta Hort. 751; 299-304.
- Crespel, L., Mouchotte, J. 2003. Methods of cross-breeding. In: A.V. Roberts, T. Debener, and S. Gudin (Eds.). Encyclopedia of Rose Science. No:1, Elsevier, p30-33.
- Çalışkan, M. 2005. RAPD Analizi ile Güllerde (*Rosa* sp.) Genetik Tanımlama. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 92 s.
- Çelikkol, T. 2008. Kesme güllerde vazo ömrü üzerine sakkaroz ve bazı kimyasal maddelerin etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 75, Ankara.
- Çetin, M., Soylu., A. 2006. Standart Ayva Çeşitlerinin Döllenme Biyolojisi Üzerinde Araştırmalar. Bahçe, 35(1-2), 83-95.
- Datta, S.K. 2018. Breeding of New Ornamental Varieties: Rose, Current Science, Vol. 114 (6);1194-1206.
- De Vries, D.P. Dubois, L.A.M. 1996. Rose Breeding: Past, Present, Prospective, Acta Horticulturae 424 II International Rose Symposium, 01 Haziran, Tam Metin Kitabı, 241-248, Israil.
- De Vries, D.P., Dubois, L.A.M. 1987. The effect of temperature on fruit set, seed set and seed germination in Sonia×Hadley hybrid Tea-rose crosses. Euphytica 36; 117-120.
- De Vries, D.P., Dubois., L. A. M. 1983. Pollen and Pollination Experiments.The effect of repeated pollination on fruit- and seed set in crosses between the hybrid tea-rose cvs. Sonia and Ilona. Euphytica, 32; 685-689.
- Debener, T., Bartels, Ch., Mattiesch, L. 1996. RAPD analysis of genetic variation between a group of rose cultivars and selected wild rose species, Mol. Breeding, 2; 321–327.
- Debener, T., Byrne., D.H. 2014.Disease resistance breeding in rose: current status and potential of biotechnological tools,Plant Sci.228, 107-117.

- Doğan, E. 2022. Melezleme Yoluyla Saksılı Minyatür Gül Islahı, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, s273.
- Doğan, E., Kazaz, S., Ünsal, H.T., Uran, M., Dursun, H., Kılıç, T. 2019. A Research on Determination of the Performance *Rosa damascena* Mill. as Pollen Source in Rose Breeding by Hybridization. Ziraat Fakültesi Dergisi Türkiye 13. Ulusal, I. Uluslararası Tarla Bitkileri Kongresi Özel Sayısı; 194-201, 2020 ISSN 1304-9984, Araştırma Makalesi.
- Du, G., Xu, J., Gao, C., Lu, J., Li, Q., Du, J., Lv, M., Sun, X. 2018. Effect of low storage temperature on pollen viability of fifteen herbaceous peonies. Biotechnology Reports. 20
- Eames, F. E., Banner, F. T., Blow, W. H., Clarke, W. J., 1961. Fundamentals of Mid-Tertiary Stratigraphical Correlation: Part 1, Cambridge, England: University Press, 1-59.
- Erbaş, S., Alagöz, M., Baydar, H. 2015. Yağ Gülü (*Rosa damascena* Mill.)' nün Çiçek Morfolojisi ve Polen Canlılığı Üzerine Bir Araştırma, Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 10(2); 40-50.
- Ercişli, S. 2005. Rose (*Rosa* spp.) germplasm resources of Turkey. Genetic Resources and Crop Evolution, 52(6); 787-795.
- Erken, S., Gülbağ, F., Erken, K., Kazaz, S., Özzambak, M. E. 2018. Melezleme Yoluyla Yeni Kesme Gül Çeşitlerinin Geliştirilmesi. Tarımsal Araştırmalara Genel Müdürlüğü, Sonuç Raporu, Proje No: TAGEM/BBAD/14/A09/P08/01-II, Yayın No:359, 37s.
- Eti, S. 1990. A practical method for the determination of pollen production. J. Agriculture. Faculty Cukurova University, 5; 49-58.
- Farooq, A., Lei, S., Nadeem, M., Asif, M., Akhtar, G., Butt, S.J. 2016. Cross compatibility in various scented rosa species breeding. Pakistan Journal of Agricultural Sciences, 53(4); 863-869.
- Flory, W.S. 1950. Pollen condition in some species and hybrids of *Rosa* with a consideration of associated phylogenetic factors. Virginia Journal of Science, 1(1), 11-59.
- Giovannini, A., Macovei, A., Caser, M., Mansuino, A., Ghione, G.G., Savona, M., Carbonera, D., Scariot, V., Balestrazzi, A. 2017. Pollen grain preservation and fertility in valuable commercial rose cultivars, Plants, 6(17); 8p.
- Gudin, S. 2001. Rose Breeding Technologies, Acta Horticulturae 547 III International Symposium on Rose Research and Cultivation, 21 May, Tam Metin Kitabı, 23-33, Israil.
- Gudin, S., Arene, L., Chavagnat, A., Bulard, C. 1990. Influence of endocarp thickness on rose achene germination: genetic and environmental factors, HortScience, 25; 786-788.
- Güçlü, S.F., Polat M., Okatan, V. 2019. Pollen Performance Of 'Red Lake' and 'Rosenthal' Currant (*Ribes rubrum*) Cultivars. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 56(3); 313-317.
- Gülbağ, F., Erken, S., Erken, K., Kazaz, S. 2021. Gül. Süs Bitkileri Islahı (Türler), (Editörler: Soner KAZAZ, N. Yeşim YALÇIN MENDİ). Gece Kitaplığı Birinci Basım, 639 s.

- Gülbağ, F., Erken, S., Erken, K., Özzambak, M.E. 2018. Melezleme Yoluyla Dış Mekan Yeni Gül Çeşitlerinin Geliştirilmesi Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Sonuç Raporu, Proje No: TAGEM/BBAD/14/A09/P08/01-I, Yayın No:357, 33s.
- Güneş, M., Çekiç, Ç. ve Edizer, Y. 2005. Determination of Pollen Quantity, Pollen Viability and Pollen Germination in Some Dogrose Species (*Rosa* Section *Caninae*), *Acta Horticulturae* 690 I International Rose Hip Conference, 7 Eylül, Tam Bildiri Kitabı, 211-216, Türkiye.
- Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, Jr., F.T. ve Geneve, R.L. 2002. Plant propagation, principles and practices. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Haynes, J. 2017. History of roses: damask roses. Web Sitesi: <https://www.shifon.co.il/>, Erişim Tarihi: 05.03.2022.
- İmrak, B. 2010. Bazı kiraz çeşitlerinin subtropik iklim koşullarındaki performansları ve çoklu dişi organ oluşumu sorununun çözümüne ilişkin araştırmalar. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 93s, Adana.
- Jacob, Y., Ferrero, F. 2003. Morphology and Anatomy : Pollen Grains and Tubes. In: encyclopedia of rose science. Roberts, A.V., Debener, T. ve Gudin, S. (eds), Elsevier Academic Press, 518-523, Amerika
- Janick, J., Moore, N. J. 1996. Fruit Breeding, Tree and Tropical Fruits. Volume1. John Wiley and Sons, 632, Inc. New York.
- Jičínska D., Končalova M.N. ve etŠýkorov O. 1976. Studies in rose pollen III. Pollen viability and germinability in eight Czechoslovak *Rosa* species. *Preslia*, Praha 48, 347-353.
- Karagüzel, Ö., Kazaz, S., Baktır, İ., Elinç, Z. 2013. Gülde Islah Çalışmaları. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 17(2); s.14-17, 2013. Isparta, Türkiye.
- Kazaz, S., Doğan, E., Kılıç, T., Ergür Şahin, E.G., Dursun, H., Tuna, G.S. 2020. Polen kaynağı olarak kokulu gül genotipleri ile yapılan tozlama tohum oluşumunu etkiler mi? *Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 57(3-3).
- Khan, M.F., Hafız, I.A., Khan, M.A. Nadeem, A.B. Habib, U., Shah, M.K.N. 2021. Determination of pollen fertility and hybridization success among *Rosa* species (*Rosa hybrida*). *Pakistan Journal of Botany*, 53(5); 1.10.
- Khosh-Khui, M., Bassiri, A., Nicknejad, A. 1976. Effects of temperature and humidity on pollen viability of six roses, *Canad J Plt Sci.* 56; 517-523.
- Kılıç, T. 2020. Melezleme Yoluyla Kokulu Kesme Gül Islahı. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, 494s, Ankara.
- Kılıç, T., Doğan, E., Dursun, H. B., Çamurcu, S., Ünsal, H. T., Kazaz, S. 2020. Bazı Gül Tür ve Çeşitlerinde Çiçek Tozu Bekletme Süresinin Polen Canlılık ve Çimlenme Gücüne Etkileri. *Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*. e-ISSN 2651-4044. Eylül 2020, 34 Özel Sayı, s173-184.
- Koncalova, M.N., Jicinska., D, Sykorova., O. 1975. Effect of calcium and sucrose concentration on pollen germination in vitro of six *Rosa* Species. *Biologia Plantarum*, 18(1); 1976

- Krüger, J. 2020. Sözlü Görüşme (Rosen Tantau Firması Islah Departmanı Sorumlusu). Rosen Tantau Vertrieb GmbH & Co. KG, Tornescher Weg 13, Uetersen, Almanya.
- Kuru, C., Ayfer., M. 1990. Antepfıstığı çiçeklerinin yapay yöntemlerle tozlanması üzerine araştırmalar. Türkiye I. Antepfıstığı Sempozyumu. 11-12 Haziran 2014. 83-95, Gaziantep.
- Lakhotia, P. 2011. Pollen viability and *in vitro* germination studies in rose. Yüksek Lisans Tezi, Division of Floriculture and Landscaping Indian Agricultural Research Enstitute, Hindistan.
- Lee, J.Y., Kim. Y.C., Han. T.H., Kim. S.T., Gi. G.Y. 2010. Study on Increasing Rose Seed Germination. Proc. 23rd Intl. Eucarpia Symp. (Sec. Ornamentals) on “Colourful Breeding and Genetics” Part II Eds.: J.M. van Tuyl and D.P. de Vries Acta Hort. 855; ISHS 2010. s183-188.
- Leus, L., Van Laere K., De Riek, J. Van Huylenbroeck, J. 2018. Rose, In: handbook of plant breeding volume 11: ornamental crops. Van Huylenbroeck, J. (eds), Springer International Publishing AG, 719-767, İsviçre.
- Liorzou, M., Pernet, A., Li, Ş., Chastellier, A., Thouroude, T., Michel, G., Malécot, V., Gaillard, S., Briée, C., Foucher, F., Oghina-Pavie, C., Clotault, J., Grapin A. 2016. Nineteenth century French rose (*Rosa* sp.) germplasm shows a shift over time from a European to an Asian genetic background. Journal of Experimental Botany, 67(15); 4711–4725.
- Lühmann, A. K., Linde, M., Debener, T. 2010. Genetic Diversity of *Diplocarpon rosae*: Implications on Practical Breeding, Acta Horticulturae 870 V International Symposium on Rose Research and Cultivation, 31 Temmuz, Tam Metin Kitabı, 157-162, Japonya.
- Macovei, A., Caser, M. Dona., Vallasi, A., Giovanni, A., Carbonera, D., Scariot, V., Balestrazzi, A. 2016. Prolonged Cold Storage Affects Pollen Viability and Germination Along with Hydrogen Peroxide and Nitric Oxide Content in *Rosa hybrida*. Not Bot Horti Agrobo, 44(1); 6-10.
- MacPhail, J.V., Kevan P. G. 2009. Review of the breeding systems of wild roses (*Rosa* spp.). Floriculture and Ornamental Biotechnology, 3(özel sayı 1), 1-13.
- Manjula, G. 2005. Performance of rose cultivars under naturally ventilated polyhouse. Yüksek Lisans Tezi, Dharwad Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 74, Hindistan.
- Marriott, M. 2003. History of rose in cultivation: Modern (Post 1800), In: encyclopedia of rose science. Roberts, A.V., Debener, T. ve Gudin, S. (eds), Elsevier Academic Press, 402-409, Amerika.
- Martins, E.S., Davide, L.M.C, Miranda, G.J., Barizon, J.O., Junior, F.A.S., de Carvalho, R.P. ve Gonçalves, M.C. 2017. *In vitro* pollen viability of maize cultivars at different times of collection. Cincia Rural, Santa Maria, 47(02); 1-8.
- Meyer, S.E. 2008. *Rosa* L. rose, briar, In: Woody Plant Seed Manual. Bonner, F.T. ve Nisley R.G. (eds.), USDA Forest Service Agriculture Handbook No:727, 974-980, Washington.

- Nadeem, M., Akond, M., Riaz, A., Qasim, M., Younis, A., Farooq, A. 2013. Pollen morphology and viability relates to seed production in hybrid roses. *Plant Breeding and Seed Science*, 68(1); 25-38.
- Nadeem, M., Younis, A., Riaz, A., Lim, K.B. 2015. Crossability among modern roses and heterosis of quantitative and qualitative traits in hybrids. *Horticulture, Environment and Biotechnology*, 56(4); 487-497.
- Nagar, P.K., M., Sharma, Pati, P.K., Ahuja, P.S. 2007. Rose: some important findings with special reference to physiology of flowering. *Floriculture and Ornamental Biotechnology*, 1(2); 102-114.
- Nilsson, O., 1997. Rosa. In: Davis p.H. (ed), flora of Turkey and The East Aegean Islands. Vol.4, Edinburgh University Press, Edinburgh, pp. 106-128.
- Normand, F., Habib, R., Chadoeuf, J. 2002. Stochastic Flowering Model Describing an Asynchronously Flowering Set of Trees. *Annals of Botany*, 90, 405-415.
- Özçelik, H. 2018. Türkiye'nin siyahi yediveren güllerinin tanıtımı. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(3); 407-423.
- Özçelik, H. 2019. Sözlü Görüşme. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Botanik Anabilim Dalı, Türkiye.
- Özçelik, H., Korkmaz, M. 2015. Çeşitli yönleriyle Türkiye gülleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Fen Dergisi, 10(2); 1-26.
- Özçelik, H., Özgökçe, F., Ünal, M., Korkmaz, M., Sakçalı, S. 2013. Türkiye güllerinin (*Rosa L. Spp.*) ekolojik ve coğrafi karakteristikleri. *SDU Journal of Science* 8(1), 9-21.
- Padureanu, S., Patras, A. 2020. Germination potential and pollen tube growth in *Galanthus nivalis L.* *Flora*, 151556.
- Ping, L. 2020. Sözlü Görüşme (Altman Plants Firması İslah Departmanı Sorumlusu). Altman Plants. Amerika.
- Pipino, L., Scariot, V., Gaggero, L., Mansuino, A., Van, Labeke, M. C., Giovannini, A. 2011. Enhancing seed germination in hybrid tea roses. *Propagation of Ornamental Plants*, 11(3); 111-118.
- Richer, C., Poulin, M., Rioux, J.A. 2007. Factors influencing pollen germination in three Explorer™ roses. *Canadian Journal of Plant Science*, 87(1); 115-119.
- Roberts, A. V., Gladis, T., Brumme, H. 2009. DNA amounts of roses (*Rosa L.*) and their use in attributing ploidy levels. *Plant Cell Reports*, 28(1); 61-71.
- Roy, P.K. 2010. The complete book of roses. Aavishkar Publishers, ISBN, India.
- Seyhan, S. 2020a. Kesme Gül (*Rosa hybrida L.*) Çeşitlerinde Çiçek Tozu Kalitesi ve Çimlenme Gücünün Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 89s, Ankara.

- Seyhan, S. 2020b. Türkiye Florasında Yayılış Gösteren Bazı Gül Türlerinin Çiçek Tozu Kalitesi ve Çimlenme Gücü Üzerine Farklı Depolama Sıcaklık ve Süresinin Etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 103s, Ankara.
- Shivakumar, Yogeesh, H.S., Tejaswini., Upreti, K.K., Mythali, J.B., Seetharamu, G.K., Munikrishappa, P.M. 2019. Seed germination in rose (*Rosa* spp.) as influenced by pre-sowing treatments and genotypes. International Journal of Chemical Studies 2019, 7(2); 128-130.
- Suluşoğlu, M., Cavuşoğlu, A. 2014. *In vitro* pollen viability and pollen germination in cherry laurel (*Prunus laurocerasus* L.). The Scientific World Journal, 2014(6571237), 1-7.
- Svejda, F.J., Poapst, P.A. 1972. Effects of different after-ripening treatments on germination and endogenous growth inhibitors in *Rosa rugosa*. Canadian Journal of Plant Science, 52(6); 1049-1058.
- Şehirali, S., Özgen M. 2010. Bitki Islahı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 534, Ankara.
- Tomljenovic, N. ve Pejić, I. 2018. Taxonomic review of the genus *Rosa*. Agriculture Conspectus Scientificus, 83(2); 139-147.
- TÜİK, 2021. Türkiye İstatistik Kurumu, Türkiye Süs Bitkileri Üretim Verileri. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>, Erişim Tarihi: 10.03.2022.
- Tuna, M., Vogel, K.P., Arumuganathan, K. ve Gill, K.S. 2001. DNA content and ploidy determination of bromegrass germplasm accessions by flow cytometry. Crop Science, 41(5); 1629-1634.
- Ueda., Y, Hirata, T. 1989. Pollen Fertility in Roses. Japanese Journal of Palynology, 35(2); 1-7
- Uluğ, B.V. 2002. Güller (1) Hayatımızdaki yeri. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Derim Dergisi, Cilt 19, Sayı 23; 31-37.
- Uran, M. 2022. Saksılı Minyatür Gül Melez Gül Kombinasyonlarında Melezleme Başarısı, Tohum Verimi ve Çimlenme Oranlarının Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 64s.
- Visser, T., de Vries, D.P., Scheurink, J.A.M., Welles, G.W.H. 1977. Hybrid tea-rose pollen I. Germination and storage. Euphytica, 26(3); 721-728.
- Vukosavljev, M. 2014. Towards Marker Assisted Breeding in Garden Roses: From Marker Development to QTL Detection. Wageningen: Wageningen University, 245, Hollanda.
- Walker, J. W. 1974. Evolution of exine structure in the pollen of primitive Angiosperms. American Journal of Botany, 61(8); 891-902.
- Yang, J., Endo, M. 2005. *In vitro* germination and viability of dendranthema pollen. Asian Journal of Plant Sciences, 4(6); 673-677.
- Yuan, S. C. Chin, S. W., Lee, C. Y., Chen, F. C. 2018. Phalaenopsis pollinia storage at sub-zero temperature and its pollen viability assessment. Botanical studies, 59(1); 1-8.

- Zhao, H., Chen, F., Wang, Y., Chen, S., Fang, W., Guo, W. 2008. Study on pollen viability, longevity and pistil receptivity of selfcompatible chrysanthemum with small inflorescences. *Acta Hort.* 766.
- Zlesak, D.C. 2006. *Rosa hybrida* L. In: Anderson, N.O. (Ed.), *Flower Breeding and Genetics: Issues, Challenges, and Opportunities for the 21st Century*. Springer, The Netherlands, p; 695-738.
- Zlesak, D.C. 2007. *Flower Breeding and Genetics. Issues, Challenges and Opportunities for the 21 st Century*. Ed: Neil O Anderson, 695-740.
- Zlesak, D.C. 2007. Rose: *Rosa hybrida*, In: *Flower breeding and genetics*. Anderson N.O. (eds), Springer, 695-740, Netherlands.
- Zlesak, D.C. 2009. Pollen diameter and guard cell length as predictors of ploidy in diverse rose cultivars, species, and breeding lines. *Floriculture and Ornamental Biotechnology*, 3(1); 53-70.