

Isparta'da Yetiştirilen Bazı Badem Çeşitlerinde Fenolojik ve Biyolojik Çalışmalar

Selim DEMİRDAŞ¹, Fatma KOYUNCU², Sultan Filiz GÜÇLÜ³

¹Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü, Isparta, Türkiye

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta, Türkiye

³Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Atabey Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Fidan Yetiştiriciliği Programı, Atabey, Isparta, Türkiye

*sultanguclu@isparta.edu.tr (Sorumlu yazar)

Özet

Bu çalışmada Isparta İli Keçiborlu İlçesi Kılıç Köyü'nde ekonomik olarak yetiştirilen Ferragnes, Ferraduel, Nonpariel ve Texas badem çeşitlerinin çiçek tozu performansları incelenmiştir. Bu amaçla çeşitlere ait çiçeklerin çiçek tozu üretim miktarları (hemastrometrik lam), çiçek tozu canlılık ve morfolojik homojenlik oranları (%1'lik TTC) belirlenmiş, çiçek tozu çimlendirme deneyleri yapılmış (petride agar) ve çiçek tozu çim borularının uzunlukları ölçülmüştür. Ayrıca son yıllarda önemi gittikçe belirginleşen küresel ısınmanın meyve yetiştiriciliğine olan etkilerinin erken dönemde belirteçlerinden birisi olabilecek farklı sıcaklıkların (18, 25, 30 ve 35°C) çiçek tozu çimlenmesi ve tüp büyümesine etkileri incelenmiştir. Çeşitlerin çiçek tozu üretim miktarları, canlılık ve morfolojik homojenlik oranları yeterli düzeydedir. Tüm çeşitler için en uygun çimlenme ve tüp büyümesi sıcaklığı 18 °C'dir. 30 ve 35 °C çiçek tozu çimlenmesi ve tüp büyümesini olumsuz yönde etkilemiştir.

Anahtar kelimeler: Ferragnes, polen performansı, TTC, küresel ısınma, tozlanma.

Phenological and Biological Studies on Some Almond Varieties Grown in Isparta

Abstract

In this study, pollen performances of Ferragnes, Ferraduel, Nonpariel and Texas almond varieties grown economically in Kılıç Village of Keçiborlu District of Isparta Province were investigated. For this purpose, pollen production amounts of flowers of the varieties (hemastrometric slide), pollen viability and morphological homogeneity rates (%1 TTC) were determined, pollen germination experiments were conducted (agar in petri dishes) and the lengths of pollen tubes were measured. In addition, the effects of different temperatures (18, 25, 30 and 35°C), which may be one of the early indicators of the effects of global warming, the importance of which has become increasingly evident in recent years, on pollen germination and tube growth were investigated. Pollen production amounts, vitality and morphological homogeneity rates of the varieties were at sufficient levels. The most suitable germination and tube growth temperature for all varieties was 18 °C. 30 and 35 °C negatively affected pollen germination and tube growth.

Keywords: Ferragnes, pollen performance, TTC, global warming, pollination.

Giriş

Çok eski çağlardan beri bilinen sert kabuklu meyve türlerinden badem, *Rosales* takımının, *Rosaceae* familyası, *Prunoidea* alt familyasının, *Prunus* cinsi, *Amygdalus* alt cinsi içerisinde yer alır (Özçağırın vd., 2014; Mitra, 2020). Ülkemiz için önemli bir sert kabuklu meyve türü olmasının yanında yetiştiriciliğinin büyük bölümünün çöğür anacı üzerine yapılması nedeniyle, sağlıklı tohum ve meyve elde edilmesi için badem çiçekleri etkin bir şekilde tozlanıp ardından sağlıklı bir şekilde döllenmelidir. Etkili bir tozlanma ve döllenme, ardından sağlıklı meyve tutumu için ilk şart, sağlıklı, yeterli ve çimlenme yeteneğinde çiçek tozlarının bulunmasıdır. Çiçek tozu miktarının yeterli olması, canlı ve morfolojik yönden homojen çiçek tozlarının olması, ayrıca çiçek tozu çimlenme oranının yüksek olması gibi kantitatif yönden iyi çiçek tozlarının bulunması tozlanma ve döllenmenin, dolayısıyla sağlıklı meyve tutumunun olmasında en önemli

kriterlerden birisidir. Erselik yapıdaki badem çiçekleri kendi çiçek tozuyla tozlandığında meyve tutumunun az olması sebebiyle ekonomik badem yetiştiriciliğinde yabancı tozlanma gereklidir. Dolayısıyla badem bahçesi tesis edilirken badem çeşit seçimine dikkat edilmelidir. Bu nedenle çeşitlerin döllenme biyolojisi iyi bilinmeli, kullanılacak çeşit kendine verimli değilse mutlaka tozlayıcı çeşit kullanılmalıdır (Özçağırın vd., 2014). Son yıllarda etkilerini sıkça hissettiğimiz iklim değişikliği tarımsal üretimi küresel, bölgesel ve yöresel anlamda etkileyecek en önemli faktörlerden birisidir. Tarımın çok yıllık bir kolu olan ekonomik meyve yetiştiriciliğinin dalgalı sıcaklık seyrinden en çok etkilenecek alanlardan birisi olduğu düşünülmektedir (Adabi vd., 2024). Araştırmacılar yüksek sıcaklıkların kuraklığın yanında ılıman iklim meyve türlerinde kış döneminde karşılanmayan soğuklama isteğinin karşılanamaması nedeniyle düzensiz ve erken çiçek açmasına, badem gibi sert

kabuklu meyve türlerinde iç dolmamasına neden olabileceğini bildirmişlerdir (Rai vd., 2015; Rodriguez vd., 2021). Ilıman iklim türlerinin çoğunda olduğu gibi badem çiçeklerinin döllenmesinde de en büyük etken (Küden vd., 2014). Düzensiz sıcaklık ve yağışların tozlanma ve döllenmenin en önemli faktörü olan arıların faaliyetlerini kısıtlaması yanında, türlerin polen performanslarını olumsuz etkilemeleri sebebiyle ekonomik meyve yetiştiriciliği de sınırlandırılmaktadır.

Tozlanma ve döllenme sağlıklı bir meyve tutumunun ilk aşaması olduğu için, bitki türlerinin polen performansları bir bitkinin birçok fiziko-biyokimyasal olaya, bitkilerin stres koşullarında verdikleri tepkilerin anlaşılmasında önemli bir öncül testtir (Çetinbaş-Genç vd., 2019).

Bu çalışmada, Isparta İli Keçiborlu İlçesi Kılıç Köyünde yetiştirilen 'Ferragnes', 'Ferraduel', 'Nonpariel' ve 'Texas' badem çeşitlerinin döllenme biyolojileriyle ilgili yapılan çalışmalar kapsamında polen performanslarının ve farklı sıcaklıkların polen çimlenmesi üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmanın bitkisel materyalini Isparta İli Keçiborlu İlçesi'nde Kılıç köyünde bulunan badem çöğürü üzerine aşılı Ferragnes, Ferraduel, Nonpariel ve Texas badem çeşitlerinden alınan çiçek tozları oluşturmaktadır. Badem çeşitlerinin bulunduğu Keçiborlu ilçesi, Karasal iklimle Akdeniz iklimi arasında geçit kuşağında olup yıllık yağış miktarı yaklaşık 520 mm'dir. En yüksek sıcaklıklar Temmuz ve Ağustos aylarında 38°C civarında, en düşük sıcaklıkların -10°C ile -15°C olup Ocak ve Şubat aylarında kaydedilmiştir.

Fenolojik gözlemler arazide direkt gözlem yoluyla kayıt altına alınmış, çeşitlere ait tarihler a) Tomurcuk kabarması; b) Tomurcuk patlaması; c) Yapraklanma; d) Çiçeklenme başlangıcı; e) Tam çiçeklenme; f) Çiçeklenme sonu; g) Küçük meyve dönemi; h) Hasat dönemi olarak fenolojik dönemler belirlenmiştir (Hız, 2019).

Fenolojik dönemler takip edilerek balon döneminde sabah erken saatlerde çeşitlerden alınan çiçekler hemen laboratuvara getirilmiştir. Anterler çiçeklerden ayrılıp 75 w'lık ışık altında her bir çeşit ayrı petri kaplarına konularak, 25 C⁰'de bir gece bekletilip anterlerin patlamaları sağlanmıştır. Elde edilen çiçek tozları, kullanılıncaya kadar içinde nem çekici maddelerin bulunduğu desikatörlere konulup buzdolabında saklanmıştır. Çeşitlerin çiçek tozu performansının belirlenmesi için çiçek tozu canlılık ve morfolojik homojenlik oranları, çiçek tozu üretim miktarları, çiçek tozu çimlenme oranları bulunmuş, çiçek tozu çim borusu uzunlukları ölçülmüştür.

Çeşitlere ait çiçek tozu üretim miktarları Eti (1990)'nin yöntemde belirttiği şekilde

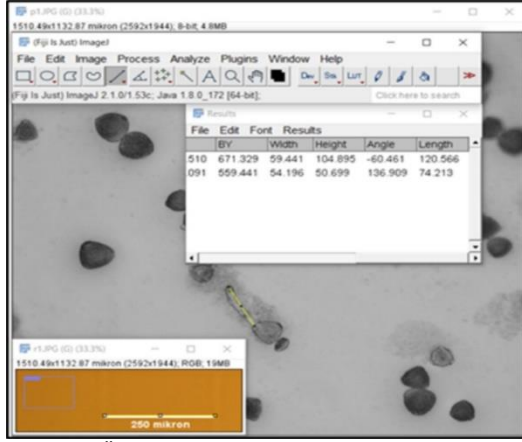
"Hemastometrik lam" hesaplanmıştır. Çiçek tozu morfolojik homojenlik oranı (Güçlü vd., 2021) tarafından daha önce kullanılan aşağıdaki formüle göre belirlenmiştir.

$$MH = \frac{(\text{Normal şekilli polen sayısı}) - (\text{Abortif polen sayısı})}{\text{Alandaki polen sayısı toplamı}} \times 100$$

Çiçek tozu canlılık oranları %1 lik TTC (2,3,5 Trifenil tetrazolium klorid) çözeltisi kullanılarak belirlenmiştir. Boyama işleminden 2 saat sonra mikroskop altında sonra yapılan sayımlarda, koyu kırmızı-turuncu renkte olan çiçek tozları canlı, boyanmayan (renksiz) veya çok açık renge boyananlar cansız olarak kabul edilmiştir (Güçlü vd., 2021). Çiçek tozu çimlendirme denemelerinde 'petride agar' yöntemi kullanılmıştır. Daha önce yapılan badem çiçek tozu çalışmalarında en uygun çimlendirme ortamı olarak bulunan %0.5 agar + %15 sakkaroz + 5 ppm borik asit içeren ortam, çiçek tozu çimlendirme ortamı (kontrol) olarak belirlenmiştir (Tosun ve Koyuncu, 2007). Çeşitlerin çiçek tozu çimlenme yüzdeleri hesaplanırken çiçek tozu ekimi yapıldıktan 24 saat sonra çimlenen çiçek tozu sayısı toplam çiçek tozu sayısına oranlanmıştır. Çim borusu uzunlukları ölçülmesi için Olympus CX41 marka fotoğraf makinalı mikroskop altında fotoğraflanmıştır (40X). Farklı sıcaklıkların çiçek tozu çimlenmesine etkilerini belirlemek için çimlendirme ortamına ekilen çiçek tozları 18, 25, 30 ve 35°C' de inkübe edilmiştir. Daha önce yapılan ön denemelerde en uygun çimlendirme sıcaklığı olarak bulunan 18°C, kontrol sıcaklık derecesi olarak belirlenmiştir. 24 saat farklı sıcaklıklarda çimlendirme ortamında tutulan çiçek tozları çimlenme oranları hesaplanıp çimlenen çiçek tozları çim borusu uzunluğu için fotoğraflanmıştır. Çiçek tozu çim borusu uzunluğunun ölçülmesinde açık kaynaklı image J (Schindelin vd., 2012) dağıtımı olan Fiji paket programı kullanılmıştır. Şekil 1. Bu amaçla, çiçek tozlarının görüntüsü ile aynı çözünürlükte mikroskop görüntüsü alınan, hemastometrik lam kullanılmıştır. Lam üzerinde, kenar uzunluğu 250 mikron olan en küçük kareler referans uzunluk birimi olarak alınmıştır.

İstatistiksel Değerlendirme

Tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekrerrürlü olarak yürütülen denemede her bir çeşit için 4 bölgeye ayrılmış 4 petri kullanılmış, Her bölgede 100 olmak üzere toplam 400 adet çiçek tozu sayılmıştır. SPPS 22.00 paket programı kullanılarak değerlendirilen verilerde ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre analiz edilmiştir (p<0.05).



Şekil 1. Ölçeklenmiş referans görüntüsü ile çim borusu uzunluk ölçümü
Figure 1. Pollen tube length measurement with scaled reference image

Çizelge 1. Badem çeşitlerine ait fenolojik dönem tarihleri (2019-2020)
Table 1. Phenological stage dates of four almond variety (2019-2020)

Çeşit	Yıl	T.k	T.p	Yp	Ç.b	T.ç	Ç.s	K.m	H.d
Nonpariel	2019	19.03	23.03	24.03	30.03	04.04	10.04	14.04	24.09
	2020	24.03	28.03	29.03	03.04	09.04	15.04	19.04	25.09
Texas	2019	25.03	29.03	28.03	03.04	08.04	12.04	14.04	27.09
	2020	31.03	03.03	03.04	08.04	13.04	17.04	21.04	29.09
Ferragnes	2019	29.03	03.04	04.04	09.04	16.04	22.04	26.04	03.11
	2020	30.03	04.04	04.04	09.04	17.04	23.04	27.04	04.11
Ferraduel	2019	04.04	09.04	07.04	14.04	21.04	24.04	26.04	04.11
	2020	05.04	08.04	08.04	15.04	20.04	25.04	29.04	04.11

Çizelge 2. Çiçek tozu sayımları, morfolojik homojenlik ve çiçek tozu canlılık oranları
Table 2. Pollen production, morphological homogeneity and pollen viability rates

Çeşitler	Bir çiçekteki ortalama anter sayısı (adet)	Bir çiçekteki ortalama çiçek tozu sayısı (adet)	Bir anterdeki ortalama çiçek tozu sayısı (adet)	Morfolojik homojenlik (%)	Canlılık Oranı (TTC) (%)
Ferragnes	30.70b*	11426c	380.52c	96.9**	89**
Ferraduel	31.15a	14723a	474.63a	97.6	92
Nonpariel	29.50b	9653d	330.82d	96.5	89
Texas	31.09a	12634b	407.54b	96.2	90

*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (Duncan çoklu karşılaştırma testi, $p < 0.05$).

**İstatistik olarak önemli değil ($p < 0.05$).

Morfolojik homojenlik oranları %97.6 (Ferraduel); %96.9 (Ferragnes); %96.5 (Nonpariel); %96.2 (Texas) iken çiçek tozu canlılık oranları %89 (Ferraduel, Nonpariel) ile %92 (Ferragnes) arasındadır.

Çiçek tozu ekiminden 24 saat sonra farklı sıcaklıkların çiçek tozu çimlenmesi üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Çiçek tozu ekiminden 24 saat sonra yapılan sayımlarda en yüksek çimlenme oranı 18°C (%72.23)'de gerçekleşmiş, bunu 25°C (%71.60) takip etmiştir. Sıcaklık 30°C'ye çıkarıldığında tüm çeşitler için çiçek tozu çimlenme oranında belirgin bir azalma görülmüş (%17.98) ve 35°C'de en düşük

Bulgular

Çalışmanın ilk bölümünü oluşturan fenolojik dönemlerin belirlenmesinde 2019-2020 yıllarında yapılan gözlemlere göre çeşitlere ait fenolojik dönemleri gösteren tarihler Çizelge 1'de sunulmuştur. Badem çeşitlerine ait çiçek tozu sayıları, çiçek tozlarının morfolojik homojenlik ve canlılık oranları Çizelge 2'de gösterilmiştir. Bir çiçekteki ortalama anter sayısı 29.50 (Nonpariel) - 31.15 (Ferraduel) arasındadır. Çeşitler bir çiçekteki ortalama çiçek tozu sayısı bakımından değerlendirildiğinde Ferraduel çeşidi 14723 adet ile ilk sırada yer alırken bunu sırasıyla Texas (12634), Ferragnes (11426) ve Nonpariel (9653) çeşitleri izlemiştir. Morfolojik homojenlik ve canlılık oranları karşılaştırıldığında çeşitler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir ($P < 0.05$).

çiçek tozu çimlenme oranları elde edilmiştir (%5.17). Farklı sıcaklıklarda çeşitlerin çiçek tozu çimlenmeleri karşılaştırıldığında ortalama çiçek tozu çimlenme oranları istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$). Farklı inkubasyon derecelerinde Ferraduel en yüksek çiçek tozu çimlenmesini gösteren çeşittir (%46.35). Bunu sırasıyla Ferragnes (%43.61), Nonpariel (%39.26) ve Texas (%37.76) çeşitleri izlemiştir (Çizelge 3).

Çiçek tozu çim borusu uzunlukları Çizelge 4'de sunulmuştur. Farklı sıcaklıkların çim borusu uzunluğu üzerine etkisi istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$). 18°C'de ortalama 166.21 μm olan çiçek tozu çim boruları, 25°C'de 170.66 μm 'ye ulaşmıştır.

Sıcaklık 30°C 'ye çıktığında çiçek tozu çim borusu uzunlukları azalmıştır (42.63 µm). En kısa çim boruları ise 35°C'de ölçülmüştür (24.58 µm). Dört farklı sıcaklıkta çiçek tozu çim borusu uzunlukları çeşitlere göre karşılaştırıldığında en uzun çiçek tozu çim borusu 112.90 µm ile Ferragnes çeşidinde

ölçülmüştür. Ferraduel çeşidinin çiçek tozu çim borusu 104.51 µm, Texas çeşidinin çim boruları 95.59 µm, Nonpariel çeşidinin çiçek tozu çim boruları 91.08 µm uzunluğundadır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Badem çeşitlerinde farklı sıcaklıkların çiçek tozu çimlenmesine etkisi (%)
Table 3. Effect of different temperatures on pollen germination in almond varieties

Çeşitler	18°C	25°C	30°C	35°C	Ortalama
Ferragnes	74.23	73.78	19.84	6.59	43.61b
Ferraduel	79.91	78.64	19.21	7.63	46.35a
Nonpariel	68.24	68.06	16.53	4.20	39.26c
Texas	66.53	65.93	16.32	2.24	37.76c
Ortalama	72.23a	71.60ab	17.98b	5.17c	

*Aynı sütunda ve satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (Duncan çoklu karşılaştırma testi, p<0.05).

Çizelge 4. Çeşitlerin 24 saat sonra farklı sıcaklıklardaki çim borusu uzunlukları (µm)
Table 4. Pollen tube lengths (µm) of varieties at different temperatures after 24 hours

Çeşitler	18°C	25°C	30°C	35°C	Ortalama
Ferragnes	171.20	177.34	78.45	24.61	112.90a
Ferraduel	164.11	167.35	59.21	27.36	104.51b
Nonpariel	162.23	165.74	16.53	19.81	91.08d
Texas	167.28	172.21	16.32	26.54	95.59c
Ortalama	166.21b	170.66a	42.63c	24.58d	

*Aynı sütunda ve satırda farklı harflerle gösterilen değerler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (Duncan çoklu karşılaştırma testi, p<0.05).

Tartışma ve Sonuç

Hava sıcaklığında meydana gelen değişiklikler fenolojik dönemlerde kaymalar meydana getirebileceği aşikârdır. Bu tarihlerde meydana gelen değişikliklerde tozlanma ve meyve tutumunu olumsuz etkilemekte, hatta türlerin ilkbahar geç donlarına yakalanma riskini arttırmaktadır (Benlloch-González vd.,2018) Bu nedenle yapılacak çalışmalarda fenolojik kayıtların alınması büyük önem taşımaktadır. 2019 ve 2020 yılındaki fenolojik gözlemlerde Ferragnes ve Ferraduel çeşitlerinin çiçeklenme dönemlerinin tam olarak çakışmakta olduğu görülmüştür. Benzer şekilde 6 farklı badem çeşidiyle yapılan bir çalışmada Ferragnes ve Ferraduel çeşitlerinin çiçeklenme dönemlerinin aynı zamana denk geldiği bildirilmiştir (El Yamani vd, 2019). Meyvecilikte büyük bir sorun olan ilkbahar geç donlarından korunmak için geççi çeşitlerle bahçe tesis edilmesi önem taşımaktadır. Ferragnes ve Ferraduel geç çiçeklenen çeşitler olması nedeniyle ilkbahar geç donlarına dayanıklı çeşitler olarak önerilebilir. Geç çiçeklenen bu çeşitler aynı zamanda en geç hasat edilen çeşitler olduğundan (Ekimin ilk haftası), ekonomik yetiştiricilikte kullanılabilir çeşitlerdir. Benzer şekilde diğer çeşitlerde de ilk çiçeklenme tarihi ile hasat tarihi doğru orantılıdır. İlk çiçeklenen

Nonpariel çeşidi ilk hasat edilen çeşit olurken, bunu Nonpariel ve Texas çeşitleri izlemiştir. Nonpariel çeşidi diğer çeşitlere özellikle ana çeşide göre çok erken çiçeklendiğinden tozlayıcı çeşit olarak önerilmemektedir. Ferraduel çeşidi ise ana çeşit Ferragnes çeşidiyle aynı dönemlerde çiçek açtığından tozlayıcı çeşit olarak kullanılabilir. Diğer türlerde olduğu gibi badem yetiştiriciliğinde de çiçeklenme zamanı , ekonomik meyve yetiştiriciliği için büyük bir risk oluşturan ilkbahar geç donları için önemli bir faktördür (Sánchez-Pérez vd., 2007). Bademlerde çiçeklenme süresinin kalıtım değerinin oldukça düşük bir değere sahip olduğu (0.20), çiçeklenme süresinin iklim koşullarıyla, özellikle de sıcaklıkla ilgili olduğu bildirilmiştir (Sánchez-Pérez vd., 2014).

Ekonomik meyve yetiştiriciliğinde yüksek oranda ve sağlıklı meyve tutumu araştırmacıların ve yetiştiricilerin ilk amacıdır. Tozlanma ve dölleme en önemli faktörlerden olan çiçek eşey hücrelerin sağlıklı gelişmesi tohum ve meyve oluşumunun ilk aşamasıdır. Bitkilerde erkek eşey hücresi olan çiçek tozu üretim miktarları, canlılık ve çimlenme oranlarının yüksek olması dölleme olayının başarılı olmasını etkiler. Çiçeklerde üretilen çiçek tozu miktarı, çiçek tozlarının canlılık oranı ve çimlenme yetenekleri, depolanabilirliği

kavramlarını içeren “çiçek tozu performansı” dölleme ve meyve tutma oranının yüksek olmasında, oluşacak meyvelerin kalite özelliklerinde büyük önem taşımaktadır (Güçlü vd., 2018). Diğer meyve türlerindeki gibi bademde de yüksek ve kaliteli ürünün ilk şartı tozlanma ve döllemenin sağlıklı bir şekilde meydana gelmesidir. Başarılı bir tozlanma ve dölleme ise kültürel işlemlerin eksiksiz yapılmasıyla birlikte verim ve kalite yönünden yüksek ana çeşitlerin kullanılması ile bunlara uygun tozlayıcı çeşitlerin seçilmesi ve çiçek tozu performansı yüksek çeşitlerin kullanılmasıyla mümkündür.

Ferragnes, Ferraduel, Nonpariel ve Texas badem çeşitleriyle yürütülen bu çalışmada çeşitlerin bir çiçekteki ortalama anter sayısı 29.5 (Nonpariel) ile 31.15 (Ferraduel) arasında, anterdeki çiçek tozu sayısı 330.82 ile 407.54 arasında, bir çiçekteki ortalama çiçek tozu sayısı ise 9653 ile 14723 adet arasındadır. Bademlerde yapılan bir çalışmada bizim sonuçlarımıza paralel olarak çiçekteki ortalama anter sayısı 28.68 ile 43.10 arasında bulunmuş, bir çiçekteki, toplam çiçek tozu sayısının en yüksek 154639 adet en düşüğe 55011 adet, bir anterdeki ortalama çiçek tozu sayısı 1468 ile 3644 arasındadır (Eti vd., 1995). Tosun vd. (2007) tarafından yapılan başka bir çalışmada, Isparta bir yöresinden selekte edilen badem genotiplerinin bir çiçekteki ortalama anter sayısı sonuçlarımıza benzer olarak 28.10 ile 31.15 adet arasında bulunmuştur. Sonuçlarımıza paralel olarak Asma (2008), 8 kayısı çeşidinde yaptığı çiçek tozu çimlendirme çalışmasında anter sayısı 28.5 ile 33.20 arasında, bir anterdeki polen sayısı 1.21 ile 3.31 arasında bir çiçekteki polen sayısı ise 34.980 ile 103.903 arasındadır. Kahramanmaraş'ta 21 badem çeşidinde yapılan başka bir çalışmada bir çiçekteki ortalama anter sayısı 33.50 ile 40.80 arasında, toplam çiçek tozu sayısının en yüksek 133.830 en düşüğe 91.400 adettir. Bir anterdeki ortalama çiçek tozu sayısı 2385 ile 3534 adet arasında bulunmuştur (Sütyemez, 2011). Üretilen çiçek tozlarının morfolojik yönden homojen olması çiçek tozu çimlenme oranını doğrudan etkileyen önemli kriterlerden birisidir (Kazaz vd., 2020). Çalışmamızda çiçek tozu morfolojik homojenlik oranı oranları %96.2 ile %97.6 arasında olup oldukça yüksek değerlerdedir. Benzer şekilde bademlerde yapılan çiçek tozu çalışmalarında morfolojik homojenlik düzeyleri oldukça yüksektir (Asma, 2008, Sütyemez, 2011). Canlı çiçek tozlarının çekirdeğinin boyanabilirliği esasına dayanan boyama tekniklerinden 2,3,5 Trifenil tetrazolium klorid (TTC) testiyle belirlenen çiçek tozu canlılık oranları da morfolojik homojenlik gibi oldukça yüksek olup canlılık oranları %89 ile %92 arasındadır. Canlı hücreleri boyama esasına dayanan canlılık testleri bir çok farklı meyve türünde yapılmış ve canlılıklar oldukça yüksek

bulunmuştur (Koyuncu, 2006; Asma, 2008; Çetinbaş vd., 2016; Binici ve Dalgıç, 2020; Güçlü vd., 2021). Jamshiditi vd., (2021) tarafından ümitvar badem genotiplerinde yapılan bir çalışmada çiçek tozu canlılık oranlarının % 80- 85 olduğu bildirilmiştir. Son yıllarda araştırmacılar çimlendirme denemelerinin boyama testlerinden daha güvenilir olduğunu düşünseler de pratik olması açısından canlılık testlerinin yapıldığını bildirmişlerdir (Impe vd., 2020). Son yirmi yılda küresel iklim değişikliği nedeniyle dünya çapında tarımsal üretimde meydana gelen dalgalanmalar belirgin bir hale gelmiştir (Cogato vd., 2019). 2024 yılında yapılan ılıman iklim meyve türleri ve sert kabuklu meyve türleri üzerine küresel ısınmanın etkileri üzerine yapılan sistematik bir çalışmaya göre son 20 yılda iklim değişikliğinin meyve ağaçlarına etkilerinin araştırıldığı çalışma sayısında 44 kat artış olduğu bildirilmiştir (Osorio-Marín vd., 2024). Küresel ısınma sonucu meydana gelen olumsuz iklim koşullarından genaratif organların vegetatif organlardan daha çok etkileneceği, bu nedenle meyve tutumunun da az olacağı bildirilmiştir (Hebbar vd., 2018). Çiçek tozu çimlenme oranları farklı inkübasyon derecelerinde karşılaştırıldığında en uygun çiçek tozu çimlenme oranı en yüksek 18°C'de elde edilmiştir. 25°C'de de çiçek tozu çimlenme oranı nispeten yüksektir. Ancak 30°C sıcaklıkta tüm çeşitlerde belirgin bir düşüş görülmüştür. 35°C'de ise 18°C'deki çimlenme oranından neredeyse 14 kat daha azalarak %5.17'ye düşmüştür. Ferraduel çeşidi hem çiçek tozu çimlenme oranı hem de çiçek tozu çim borusu uzunluğu bakımından tüm inkübasyon derecelerinde en yüksek değerleri almıştır. Çiçek tozu çim boruları ölçüldüğünde ise 25°C'de en uzun çim boruları ölçülmüştür. Sıcaklık arttıkça çim borusu uzunluğu azalmıştır 30°C'de olumsuz etkiler görülmeye başlanmış, 35°C'de en kısa çim boruları ölçülmüştür. Yüksek sıcaklığın bu olumsuz etkisi küresel ısınma nedeniyle çiçeklenme döneminde meydana gelebilecek sıcaklık artışlarının meyveciliği daha en erken aşamalarda nasıl etkileyebileceğini düşündürmektedir. Ayrıca bizim sonuçlarımızda olduğu gibi Sorkheh vd., 2018. çok düşük ve çok yüksek sıcaklıkların bademde çiçek tozu çimlenme oranı ve tüp büyümesini olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir. Isparta'da doğal olarak yetişen böğürtlen tiplerinde yapılan dölleme biyolojisi çalışmalarında 20°C çiçek tozu çimlenmesi ve çim borusu uzaması için optimum sıcaklık olarak belirlenmiştir (Güçlü vd., 2018). Navaho, Jumbo, Bursa I ve Bursa II böğürtlen çeşitleriyle yapılan bir çalışmada en iyi çiçek tozu çimlenmesi ve tüp büyümesinin 18°C'de gerçekleştiği, sıcaklık yükseldikçe hem çimlenme oranının düştüğü hem de daha kısa çim borularının meydana geldiği gözlenmiştir (Güçlü vd., 2021). Yaşadığımız yüzyılın sonuna doğru Türkiye'de yıllık sıcaklıkların

günümüze göre 3.1°C–5.2°C arasında yükseleceği öngörülmektedir (Uzunoğlu vd., 2015). Tarımsal faaliyetler özellikle de çok yıllık bir tarım kolu olan meyvecilik, küresel iklim değişikliklerinden oldukça fazla etkilenmektedir (Şahin vd., 2015).

Sonuç olarak çalışılan çeşitler çiçek tozu üretim miktarları, morfolojik homojenlik düzeyleri ve canlılık oranları bakımından etkili bir tozlanma ve döllenme için oldukça yeterlidir. Çiçek tozu çimlenmesinde 18°C olup, 25°C de kabul edilebilir sonuçların alınması bundan sonraki çalışmalarda iki sıcaklığın arasında, örneğin 21 °C 'de çimlendirme denemelerinin yapılabileceğini düşündürmektedir. En uzun çiçek tozu çim boruları ise 25°C'de ölçülmüştür. Sıcaklıklar artıp 30°C ve 35°C 'ye yükseldiğinde çiçek tozu performansı düşmüştür. Bu da artan sıcaklığın önemli bir sert kabuklu meyve türü olan bademin döllenme biyolojisini ve meyve tutumunu olumsuz yönde etkileyebileceğini düşündürmektedir.

Teşekkür

Bu makale Selim Demirdaş'ın Yüksek Lisans Tezinin bir bölümünden hazırlanmıştır.

Kaynaklar

Adiba A, Hejazi Z, Kouighat M, El Fallah K, Bouchyoua A, Hamdani A, Charafi J, 2024. Climate change resilience of pomegranate: a comprehensive analysis of geographical distribution and adaptation in Morocco. *Plant Physiology Reports*, 1-15.

Asma, BM, 2008. Determination of pollen viability, germination ratios and morphology of eight apricot genotypes. *African Journal of Biotechnology*, 7(23): 4269-4273.

Benlloch-González M, Sánchez-Lucas R, Benlloch M, Ricardo FE, 2018. An approach to global warming effects on flowering and fruit set of olive trees growing under field conditions. *Scientia Horticulturae*, 240: 405-410.

Binici S, Dalkılıç GG, 2020. Determination of pollen quality and quantity in some plum varieties grown in Aydın ecology. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2): 263-270.

Cogato A, Meggio F, De Antoni Migliorati M, Marinello F, 2019. Extreme weather events in agriculture: A systematic review. *Sustainability*, 11:2547.

Çetinbaş M, Butar S, Çukadar K, 2016. Seçilmiş bazı zerdali genotiplerinin polen performanslarının belirlenmesi. *Meyve Bilimi*, 3(2): 20-23.

Çetinbaş-Genç A, Cai G, Vardar F, Ünal M, 2019. Differential effects of low and high temperature

stress on pollen germination and tube length of hazelnut (*Corylus avellana* L.) genotypes. *Scientia Horticulturae*, 255: 61-69.doi: 10.3390/su11092547.

El Yamani M, Boussakouran A, Rharrabti Y, 2019. Codification and description of almond (*Prunus dulcis*) vegetative and reproductive phenology according to the extended BBCH scale. *Scientia Horticulturae*, 247: 224-234.

Eti S, 1990. Çiçek tozu miktarını belirlemede kullanılan pratik bir yöntem. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(4): 49-58.

Eti S, Paydaş S, Küden A, Kaşka N, Kurnaz Ş, Ilgın M, 1995. Adana Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Orta ve Geç Mevsimde Çiçeklenen Bazı Badem Çeşit ve Tiplerinde Meyve Tutumu ve Kalitesi. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10 (4): 93-106.

Güçlü SF, Sarıkaya AG, Koyuncu F, 2018. Pollen performances of naturally grown blackberries in Isparta-Turkey. *Scientific Papers*, 62:141-146.

Güçlü SF, Kaçal E, Koyuncu F, 2021. Bazı Böğürtlen Çeşitlerinin Çiçek Tozu Performanslarının Farklı İnkübasyon Sıcaklıkları ve Süreleri Boyunca Belirlenmesi. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 31:74-83.

Hebbar KB, Rose HM, Nair AR, Kannan S, Niral V, Arivalagan M, Prasad PV, 2018. Differences in *in vitro* pollen germination and pollen tube growth of coconut (*Cocos nucifera* L.) cultivars in response to high temperature stress. *Environmental and Experimental Botany*, 153: 35-44.

Hız A, 2019. Antalya Koşullarında Özel Ağaçlandırma Arazisinde Yetiştirilen Bazı Badem Çeşitlerinin Fenolojik, Biyolojik Ve Pomolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 89 sf Ankara.

Impe D, Reitz J, Köpnick, C, Rolletschek H, Börner A, Senula A, Nagel M, 2020. Assessment of pollen viability for wheat. *Frontiers in Plant Science*, 10: 1588.

Jamshidi AR, Imani A, Miri SM, 2021. Identification of the pollinizer for a new almond genotype 'Karaj 33'. *Journal of Horticulture and Postharvest Research*, 4(4): 521-528.

Kazaz S, Doğan E, Kılıç, Şahin TEG. Dursun EH, Tuna GS, 2020. Polen kaynağı olarak kokulu gül genotipleri ile yapılan tozlama tohum oluşumunu

etkiler mi? Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 57(3): 393-399.

Koyuncu F, 2006. Response of in vitro pollen germination and pollen tube growth of strawberry cultivars to temperature. European Journal of Horticultural Science, 71(3), 125-128.

Küden AB, Küden A, Bayazit ., Çömlekçiöğlü S, İmrak B, Rehber Dikkaya, Y 2014. Badem Yetiştiriciliği. TÜBİTAK-TARP Yayınları, Okman Printing Ltd. Ankara.

Mitra SK, 2020. Temperate Fruits: Nuts and Berries. DAYA Publishing House. ISBN:9390371228, Vol. II.

Osorio-Marín J, Fernandez E, Vieli L, Ribera A, Luedeling E, Cobo N, 2024. Climate change impacts on temperate fruit and nut production: a systematic review. Frontiers in Plant Science, 15: 1352169.

Özçağırın R, Ünal A, Özeker E, İsfendiyaroğlu M, 2014. Ilıman İklim Meyve Türleri (Sert Kabuklu Meyveler) Cilt 3. Yayın no: 566. 166 sf Ege Üniversitesi Yayınları.

Rai R, Joshi S, Roy S, Singh O, Samir M, Chandra A, 2015. Implications of changing climate on productivity of temperate fruit crops with special reference to apple. Journal of Horticulture, 2(2): 3-6. doi: 10.4172/2376-0354.1000135

Rodriguez, A, Perez-Lopez D, Centeno A, Ruiz-Ramos M, 2021. Viability of temperate fruit tree varieties in Spain under climate change according to chilling accumulation. Agricultural Systems, 186: 102961. doi: 10.1016/j.agsy.2020.102961.

Sánchez-Pérez R, Ortega E, Duval H, Martínez-Gómez P, Dicenta F, 2007. Inheritance and relationships of important agronomic traits in almond. Euphytica, 155: 381-391.

Sánchez-Pérez R, Del Cueto J, Dicenta F, Martínez-Gómez P, 2014. Recent advancements to study flowering time in almond and other Prunus species. Frontiers in Plant Science, 5(334): 1-7. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00334>.

Schindelin J, Arganda-Carreras I, Frise E, Kaynig V, Longair M, Pietzsch T, Cordano, A. 2012. Fiji: an open-source platform for biological-image analysis. Nature Methods, 9(7): 676-682. doi:10.1038/nmeth.2019.

Sorkkeh K, Azimkhani R, Mehri N, Chaleshtori M, Halasz Jrcisl, Ercişli S, Koubouri GC, 2018. Interactive effects of temperature and genotype on

almond (*Prunus dulcis* L.) pollen germination and tube length. Scientia Horticulturae, 227: 162-16.

Sütyemez M, 2011. Pollen quality and pollen production in some almond cultivars under Kaharamanmaraş (Turkey) ecological conditions. African Journal of Agricultural Research, 6(13): 3078-3083.

Şahin M, Topal E. Özsoy N, Altunoğlu E, 2015. İklim değişikliğinin meyvecilik ve arıcılık üzerine etkileri. Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi 6: 147-154.

Tosun SF, Yıldırım AN, Koyuncu F, 2007. Seçilmiş Bazı Badem Genotiplerinin Döllenme Biyolojileri Üzerine Araştırmalar. Türkiye V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Eylül 4-7.304-308

Tosun F, Koyuncu F, 2007. Investigations of suitable pollinator for 0900 Ziraat sweet cherry cv pollen performance tests germination tests germination procedures in vitro and in vivo pollinations. Horticultural Science, 34: 47-53

Uzunoğlu F, Bayazit S, Mavi K, 2015. Küresel iklim değişikliğinin süs bitkileri yetiştiriciliğine etkisi. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(2): 66-75.