



Araştırma Makalesi
Kavunda Farklı Çiçeklenme Yapısı ve Tozlama Saatinin Çiçek ve Tohum Kalitesi Üzerine Etkileri

Pınar Adıgüzel^{1*}, Şenay Karabıyık¹, İlknur Solmaz¹

ÖZ

Çalışmada, farklı bitki yapısındaki kavunlarda bulunan hermafrodit ve dişi çiçeklerde farklı saatlerde yapılan tozlamaların çiçek ve tohum kalitesine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada materyal olarak 2 monoik, 2 andromonoik bitki yapısına sahip kavun genotipleri kullanılmış, saat 07:00 ve 10:00'da karşılıklı tozlamalar gerçekleştirilmiştir. Çalışmada çiçek tozu kalite ve miktarı ile çiçek tozu çim borusu uzama hızı, ayrıca tohum sayısı ve kalitesi incelenmiştir. Sonuç olarak, çiçek tozu özelliklerinin bitki yapılarına göre değiştiği, özellikle andromonoik bitkilerde 10:00'da tozlamamanın etkili bir tozlanma sağladığı belirlenmiştir. Andromonoik×andromonoik melez kombinasyonunda 10:00'da yapılan tozlamalarda abortif tohum azalırken, normal gelişmiş tohum sayısının arttığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Cucumis melo* L., çiçek yapısı, çiçek tozu, ovül, tohum çimlenme oranı

Effects of Different Plant Structures and Pollination Periods on Flower and Seed Quality in Melon

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the effect of pollination periods on hermaphroditic and staminate flowers found in different plant-structured melons. Two monoic and two andromonoic melon genotypes were cross-pollinated at 07:00 and 10:00. Investigated quality and quantity of pollen with pollen tube growth and, the quality of seeds. As a result, it has been determined that pollen characteristics varied according to plant structures, the pollination at 10:00 found effective, in andromonoic plants. It was determined that in andromonoic×andromonoic combination, the abortive seeds decreased in pollination at 10:00, while the number of normally developed seeds increased.

Key words: *Cucumis melo* L., flower structure, pollen, ovule, seed germination rate

ORCID ID

0000-0001-7971-2518 , 0000-0001-8579-6228, 0000-0003-2996-0286

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 17.11.2023

Kabul Tarihi: 08.12.2023

¹ Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana-Türkiye

*E-posta: pinaradiguzel63@gmail.com

Kavunda Farklı Çiçeklenme Yapısı ve Tozlama Saatinin Çiçek ve Tohum Kalitesi Üzerine Etkileri

Giriş

Kavun, kabakgiller (*Cucurbitaceae*) familyasında yer alan, ticari anlamda önemli potansiyele sahip, tek yıllık bir sebzedir (Pitrat, 2016; Wan ve ark., 2021). Orijini hakkında net bir bilgi olmasa da dünyaya Afrika'dan yayıldığı belirtilmekle birlikte tropik ve subtropik bölgelerde yetiştiriciliği yapılmaktadır (Abraham-Juarez ve ark., 2018; Kesh ve Kaushik, 2021). FAO verilerine göre dünyada 1 milyon hektar alanda, 28.6 milyon ton kavun üretimi yapılmaktadır. Bu üretimde ilk sırayı 14 milyon ton ile Çin alırken, 2. sırada 1.6 milyon ton ile Türkiye, 3. sırada ise 1.5 milyon tonluk üretimi ile Hindistan yer almaktadır (FAO, 2021). Kabakgillerde farklı çiçek yapıları görülebilmektedir. Bu kapsamda kavunda sadece erkek ve dişi çiçekleri üzerinde taşıyan "monoik" ve hem erkek hem de hermafrodit çiçekleri taşıyan "andromonoik" bitkiler bulunmaktadır (McGregor, 1976). Kavunda çiçek cinsiyetlerinin farklı olması, ıslah programları ve yetiştiricilikte (Daryano ve ark., 2018) önem taşımaktadır. Çiçek cinsiyeti; sıcaklık, mineral madde, fotoperiyot ve fitohormon gibi pek çok faktörden etkilenebilmektedir (Whitaker, 1931; Brantley ve Warren, 1960; Papadopoulou ve ark., 2005). Kavunda çoğunlukla andromonoik bitki yapısı daha yaygınken, monoik bitkilere de rastlanabilmektedir (Tanaka ve ark., 2007; Soltani, 2021). Kavun bitki yapısı sayesinde hem kendine hem de yabancı tozlanma özelliğine sahip bir bitkidir. Andromonoik bitki yapısına sahip kavunlar hermafrodit çiçeklerinde erkek organlar da bulundurduğundan kendine tozlanabilirken, monoik bitki yapısına sahip kavunlar için mutlaka başka bir çiçekten taşınan çiçek tozuna ihtiyaç duyulmaktadır. Bu durumda, monoik bitki yapısı ıslah programlarında kolaylık sağlarken, yetiştiricilikte çiçek tozuna mutlak ihtiyacı olduğu için dezavantaj sağlayabileceği düşünülmektedir. Ancak bazı genotiplerde andromonoik bitkilerdeki hermafrodit çiçeklerin çiçek tozlarının çimlenme potansiyeline sahip olmadıkları da bildirilmektedir (Kouonon ve ark., 2009). Andromonoik bitki yapısına sahip olan kavunlarda ıslah sırasında, çiçek açmadan

bir gün önce kendine tozlanmayı engellemek amacıyla hermafrodit çiçeklerde bulunan erkek organların uzaklaştırılması ve çiçeklerin başka çiçek tozu ile tozlanmasını engellemek için izole edilmesi gerekmektedir. Bu işlem hem zaman hem de iş gücü açısından dezavantaj oluşturabilmektedir (Solmaz ve ark., 2018). Bu sebeple ıslah çalışmalarında daha çok monoik bitki yapısına sahip kavunlara yer verilmektedir (Grumet ve Katzir, 2007; Grumet ve ark., 2017). Ancak, andromonoik bitki yapısı monoik yapıya göre genetik olarak daha baskın olduğundan, bu durumda az sayıdaki monoik bitki yapısına sahip bitki ile çalışılmakta ve bazı kaliteli andromonoik hatların ebeveyn olarak kullanılması kısıtlanabilmektedir.

Son yıllarda iklim değişikliği nedeniyle birçok türün çiçeklerinde reseptif olma ve çiçek tozu yayma zamanlarında değişiklikler olduğu bildirilmektedir (Mann ve Robinson, 1950; Revanasidda ve Belavadi, 2019). Bu durum kavun bitkilerinde de gözlenmiş ve çiçeklerde tohum taslağı gelişimlerinde de farklı durumlar gerçekleştiği tespit edilmiştir (Adıgüzel, 2023). Sonuçta hem tozlama saatlerinin hem de bitki ve çiçek yapısından kaynaklı olarak tozlanma başarısının değişebileceği düşünülmektedir. Buradan yola çıkılarak planlanan bu çalışmada, farklı bitki yapıları kullanılarak farklı saatlerde yapılan tozlama işleminin kavunun çiçek tozu kalitesi, miktarı, çiçek tozu çim borusu gelişimi, tohum taslağı kalitesi ile tohum oluşumu ve tohum kalitesine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Bu çalışma 2023 ilkbahar-yaz yetiştirme sezonunda Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait cam sera ile Tohum Teknolojileri ve Histoloji Laboratuvarları'nda yürütülmüştür.

Materyal

Araştırmada bitkisel materyal olarak 2 monoik (DA5, SR66) ve 2 andromonoik (SR31, 57-49) bitki yapısına sahip kavun genotipleri kullanılmıştır. Kavun fideleri 13 Nisan 2023 tarihinde ısıtmasız cam seraya 1.0 m -0.5 m × 0.5 m aralık mesafelerle çift sıralı ve her genotipten her kombinasyonda her genotipten 8'er bitki 3 tekerrürlü olacak şekilde dikilmiştir. (her

Kavunda Farklı Çiçeklenme Yapısı ve Tozlama Saatinin Çiçek ve Tohum Kalitesi Üzerine Etkileri

genotipten 8 bitki x 3 tekrerrür x 2 saat uygulaması x 8 kombinasyon). Sulamalar damla sulama sistemi ile yapılmış, bitkiler serada askıda tek gövdeli olarak yetiştirilmiştir. Bitki yetiştirme süresince, gübreleme olarak 25:8:30 kg/da N:P₂O₅:K₂O uygulanmıştır (Zuang, 1982). Çalışmada oluşturulan melezleme kombinasyonları, tozlama saatleri ve kombinasyonların bitki yapısı Çizelge 1’de sunulmuştur.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan melezleme kombinasyonları, tozlama saatleri ve oluşturulan kombinasyonlardaki bitki yapıları

Kombinasyon	Tozlama Saati	Kombinasyon bitki yapısı
DA5 x SR66	07:00	Monoik - Monoik
DA5 x SR66	10:00	Monoik - Monoik
DA5 x SR31	07:00	Monoik - Andromonoik
DA5 x SR31	10:00	Monoik - Andromonoik
SR31 x 57-49	07:00	Andromonoik- Andromonoik
SR31 x 57-49	10:00	Andromonoik- Andromonoik
SR31 x SR66	07:00	Andromonoik- Monoik
SR31 x SR66	10:00	Andromonoik- Monoik

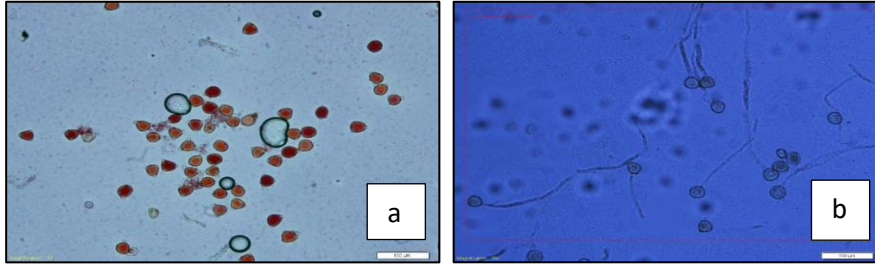
Tozlamalar yapılırken andromonoik bitkiler üzerinde bulunan hermafrodit çiçeklerde antezisten bir gün önce emaskülasyon işlemi yapılmış ve çiçekler selofan keseler ile izole edilmiş, monoik bitkilerdeki dişi çiçekler ise bir pens yardımı ile kapatılmıştır. Tozlama çalışmalarında kullanılan hermafrodit ve dişi çiçeklere ait görüntüler Şekil 1’de görülmektedir. Tozlamada kullanılacak balon aşamasındaki erkek çiçekler (bir gün sonra açacak olan erkek çiçekler) de bir pens yardımıyla kapatılmıştır. Ertesi sabah kapatılan çiçeklerin bir bölümü 07:00’da bir bölümü ise 10:00’da Çizelge 1’deki tozlama kombinasyonlarına göre tozlanmıştır. Tozlama sonrasında çiçekler aynı şekilde tekrar izole edilmiştir. Yapılan tozlama işlemleri sonucunda hem çiçek tozu çim borusu gelişiminin incelenmesi hem de tohum analizleri için materyal sağlanmıştır.



Şekil 1. Kavunda farklı çiçek yapıları. a: dişi çiçek yapısı; b: hermafrodit çiçek yapısı (P. Adıgüzel, orijinal)

Çiçek tozu canlılık ve çimlenme testlerine materyal sağlamak amacıyla andromonoik ve monoik genotiplerde bulunan erkek çiçekler 07:00 ve 10:00’da ayrı ayrı olacak şekilde toplanarak hızlıca laboratuvara getirilmiş ve söz konusu çiçeklerde çiçek tozu canlılık ve çimlendirme testleri yapılmıştır. Bu kapsamda, çiçek tozu canlılık testleri % 1’lik 2,3,5 Triphenyl Tetrazolium Chlorid (TTC) çözeltisi ile belirlenmiştir (Norton, 1966). Çiçek tozu canlılığının belirlenmesi için her genotip ve tozlama saati için 3’er lamel hazırlanmış her lamelde en az 100’er çiçek tozu sayılarak çiçek tozu canlılık düzeyi belirlenmiştir. Mikroskop incelemesi sırasında koyu kırmızı boyanan çiçek tozları mutlak canlı, açık kırmızı ve pembe olanlar yarı canlı ve hiç boyanmayanlar ise cansız olarak değerlendirilmiştir (Şekil 2a). Yarı canlı olarak tabir edilen çiçek tozlarının teorik olarak yarısının canlı olduğu kabul edilerek bu değer mutlak canlı çiçek tozuna eklenmesi ile çiçek tozu canlılık düzeyi hesaplanmıştır (Karabıyık, 2022). Çiçek tozu çimlenme düzeyi testleri ‘petride agar’ yöntemi ile 25 °C’de 50 ppm Borik asite eklenmiş % 1 agar + % 15 sakaroz ortamında yapılmıştır (Adıgüzel ve ark., 2023a). Çiçek tozu çimlenme düzeyinin belirlenmesi amacıyla her genotip ve her tozlama saati için ayrı ayrı olacak şekilde 3’er petri hazırlanmış olup, her petride en az 100’er çiçek tozu sayımı yapılmıştır. Mikroskop incelemesi sırasında kendi çapından daha uzun çiçek tozu çim borusuna sahip olan çiçek tozları çimlenmiş olarak kabul edilmiş ve çimlenmiş çiçek tozu sayısının toplam çiçek tozu sayısına oranlanması ile çiçek tozu çimlenme düzeyi hesaplanmıştır (Şekil 2b).

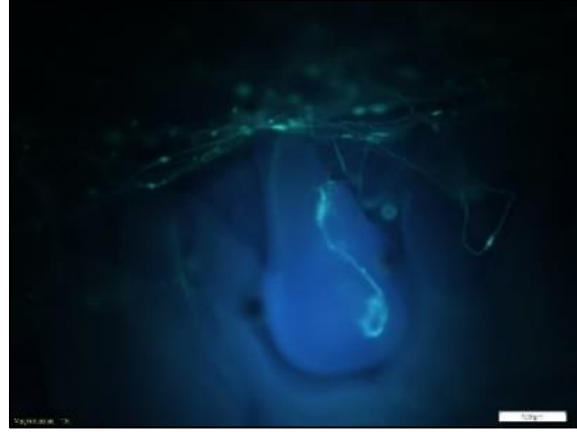
Kavunda Farklı Çiçeklenme Yapısı ve Tozlaşma Saatinin Çiçek ve Tohum Kalitesi Üzerine Etkileri



Şekil 2. Çiçek tozu testleri. a: Çiçek tozu canlılık testi sonucunda farklı renkte boyanan çiçek tozları. b: Çiçek tozu çimlenme testi sonucunda çimlenen çiçek tozları

Çiçek tozu üretim miktarının belirlenmesi amacıyla her genotipin henüz açmamış ancak bir gün içerisinde açacak olan erkek çiçeklerinden 15'er adet alınmış, 5'erli üç grup yapılmış ve filamentlerinden ayrılarak her grup ayrı ayrı olacak şekilde küçük kutularda bekletilmiştir. Bu şekilde yaklaşık iki hafta kurutulan anterlerde Eti (1990)'ye göre "hemasitometrik yöntem" kullanılarak çiçek tozu sayımları gerçekleştirilmiştir. Çiçek tozu sayımları ile bir çiçekteki çiçek tozu miktarı belirlenmiş olup, sayım sırasında ayrıca normal dışı gelişme gösteren çiçek tozları da belirlenerek normal gelişmiş çiçek tozu miktarı hesaplama yöntemi ile belirlenmiştir (Anvari, 1977).

Tozlaşması gerçekleştirilmiş olan çiçeklerde tozlamadan bir gün ve iki gün sonra gelişmeye başlamış olan dişi organlardan 3'er adet toplanarak FPA-70 tespit sıvısına alınmıştır. Alınan örnekler Karabıyık, (2022)'a göre "ezme preparat" yöntemi ile incelenmiştir. Bu kapsamda, örnekler 8N NaOH ile yumuşatıldıktan sonra KPO₄ ile mordanlanmış anilin mavisi ile boyanmıştır. Boyanması tamamlanan örneklerde Olympus BX 51 floresan mikroskop altında çiçek tozu çim borularının stigmada çimlenmesi, stil içerisinde ilerlemesi ve tohum taslaklarına ulaşma durumları belirlenmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Çiçek tozu çim borularının tohum taslaklarına ulaşması

Mezleme ile elde edilen her bir olgun meyveden tohumlar alınmış ve 3 gün fermantasyona bırakılmıştır. Fermantasyon işlemi sonrasında tohumlar yıkanarak kurumaya bırakılmıştır. Toplam, normal gelişmiş ve abortif tohum sayımları yapılarak oranları tespit edilmiştir. Her kombinasyondan mezleme ile elde edilen tüm meyvelerden 100'er adet tohum sayılıp ağırlığı alınmış ve 10 ile çarpılarak 1000 dane ağırlığı bulunmuştur.

Tohum çimlenme testleri ISTA kurallarına göre (ISTA, 2018), her tekrerde 100 tohum olacak şekilde 4 tekrürlü olarak, 25 °C'de 7 gün boyunca etüvde (Memmert) yapılmıştır. Çimlenen tohumların her gün sayımı yapılarak çimlenme oranı, süresi ve indeksi hesaplanmıştır (Ellis ve Robert, 1980; Demir ve ark., 2008).

İstatiksel analiz: Deneme tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre kurulmuştur. Elde edilen veriler JMP istatistiksel paket programı ile (v8.00, SAS Institute Inc., NC 27513-2414, USA) varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD çoklu karşılaştırma testi ($\alpha=0.05$) ile karşılaştırılmıştır.

Kavunda Farklı Çiçeklenme Yapısı ve Tozlama Saatinin Çiçek ve Tohum Kalitesi Üzerine Etkileri

Yüzde değerlerde açı transformasyonu uygulanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Yapılan çalışma sonucunda farklı çiçeklenme yapısına sahip genotiplerde farklı saatlerde salınan çiçek tozlarından elde edilen çiçek tozu canlılık ve çimlenme düzeyleri Çizelge 2’de verilmiştir. Çizelge 2 çiçek tozu canlılık düzeyleri açısından değerlendirildiğinde söz konusu değerlerin genotip, çiçek tozu salınım saati ve genotip × saat interaksyonundan istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilendiği belirlenmiştir. Bu kapsamda, çiçek tozu canlılık düzeylerinin tüm genotiplerde oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Elde edilen değerlerde bitki yapıları açısından incelendiğinde ise monoik bitki yapısına sahip genotiplerin andromonoiklere göre daha yüksek çiçek tozu canlılık düzeyine sahip olduğu görülmektedir. Genel olarak çiçek tozu salınım saatlerinde çiçek tozu canlılıklarının 07:00’da (%91.71) saat 10:00’a göre (%89.10) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Genotip x saat interaksyonu bakımından ise monoik bitki yapısına sahip DA5 ve SR66 genotiplerinin erkek çiçeklerinden saat 07:00’de salınan çiçek tozları %100 oranında

canlılık düzeyi göstermiş, en düşük değerler ise andromonoik SR31 ve 57-49 genotiplerinin saat 07:00 da salınan çiçeklerinden (sırasıyla % 84.29 ve % 52.53) elde edilmiştir.

Çiçek tozu çimlenme düzeyleri incelendiğinde, düzeylerin çiçek tozu canlılık düzeylerine göre daha düşük olduğu bulunmuş, genotipler arasındaki çimlenme düzeyleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli iken, saat ve genotip x saat interaksyonunun önemsiz olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Genotipler bakımından çiçek tozu çimlenme düzeylerinin bitki yapısına göre çiçek tozu canlılık düzeylerinde olduğu gibi monoik bitki yapısına sahip DA5 ve SR66 genotiplerinden alınan çiçeklerde daha yüksek olduğu (sırasıyla % 69.67 ve % 63.33) belirlenmiştir. Çimlenme düzeyleri bakımından çiçek tozu salınım saatleri ortalamasının birbirine yakın değerler gösterdiği, genotip x saat interaksyonunun ise % 42.67 (57-49-07:00) ile % 71.33 (DA5-10:00) arasında değiştiği belirlenmiştir. Çizelge 2 genel olarak incelendiğinde, çiçek tozu çalışmaları kapsamında çiçek tozu kalite ve miktarının, genotipler bazında farklılık gösterdiği, ancak çiçek tozu yapısı bakımından bir genelleme yapılamadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 2. Denemede kullanılan genotiplerde farklı saatlerde salınan çiçek tozlarında çiçek tozu canlılık ve çimlenme düzeyleri

Genotip	Çiçek tozu canlılık (%) ³			Çiçek tozu çimlenme (%) ³		
	Çiçek Tozu Alım Saati		Genotip ort.	Çiçek Tozu Alım Saati		Genotip ort.
	7:00	10:00		7:00	10:00	
DA5	100.0 a ²	87.70 b	93.85 A ¹	68.00	71.33	69.67 A ¹
SR66	100.0 a	92.97 b	96.48 A	64.67	62.00	63.33 A
SR31	84.29 b	89.85 b	87.07 B	51.33	56.67	54.00 B
57-49	52.53 b	85.90 b	84.22 B	42.67	48.00	45.33 C
Saat Ort	91.71 A	89.10 B		56.67	59.50	
LSD _{genotip}	6.517***			4.388***		
LSD _{saat}	4.608**			Ö.D.		
LSD _{genotip x saat}	9.217**			Ö.D.		

¹Aynı sütunda ayrı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur

²Aynı sütunda ayrı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur

³Yüzde değerlere açı transformasyonu uygulanmıştır

ÖD: Önemli Değil; *, ***, P ≤ 0.001; **, P ≤ 0.01; *, P ≤ 0.05’i ifade etmektedir

Çiçek tozu, baba ebeveyne ait genetik materyalin embriyo kesesinde bulunan yumurta hücrelerine iletilmesini sağlamaktadır. Bu nedenle ıslah programına başlamadan önce çiçek tozu canlılığı ve çimlenmesi ile çiçek tozu üretim miktarının belirlenmesi ıslah programlarında seçilecek baba ebeveyn

hakkında öngörü sağlamamıza, tozlama sayısının belirlenmesine ve böylece sonuca daha kolay ulaşmamıza yarayan önemli yöntemlerdendir (Biswas ve Mondal, 2014). Yapılan bu çalışmada çiçek tozu canlılık ve çimlenme düzeylerinin monoik bitki yapısına sahip bitkilerden elde edilen çiçeklerde daha yüksek olduğu belirlenmiş olup

Kavunda Farklı Çiçeklenme Yapısı ve Tozlama Saatinin Çiçek ve Tohum Kalitesi Üzerine Etkileri

özellikle 07:00'da salınan çiçek tozlarının çok az da olsa daha yüksek kaliteye sahip oldukları tespit edilmiştir. Revanasidda ve Belavadi (2019) kantaloop kavunlarında yaptıkları bir çalışmada çiçek tozu salınımının 06:00 ile 18:00 arasında gerçekleştiğini ve gün içerisinde en yüksek çiçek tozu canlılığının 16:00 civarında olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan literatür incelemesi sonucunda kabakgillerde çiçek tozu canlılık düzeylerinin farklı tür, genotip ve ekolojiye göre değişkenlik gösterebileceği kanısına varılmıştır (Gok ve ark., 2005; Zaman, 2006). Bu kapsamda çiçek tozu canlılık düzeyi kavunlarda % 68.31 ile % 98.40 arasında değişebildiği (Phuong, 2021; Adıgüzel, 2023) çiçek tozu çimlenme düzeylerinde ise değerlerin % 96.35 ile % 100.00 arasında bulunabildiği bildirilmiştir (Solmaz ve ark., 2018). Çiçek tozu kalite ve miktarının genel olarak beslenme ve bakım koşulları (Pressman ve ark., 2002; Gusmao ve ark., 2012; Harsant ve ark., 2013) ile anaç-kalem ilişkilerinden (Kombo ve Sarı, 2019; Dayan ve Çürük, 2022) etkilendiği bildirilmiştir. Bununla birlikte son yıllarda gerçekleşmekte olan iklim değişikliği de bitkilerin çiçeklenme özellikleri, çiçek kalitesi ve çiçek tozu özelliklerini önemli düzeyde etkilemektedir (Sakata ve ark., 2000; Meehl ve Tebaldi, 2004; Hedhyl ve ark., 2005). Çiçeklenme her ne kadar genetik özelliğe bağlı olsa da; bitkinin yaşı, ışık, sıcaklık vb. gibi faktörlerden etkilenmektedir (Wein, 1997; Ranasinghe ve ark., 2010; Das ve ark. 2014; Yang ve ark., 2019; Liang ve ark., 2022). Ayrıca, küresel ısınma nedeniyle de sıcaklıkların yükselmesi ve düşmesi çiçek tozu çimlenmesi ve buna bağlı olarak çiçeklenme, meyve ve tohum tutumunu doğrudan etkilemektedir.

Denemede kullanılan genotiplere ait balon aşamasındaki çiçeklerin çiçek tozu üretim miktarları ve normal gelişmiş çiçek tozu oranları Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelge 3 incelendiğinde çiçek tozu üretim miktarı açısından genotiplerin bitki yapıları ile ilgili bir genelleme yapılamamakta olup, çeşitler arasında farklılıklar olduğu, en yüksek değer SR31 genotipinden (198 210.6 adet), en az ise 57-49 genotipinden (93 538.4) elde edilmiştir.

Normal gelişmiş çiçek tozu oranlarında ise genotipler arasında çok önemli farklılıklar olmamakla birlikte düzeylerin % 91.78 (DA5) ile % 96.59 (SR66) arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Birçok bitkide olduğu gibi kabakgillerde de çiçeklerdeki çiçek tozu sayıları değişkenlik göstermektedir (Wijesinghe ve ark., 2020). Tozlanmadan sonra yeterli düzeyde çiçek tozunun varlığı, çiçek tozunun stigma üzerindeki homojen dağılımı, çiçek tozu çim borusunun gelişmesi ve bakım koşulları meyve tutumunu etkilemekte, normal bir meyve tutumu için genellikle 500 ile 1000 adet arasında canlı çiçek tozuna ihtiyaç duyulmaktadır (Free, 1993; Adlerz, 1996; Chapman ve Goring, 2010). Bu nedenle kabakgillerde bir çiçekteki çiçek tozu miktarı çiçeklerin tozlanabilme düzeyini etkileyebileceğinden önemli bir parametre olarak karşımıza çıkmaktadır. Kavunlarda daha önce yapılan çalışmalarda bir çiçekteki çiçek tozu üretim miktarının 100 000-200 000 civarında olduğu belirlenmiştir (Adıgüzel, 2023).

Çizelge 3. Çiçek tozu çalışmaları kapsamında çiçek tozu kalite ve miktarlarından elde edilen veriler

Genotip	Bir çiçekteki çiçek tozu sayısı (Adet)	Normal gelişmiş çiçek tozu oranı (%) ²
DA5 (Monoik)	140 328.5 b ¹	91.78
SR66 (Monoik)	182 633.4 ab	96.59
SR31 (Andromonoik)	198 210.6 a	95.08
57-49 (Andromonoik)	93 538.4 c	92.60
LSD	46 118.95 **	Ö.D.

¹Aynı sütunda ayrı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur

²Yüzde değerlere açı transformasyonu uygulanmıştır

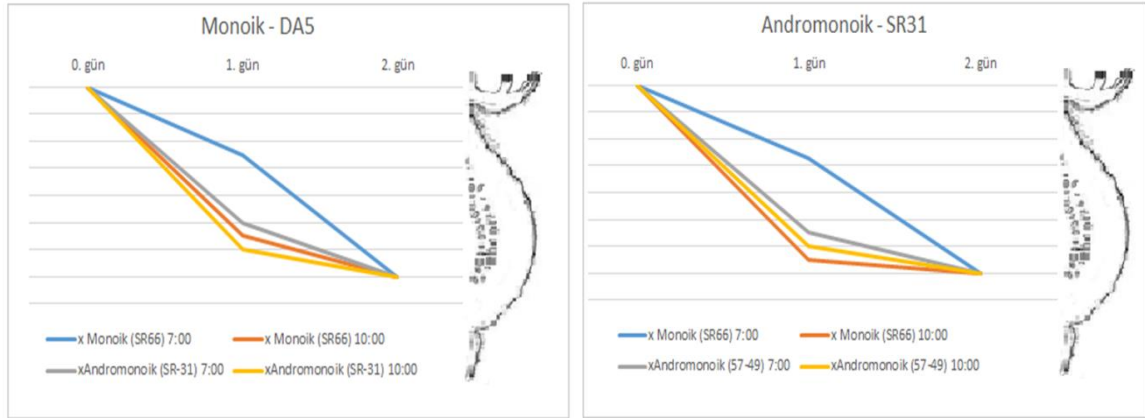
ÖD: Önemli Değil; *: ***: $P \leq 0.001$; **: $P \leq 0.01$; *: $P \leq 0.05$ 'i ifade etmektedir

Çiçek tozu çim borusu gelişimi denemede oluşturulan her kombinasyon için tozlamadan sonraki 1. ve 2. günlerde incelenmiştir. İnceleme sonucunda çiçek tozu çim borusu gelişiminin kullanılan ana ebeveyne bağlı olmadığı tespit edilmiştir (Şekil 4). Bu bakımdan, andromonoik bitki yapısına sahip genotiplerin erkek çiçekleriyle 07:00 ve 10:00'da yapılan tozlamalarda ve her iki ana ebeveynde de çiçek tozu çim borularının yumurtalıkların sonuna kadar ulaşabildiği gözlenmiştir. Ancak, özellikle monoik SR66 genotipi ile 07:00'da yapılan tozlamalarda çiçek

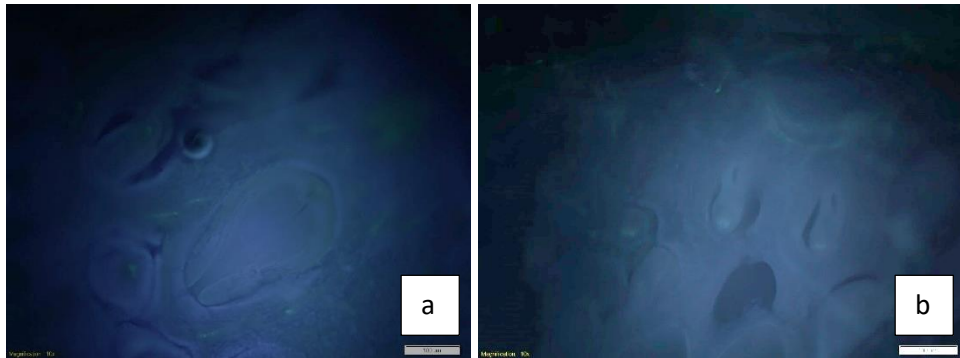
Kavunda Farklı Çiçeklenme Yapısı ve Tozlama Saatinin Çiçek ve Tohum Kalitesi Üzerine Etkileri

tozu çim borularının 1. günün sonunda ancak yumurtalığın yarısına kadar ulaşabildiği, monoik SR66'nın erkek çiçekleri ile 10:00'da yapılan tozlamalarda ise çiçek tozu çim borularının yumurtalığın sonuna kadar gidebildiği belirlenmiştir. İnceleme esnasında yapılan gözlemlerde andromonoik bitkilerden

elde edilen hermafrodit çiçeklerde tohum taslakları genelde homojen yapıda iken monoik bitki yapısına sahip DA5'in bazı dişi çiçeklerinde sapa doğru tohum taslaklarında küçülmeler veya büyüklüklerinde heterojen bir yapı olduğu dikkati çekmiştir (Şekil 5a-b).



Şekil 4. Melezleme kombinasyonları sonucunda 1. ve 2. günde alınan dişi çiçeklere ait çiçek tozu çim borusu gelişim hızı



Şekil 5. Tohum taslaklarının görünümü. a: Normal gelişmiş tohum taslağı, b: Yumurtalıkta sapa yakın bölgelerde ve endokarpa doğru küçülen tohum taslakları

Daha önce yapılan çalışmalarda kabakgil çiçeklerinin sabah 05:20 ile 09:00 saatleri arasında açılmaya başladığı, öğlen 12:00 ve 14:30'a kadar açık kaldığı belirtilmiş olup, ayrıca erkek çiçeklerin, dişi çiçeklerden daha önce açma eğiliminde olduğu ve her iki cinsiyet için çiçeklerin sadece bir gün açık kalabildiği bildirilmiştir (Stanghellini ve ark., 2002; Bomfim ve ark., 2015). Bununla birlikte kantalop kavunlarında çiçeklerin 06:00'dan 18:00'e kadar açık kaldığı da Revanasidda ve Belavadi (2019) tarafından belirtilmiştir. Kabakgillerde tohum oluşumu tozlanma ve

döllenmeye bağlı olarak gerçekleşebilmektedir. Bu nedenle doğru saatte etkin bir tozlanmanın sağlanması sağlıklı tohum oluşumu için önkoşuldur. Kavunlarda dişi organ biyolojisi incelendiğinde stigmanın ekolojik koşullardan etkilendiği ve genellikle dişi organın sabah saatlerindeki birkaç saatte reseptif olduğu, hatta sıcak koşullarda bu sürenin birkaç dakika ile sınırlı olduğu (Mann ve Robinson, 1950) bildirilmiştir. Buna karşın, Revanasidda ve Belavadi (2019), 14:00-18:00 civarında tozlama yapılması durumunda en yüksek düzeyde meyve tutumu sağlanabildiğini ortaya koymuştur. Bu

Kavunda Farklı Çiçeklenme Yapısı ve Tozlama Saatinin Çiçek ve Tohum Kalitesi Üzerine Etkileri

durum kavun genotipleri arasında etkili tozlanma periyodunda farklılıklar bulunabileceğini göstermektedir. Yumurtalıklar içerisinde ise tohum taslaklarının 3 karpel boyunca sıralı bulunduğu ve bazı durumlarda bu tohum taslaklarının gelişiminde heterojenitenin gerçekleşebileceği de bildirilmiştir (McGregor, 1976).

Kabakgillerde genel olarak dişi organ reseptifliği çiçek açmadan önce başlamakta olsa da (Revanasidda ve Belavadi, 2019) böceklerle tozlanan kabakgillerde çiçekler açtıktan sonra çiçek tozlarının etkin bir şekilde elle veya bir vektör yardımıyla stigma üzerine taşınması gerekmektedir. Bu çalışmada yapılan elle tozlama çalışmaları sonrasında yapılan histolojik incelemeler sonucunda andromonoik bitkilere ait çiçeklerden alınan erkek çiçeklerle yapılan tozlamalarda saate bağlı kalmaksızın çiçek tozu çim borularının hızlı bir şekilde tohum taslaklarına ulaştığı belirlenmiştir. Ancak, ana ebeveynlerde monoik bitki yapısına sahip bitkilerden alınan dişi çiçeklerde tohum taslaklarının özellikle çiçek sapına doğru yeterince gelişmemiş olduğu da belirlenmiştir. Tohum taslaklarındaki bu heterojenite daha önce Adıgüzel (2023) tarafından da bildirilmiştir. Daha önce tarafımızdan yapılan bir diğer çalışmada da karpuzda çiçek tozu çim borularının tohum taslaklarına ilk 2 günde ulaşabildiği, tohum taslaklarında heterojenite görüldüğü ve bor gübrelemesi ile tohum taslaklarındaki heterojenitenin azaltılabildiği belirlenmiştir (Adıgüzel ve ark., 2023a).

Yapılan melezleme kombinasyonları sonucunda oluşan meyvelerden elde edilen tohumların sayısı Çizelge 4'te verilmiştir. Çizelge incelendiğinde toplam tohum sayısının kombinasyonlardan etkilenmediği, ancak özellikle tozlama saati ve kombinasyon × tozlama saati interaksyonundan tohum sayısını önemli düzeyde etkilediği tespit edilmiştir. Toplam tohum sayısı bakımından özellikle 10:00'da (527.58 adet) yapılan tozlamalarda 07:00'a (419.00 adet) göre yapılan tozlamalara

göre daha fazla tohum elde edilmiş olup en yüksek değer SR31 × SR66 saat 10:00 (Andromonoik × Monoik) kombinasyonunda (773.00 adet) tespit edilmiştir.

İslah çalışmalarında her ne kadar tohum sayısı önemli olsa da normal gelişmiş tohum oranının da fazla olması kombinasyonun ve yapılan tozlama işleminin doğruluğu hakkında bilgi vermektedir. Çalışmada kullanılan kombinasyonlardan elde edilen normal ve abortif tohum oranları Çizelge 4'te verilmiştir. Söz konusu veriler incelendiğinde tohum oranlarının hem kombinasyon, hem tozlama saati hem de kombinasyon × tozlama saatinden etkilendiği belirlenmiştir. Bu kapsamda özellikle monoik bitkilerin ana olarak kullanılmasının normal gelişmiş tohum oranını düşürdüğü ve abortif tohum oranını artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca 07:00'da yapılan melezleme ile abortif tohum oranının arttığı da tespit edilmiştir. Bu durum 07:00'da çiçek tozu salınımının henüz yeterli olmayabileceğini düşündürmektedir. Toplam tohum sayısı ile normal ve abortif tohum oluşum oranları birlikte değerlendirildiğinde ise özellikle Monoik × Monoik tozlamaların abortif tohum oranlarını yüksek oranda artırdığı belirlenmiştir. Çizelge 4'te de görüldüğü üzere Monoik × Monoik (DA5 × SR66) kombinasyondan % 48.93 ile en düşük normal gelişmiş tohum oranı ve % 51.07 ile en yüksek abortif tohum oranı tespit edilirken, Andromonoik × Andromonoik (SR31 × 57-49) kombinasyondan % 94.99 ile en yüksek normal gelişmiş tohum oranı ve % 5.00 oranında en düşük abortif tohum oranı belirlenmiştir. Çalışma kapsamında incelenen tohum taslaklarında görünen heterojenitenin de abortif tohum oluşumunun görüldüğü monoik çeşitlerde oluştuğu ayrıca söz konusu genotiplerde çiçek tozu kalitesinin de oldukça iyi olduğu göz önünde bulundurulduğunda, abortif tohum oluşumunun esas nedeninin tohum taslaklarının yetersiz gelişimi olduğunu düşünülmektedir.

Kavunda Farklı Çiçeklenme Yapısı ve Tozlama Saatinin Çiçek ve Tohum Kalitesi Üzerine Etkileri

Çizelge 4. Melezleme kombinasyonları sonucunda oluşan meyvelerden elde edilen tohum sayısı ile normal gelişmiş ve abortif tohum oranları

Kombinasyonlar	Toplam Tohum Sayısı(adet/meyve)			Normal Gelişmiş Tohum Oranı (%) ³			Abortif Tohum Oranı (%) ³		
	Tozlama Saati		Komb. ort	Tozlama Saati		Komb. Ort	Tozlama Saati		Komb. Ort
	07:00	10:00		07:00	10:00		07:00	10:00	
DA5×SR66 (MxM)	605.00 b ²	291.00 d	448.00	35.97 d	61.88 c	48.93 C ¹	64.02 a	38.11 b	51.07 A
DA5×SR31 (MxA)	390.67 cd	519.67 bc	455.16	59.04 c	69.59 c	64.32 B	40.95 b	30.41 b	35.68 B
SR31×57-49 (AxA)	362.00 d	526.67 bc	444.33	97.00 a	92.95 ab	94.99 A	2.95 d	7.05 cd	5.00 C
SR31×SR66 (AxM)	318.33 d	773.00 a	545.67	91.11 b	93.77 ab	92.44 A	8.88 c	6.22 cd	7.55 C
Tozlama saati ort.	419.00 B	527.58 A		70.80 B	79.55 A		29.20 A	20.45 B	
LSD kombinasyon	Ö.D.			5.09***			5.09***		
LSD saat	73.11**			3.60*			3.60*		
LSD kombinasyon x saat	146.23***			7.20*			7.20*		

¹Aynı sütunda ayrı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur

²Aynı sütunda ayrı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur

³Yüzde değerlere açılı transformasyonu uygulanmıştır

ÖD: Önemli Değil; *: ***: P < 0.001; **: P < 0.01; *: P < 0.05'i ifade etmektedir

Tohumculukta 1000 dane ağırlığı tohum kalitesi açısından önemli bilgiler veren bir diğer parametredir. Çalışmadan elde edilen 1000 dane ağırlığına ait veriler incelendiğinde değerler arasındaki farklılıkların kombinasyon, tozlama saati ve kombinasyon x tozlama saati açısından istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5). Bu kapsamda andromonoik bitki yapısına sahip olan genotiplerin melezleme kombinasyonlarında ana olarak kullanılmasının, 1000 dane ağırlığını arttırdığı, ayrıca 10:00'da yapılan melezlemelerde (36.60 g) 07:00'da yapılan melezlemelere (31.83 g) göre daha ağır tohumlar elde edildiği belirlenmiştir. Bu durumda sadece tozlama saatinin değiştirilmesi ile bile belli oranda tohum kalitesinde artışın elde edilebileceği ortaya koyulmuştur. Yapılan çalışmada ayrıca 1000 dane ağırlığı bakımından monoik bitkilerde 07:00'daki tozlamanın, andromonoik bitkilerde ise 10:00'daki tozlamanın daha etkin olduğunu göstermiştir. Bu sonuç çiçeklerin farklı saatlerde reseptif olma durumlarını işaret

etse de bu konu daha geniş bir popülasyonda daha detaylı çalışılmalıdır.

Tohum çimlenme oranına ait veriler incelendiğinde, andromonoik yapıya sahip bitkilerin ana ebeveyn olarak kullanılmasının, monoiklere göre daha yüksek tohum çimlenme oranı oluşturmasını sağlamıştır (Çizelge 5). Bu kapsamda da elde edilen veriler hem kombinasyonlar hem de interaksiyonlar açısından önemli düzeyde etkilenmiştir. Melezleme kombinasyonları açısından ise en yüksek değerler SR31 × SR66 saat 7:00 kombinasyonundan (% 97.33) elde edilirken, en düşük değerler DA5 × SR66 saat 7:00 (% 46.67) elde edilmiştir. Bu durum da tohum çimlenme oranında tozlayıcı ebeveyninden çok ana ebeveynin etkili olduğunu göstermektedir. Tohum çimlenme oranı tozlama saatinde etkilenmemekle birlikte, normal gelişmiş tohum sayısını artırdığı düşünüldüğünde sonuçta daha fazla fide elde edilmesini sağlayacağından ana ebeveynin andromonoik yapıda bir bitki seçilmesinin avantaj sağlayacağı düşünülmektedir.

Kavunda Farklı Çiçeklenme Yapısı ve Tozlama Saatinin Çiçek ve Tohum Kalitesi Üzerine Etkileri

Çizelge 5. Melezleme kombinasyonları sonucunda elde edilen meyvelerden çıkarılan tohumların 1000 dane ağırlığı ve çimlenme oranları

Kombinasyonlar	1000 dane ağırlığı (g)			Çimlenme Oranı (%) ³		
	Tozlama Saati		Komb. Ort.	Saat		Komb. Ort.
	7:00	10:00		7:00	10:00	
DA5×SR66 (MxM)	40.05 bc ²	30.45 d	35.25 A ¹	46.67 e	58.67 de	52.67 C
DA5×SR31 (MxA)	34.27 cd	20.57 e	27.42 B	62.67 de	86.67 bc	74.66 B
SR31×57-49 (AxA)	32.97 cd	42.37 b	37.67 A	72.00 cd	96.00 ab	84.00 AB
SR31×SR66 (AxM)	20.07 e	53.00 a	36.53 A	97.33 a	78.67 cd	88.00 A
Tozlama saati ort.	31.83 B	36.60 A		69.99	80.00	
LSD kombinasyon	5.09***			10.22***		
LSD saat	3.60*			Ö.D		
LSD kombinasyon x saat	7.20*			14.46**		

¹Aynı sütunda ayrı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur

²Aynı sütunda ayrı küçük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur

³Yüzde değerlerin istatistiksel analizinde açı transformasyonu uygulanmıştır.

ÖD: Önemli Değil; *: ***: P ≤ 0.001; **: P ≤ 0.01; *: P ≤ 0.05.

Çimlenme süresi bakımından genotip ve saat etkilerinin istatistiksel anlamda önemsiz olmasıyla birlikte söz konusu değerlerin kullanılan ana ebeveynden daha çok, kullanılan tozlayıcının çiçek cinsiyetinden etkilendiği belirlenmiştir (Çizelge 6). En hızlı çimlenen tohumlar DA5×SR66 (2.34 gün) ve SR31×SR66 (2.34 gün) kombinasyonlarında tespit edilmiştir. Bununla birlikte saat 10:00'da

(2.39 gün) yapılan tozlama işleminden elde edilen tohumlarda, saat 7:00'da (3.02 gün) yapılan tozlamaya göre çimlenme süresinin daha kısa olduğu belirlenmiştir. Çimlenme hız indeksi ise herhangi bir uygulamadan etkilenmemiş, tüm tohumların başlangıçta aynı çimlenme performansına sahip olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Farklı cinsiyette dişi ebeveynlerin saatlik olarak tozlanmasından elde edilen tohumlarda çimlenme süresi (gün) ve çimlenme hız indeksi (gün)

Kombinasyonlar	Çimlenme Süresi (Gün)			Çimlenme Hız İndeksi (Gün)		
	Tozlama Saati		Komb. ort.	Tozlama Saati		Komb. ort.
	7:00	10:00		7:00	10:00	
DA5×SR66 (MxM)	2.64	2.04	2.34 B ¹	5.18	4.00	2.39
DA5×SR31 (MxA)	3.50	2.86	3.17 A	2.94	3.55	3.24
SR31×57-49 (AxA)	3.61	2.37	2.99 A	5.34	7.33	6.33
SR31×SR66 (AxM)	2.37	2.31	2.34 B	2.63	2.14	4.59
Tozlama saati ort.	3.02 A	2.39 B		4.02	4.26	
LSD kombinasyon	0.77*			Ö.D.		
LSD saat	0.40**			Ö.D.		
LSD kombinasyon x saat	Ö.D.			Ö.D.		

¹Aynı sütunda ayrı büyük harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur

ÖD: Önemli Değil; *: ***: P ≤ 0.001; **: P ≤ 0.01; *: P ≤ 0.05.

Daha önce yapılmış çalışmalarda ön çimlendirme uygulamaları (Nascimento, 2003; Casenave ve Toselli, 2010; Oliveira ve ark., 2019; Castañares ve Bouzo, 2020; Zhang ve ark., 2020; Alam ve ark., 2021; Mutetwa ve ark., 2023; Wang ve ark., 2023), farklı sayıda çiçek ile tozlama işlemi (Adıgüzel ve Sarı, 2019), aşılama (Edelstein ve Nerson, 2002; Karabulut ve ark., 2018; Yetişir ve Sarı, 2018; Kombo ve Sarı, 2019; Adıgüzel ve ark., 2023b) ve kromozom sayılarının (Adıgüzel ve ark.,

2022) tohum kalitesini etkilediği rapor edilmiştir. Revanasidda ve Belavadi (2019) hermafrodit yapılı kantalo kavunlarda yaptıkları çalışmada çiçeklerin özellikle öğleden sonraki saatlerde daha etkin tozlandığını belirtmiş olup, meyve ve tohum bağlama oranının söz konusu saatte daha yüksek olduğunu da bildirmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca sabah saatlerinde (06:00-08:00) yapılan tozlamalardan hiç meyve alamazken, 10:00-12:00 saatleri arasındaki tozlamalardan % 13 oranında meyve oluşturabildiklerini ve öğleden sonra

Kavunda Farklı Çiçeklenme Yapısı ve Tozlaşma Saatinin Çiçek ve Tohum Kalitesi Üzerine Etkileri

tozlaşmalarında ise % 46 ile % 76 arasında değişen düzeyde meyve tutumu sağlayabildiklerini bildirmişlerdir. Bu durum kullanılan genotiplerin ve ekolojik yapının bitkinin tozlaşma zamanını değiştirebileceğini göstermektedir.

Tohumlarda çimlenme parametreleri kullanılacak materyalin genetik yapısına, sıcaklık, ışık, su ve oksijen gibi çevresel faktörlere bağlıdır (Karakurt ve ark., 2010). Tur ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada bitkisel materyal olarak 13 adet kavun genotipi, 4 ebeveyn hat ve 9 melez kullanmışlardır. En yüksek 1000 dane ağırlığının 35.487 g ve 33.713 g, en düşük 13.873 g olduğunu bildirmişlerdir. Adıgüzel ve ark. (2023b) da kavunda yapmış oldukları aşılama çalışması sonucunda normal gelişmiş tohum sayısının 514.38 adet olduğunu, en yüksek abortif tohum sayısının ise 174.42 adet, 1000 dane ağırlığının en fazla 28.21 g ile 29.21 g arasında olduğunu, çimlenme sürelerinin ise 2.46 ile 5.23 gün arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada araştırmacılar en yüksek tohum çimlenme oranının % 87.1 olduğunu da bildirmişlerdir. Bir diğer çalışmada stres koşulu altında silikon uygulaması sonucu tohum çimlenme oranlarının % 81.67 ile % 93.35 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Zhang ve ark., 2020). Kavunlarda tuz stresine karşı melatonin etkisi ile tohum çimlenme oranları % 80.00 ile % 93.33 arasında farklılık göstermiştir (Liu ve ark., 2023).

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar neticesinde andromonoik yapıdaki bitkilerin ebeveyn olarak kullanılmasının ve özellikle andromonoik bitkilerde 10:00 civarında tozlaşma yapılması koşullarında çiçek tozu çim borusu gelişiminin iyileştirdiği ortaya konulmuştur. Dahası, andromonoik bitkilerde daha kaliteli tohum taslaklarının bulunması nedeniyle tohum sayısı ve normal gelişmiş tohum oranının da artırılarak daha kaliteli tohumların elde edilmesinin sağlanabileceği belirlenmiştir.

Sonuçlar

Yapılan bu çalışma sonucunda çiçek tozu çim borusu gelişimi, tohum taslaklarının durumu ve tohum parametreleri birlikte değerlendirildiğinde, özellikle andromonoik ×

andromonoik kombinasyonlarında 10:00'da melezleme yapılmasının normal gelişmiş tohum oranını, normal gelişmiş tohum ağırlığı ve tohum sayısının artmasını sağlamıştır. Bu durumun andromonoik bitkilerdeki güçlü tohum taslağı ile çiçek tozu çim borularının tohum taslakları içerisinde hızlı ilerleyebilme yeteneğinden kaynaklandığı kanısına varılmıştır. Bununla birlikte, ana ebeveynin monoik bir bitki olması durumunda daha fazla abortif tohum oluştuğu görülmüştür. Bunun monoik bitki özelliğine sahip bitkilerdeki dişi çiçeklerde oluşan heterojen tohum taslağı gelişiminden dolayı gerçekleştiği ve halihazırda kaliteli olan çiçek tozu çim borularının tohum taslaklarına ulaşmış olsa da sağlıklı tohum taslağı ile buluşamadığından etkin döllemeyi gerçekleştiremediğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu durum, sağlıklı tohum oluşumunda çiçek tozu kalitesinin değil çiçeğin tohum taslaklarının homojen gelişmesinin etkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca, andromonoik çiçek cinsiyetinin melezleme kombinasyonunda dişi ve tozlayıcı olarak kullanılması hem çimlenme oranını arttırmış hem de çimlenme süresini kısaltmıştır. Bu durum ise, melezleme kombinasyonlarında andromonoik yapıdaki bitkilere yer vererek Adana koşulları için tozlaşma zamanının erken saatlerden çok biraz daha geç saatlerde yapılmasının en iyi çiçek tozu çim borusu gelişimi, dölleme ve tohum gelişimini sağlayabileceği söylenebilmektedir.

Hibrit tohum üretiminde ve ıslah çalışmalarında hem işçilik hem de zamandan kazanç anlamında ana ebeveynler monoik olarak seçilmektedir. Ancak çalışma sonucunda da görüldüğü üzere, andromonoik bitki yapısına sahip ana ebeveynler kullanıldığında abortif tohum oluşumu azalmakta, normal gelişmiş tohum oranı artmaktadır. Bu nedenle, elde edilecek normal gelişmiş hibrit tohum oranı düşünüldüğünde, lokasyon denemeleri kurularak andromonoik ana ebeveynlerin de ıslah programlarında kullanılması önerilmektedir.

Teşekkür

Fide temini için Anamas Tohum/Antalya ve Ziraat Yük. Müh. Serkan KASAPOĞLU'na teşekkür ederiz.

Kavunda Farklı Çiçeklenme Yapısı ve Tozlama Saatinin Çiçek ve Tohum Kalitesi Üzerine Etkileri

Kaynaklar

- Abraham-Juárez, M. R., Espitia-Vázquez, I., Guzmán-Mendoza, R., Olalde-Portugal, V., Ruiz-Aguilar, G. M. L., García-Hernández, J. L., Herrera-Isidró, L., Núñez-Palenius, H. G. (2018) Development, yield, and quality of melon fruit (*Cucumis melo* L.) inoculated with mexican native strains of *Bacillus subtilis* (Ehrenberg). *Agrociencia* 52(1):92-102.
- Adıgüzel, P., Sarı, N. (2019) Effect of different male parents and male flower numbers on seed yield and quality of triploid watermelon breeding. *International Journal of Environmental Research and Technology* 2(3):14-24.
- Adıgüzel, P., Solmaz, İ., Karabıyık, Ş., Sarı, N. (2022) Comparison on flower, fruit and seed characteristics of tetraploid and diploid watermelons (*Citrullus lanatus* Thunb. Matsum. and Nakai). *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences* 6(4):704-710.
- Adıgüzel, P. (2023) Farklı anaçlar üzerine aşılamanın kırkağaç kavunlarında (*Cucumis melo* var. *inodorus*) bitki gelişimi, meyve ve tohum özelliklerine etkisi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana.
- Adıgüzel, P., Karabıyık Ş., Namlı, M., Solmaz İ. (2023a) Karpuzda (*Citrullus lanatus* L.) bor uygulamasının çiçek tozu kalitesi, miktarı ve çim borusu gelişimine etkisi. (Baskıda-*Alatarım*).
- Adıgüzel, P., Namlı, M., Nyirahabimana, F., Solmaz, İ., Sarı, N. (2023b) The effects of grafting on plant, fruit and seed quality in cantaloupe (*Cucumis melo* L. var. *cantalupensis*) melons. *Seeds* 2(1):1-14.
- Adlerz, W. C. (1966) Honey bee visit numbers and watermelon pollination. *Journal of Economic Entomology* 59(1):28-30.
- Alam, A., Ullah, H., Cha-um, S., Tisarum, R., Datta, A. (2021) Effect of seed priming with potassium nitrate on growth, fruit yield, quality and water productivity of cantaloupe under water-deficit stress. *Scientia Horticulturae* 288:110354.
- Anvari, S. F. (1977) Untersuchungen über das Pollenschlauchwachstum und die Entwicklung der Samenanlagen in Beziehung zum Fruchttansatz bei Sauerkirchen (*Prunus cerasus* L.) *Diss. Univ. Hohenheim* 105.
- Biswas, P., Mondal, S. (2014) Role of some nutrients on *in vitro* pollen germination and tube development of *Luffa cylindrica* (L.) roem. *Ann. Plant Sci* 3:813-821.
- Bomfim, I. G. A., de Melo Bezerra, A. D., Nunes, A. C., Freitas, B. M., de Aragão, F. A. S. (2015) Pollination requirements of seeded and seedless mini watermelon cultivars cultivated under protected environment. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 50:44-53.
- Brantley B. B., Warren, G. F. (1960) Sex expression and growth in Muskmelon. *Plant Physiology* 35(5):741-745.
- Casenave, E. C., Toselli, M. E. (2010) Germination of melon seeds under water and heat stress: hydropriming and the hydrotime model. *Seed Science and Technology* 38(2): 409-420.
- Castañares, J., Bouzo, C. A. (2020) Seed priming induces biochemical changes in melon plants and increase salt tolerance. *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 46(2):208-217.
- Chapman, L. A., Goring, D. R. (2010) Pollen-pistil interactions regulating successful fertilization in the *Brassicaceae*. *J. Exp. Bot.* 61:1987-1999.
- Daryono, B. S., Prasetya, E., Sumarlina, S., Sartika, D., Subiastuti, A. S. (2018) The effect of ethepon treatment on the formation of flower in melon (*Cucumis melo* L.). Proceeding of the ICTA, In Proceeding of the 2nd International Conference on Tropical Agriculture 7-13, October 2018.
- Das, S., Krishnan, P., Nayak, M., Ramakrishnan, B. (2014) High temperature stress effects on pollens of rice (*Oryza sativa* L.) genotypes. *Environ. Exp. Bot.* 101:36-46.
- Dayan, A., Çürük, S. (2022) Effect of different rootstocks on pollen fertility of interspecific eggplant hybrid (*Solanum melongena* L. x

Kavunda Farklı Çiçeklenme Yapısı ve Tozlama Saatinin Çiçek ve Tohum Kalitesi Üzerine Etkileri

- Solanum torvum* Sw.) genotypes. *JAPS: Journal of Animal & Plant Sciences* 32(4).
- Demir, İ., Ermiş, S., Mavi, K. ve Matthews, S. (2008). Mean germination time of pepper seed lots (*Capsicum Annuum* L.) Predicts Size and Uniformity of Seedlings in Germination Tests and Transplant Modules. *Seed Science and Technology* 36:2130.
- Edelstein, M., Nerson, H. (2002) Genotype and plant density affect watermelon grown for seed consumption. *HortScience* 37(6):981-983.
- Ellis, R. H., Roberts, E. H. (1980) Towards a rational basis for testing seed quality. In: Hebblethwaite PD, ed. Seed Production, (ed. P.D. Hebblethwaite), Butterworths, London, 605-635.
- Eti, S. (1990). Çiçek tozu miktarını belirlemede kullanılan pratik bir yöntem. *Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi* 5(4):49-58.
- FAO. (2021) <http://www.fao.org> [Erişim Tarihi: 11.04.2023].
- Free, J. B. (1993). Insect pollination of crops. *Academic Press*, London and New York.
- Gok, P., Yetisir, H., Solmaz, I., Sarı, N., Eti, S. (2005) Pollen viability and germination rates of 45 watermelon genotypes. In III International Symposium on Cucurbits, Townsville, Australia, 731:99-102.
- Grumet, R., Katzir, N. (2007) New insight into reproductive development in melon (*Cucumis melo* L.). *Int J Plant Dev Biol* 1:253-264.
- Grumet, R., Katzir, N., Garcia-Mas, J. (2017) Genetics and genomics of *cucurbitaceae* – *Plant Genetics and Genomics Crops and Models*. 20:173-182, Springer Cham.
- Gusmao, M., Siddique, K. H. M., Flower, K., Nesbitt, H., Veneklaas, E. J. (2012) Water deficit during the reproductive period of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) reduced grain yield but maintained seed size. *Journal of Agronomy and Crop Science* 198(6):430-441.
- Harsant, J., Pavlovic, L., Chiu, G., Sultmanis, S., Sage, T. L., (2013) High temperature stress and its effect on pollen development and morphological components of harvest index in the C3 model grass brachypodium distachyon. *Journal of Explore Botanical* 64(10):2971-2983.
- Hedhly, A., Hormaza, J. I., Herrero, M. (2005). The effect of temperature on pollen germination, pollen tube growth, and stigmatic receptivity in peach. *Plant Biol* 7(5):476-483.
- ISTA (International Rules for Seed Testing), Full Issue. (2018) i–19-8 (298).
- Karabulut, A., Aktaş, H., Bekir, Ş. (2018) Sera kavun yetiştiriciliğinde aşılı fide kullanımının verim ve kaliteye etkileri. *SDÜ Fen Bil Enst Dergisi* 22(3):1223-1231.
- Karabıyık, Ş. (2022) Effects of temperature on pollen viability and *in vivo* pollen tube growth in *Citrus sinensis*. *Journal of Applied Botany and Food Quality* 95:100-104.
- Karakurt, H., Aslantaş, R., Eşitken, A. (2010) Tohum çimlenmesi ve bitki büyümesi üzerinde etkili olan çevresel faktörler ve bazı ön uygulamalar. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 24(2): 115-128.
- Kesh, H., Kaushik, P. (2021) Advances in melon (*Cucumis melo* L.) breeding: An update. *Scientia Horticulturae* 282:110045.
- Kombo, M. D. Sarı, N. (2019) Rootstock effects on seed yield and quality in watermelon. *Hortic Environ Biotechnol* 60(3):303-312.
- Kouonon, L. C., Jacquemart, A. L., Zoro Bi, A. I., Bertin, P., Baudoin, J. P., Dje, Y. (2009) Reproductive biology of the andromonoecious *Cucumis melo* subsp. *agrestis* (*Cucurbitaceae*). *Annals of Botany* 104(6):1129-1139.
- Liang, Q., Song, K., Lu, M., Dai, T., Yang, J., Wan, J., Wang, S. (2022) Transcriptome and metabolome analyses reveal the involvement of multiple pathways in flowering intensity in mango. *Frontiers in Plant Science* 13:933923.
- Liu, Y., Li, Z., Zhong, C., Zhang, Y., Wang-Pruski, G., Zhang, Z., Wu, J. (2023) Alleviating effect of melatonin on melon seed germination under autotoxicity and saline-alkali combined stress. *Journal of Plant Growth Regulation* 42(4):2474-2485.

Kavunda Farklı Çiçeklenme Yapısı ve Tozlama Saatinin Çiçek ve Tohum Kalitesi Üzerine Etkileri

- Mann, L. K., Robinson, J. (1950) Fertilization, seed development, and fruit growth as related to fruit set in the cantaloupe (*Cucumis melo* L.). *American Journal of Botany* 685-697.
- McGregor, S. E. (1976) Insect pollination of cultivated crop plants. <http://gears.tucson.ars.ag.gov/book> (accessed 13 March 2009).
- Meehl, T. G. A., Tebaldi, C. (2004) More intense, more frequent, and longer lasting heat waves in the 21st century. *Science* 305:994-997.
- Mutetwa, M., Mafukidze, B. P., Makaure, B. T., Mubaiwa, T. C., Dendera, O., Tovigepi, E., Chaibva, P. (2023) Priming seeds with potassium nitrate is associated with modulation of seed germination and seedling growth ecology of *cucumis metuliferus*. *EUREKA: Life Sciences* (4):23-35.
- Nascimento, W. M. (2003) Muskmelon seed germination and seedling development in response to seed priming. *Scientia Agricola* 60:71-75.
- Norton, J. D. (1966). Testing of plum pollen viability with tetrazolium salts. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 89:132-134.
- Oliveira, C. E. D. S., Steiner, F., Zuffo, A. M., Zoz, T., Alves, C. Z., Aguiar, V. C. B. D. (2019) Seed priming improves the germination and growth rate of melon seedlings under saline stress. *Ciência Rural* 49(7).
- Papadopoulou, E., Little, H. A., Hammar, S. A., Rebecca, G. (2005) Effect of modified endogenous ethylene production on sex expression, bisexual flower development and fruit production in melon (*Cucumis melo* L.). *Sexual Plant Reproduction* 18:131-142.
- Phuong, N. T. D. (2021) Evaluation of the condition for storing pollen grains of Japanese melon *Cucumis melo* L. (*Cucurbitaceae*). *Tap Chi Sinh Hoc* 43(3).
- Pitrat, M. (2016) Melon genetic resources: phenotypic diversity and horticultural taxonomy. In: Grumet R, Katzir N, Garcia-Mas J, eds. *Plant genetics and genomics: crops and models*, 25-60, Cham: Springer.
- Pressman, E., Peet, M. M., Pharr, D. M. (2002) The effect of heat stress on tomato pollen characteristics is associated with changes in carbohydrate concentration in the developing anthers. *Annals of Botany* 90:631-636.
- Ranasinghe, C. S., Waidyarathna, K. P., Pradeep, A. P. C., Meneripitiya, M. S. K. (2010) Approach to screen coconut varieties for high temperature tolerance by in-vitro pollen germination. *COCOS* 19:01-11.
- Revanasidda, V., Belavadi, V. (2019) Floral biology and pollination in *Cucumis melo* L. a tropical *andromonoecious* cucurbit. *J. Asia Pac Entomol* 22:215-225.
- Sakata, T., Takahashi, H., Nishiyama, I., Higashitani, A. (2000) Effects of high temperature on the development of pollen mother cells and microspores in Barley *Hordeum vulgare* L. *J. Plant Res* 113(4):395-402.
- Solmaz, İ., Kartal, E., Sarı, N. (2018) Kavunda ABA uygulamalarının bitki büyümesi, çiçek cinsiyeti ve çiçek tozu kalitesine etkileri. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology* 6(9):1224-1228.
- Soltani, F. (2021) Breeding of melon (*Cucumis melo* L. Groups *Dudaim* and *flexuosus*). *Advances in Plant Breeding Strategies: Vegetable Crops: Fruits and Young Shoots*, 9:333-361, Springer.
- Stanghellini, M., Schultheis, J., Ambrose, J. (2002) Pollen mobilization in selected *Cucurbitaceae* and the putative effects of pollinator abundance on pollen depletion rates. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 127:729-736.
- Tanaka, K., Nishitani, A., Akashi, Y., Sakata, Y., Nishida, H., Yoshino, H., Kato, K. (2007) Molecular characterization of South and East Asian melon, *Cucumis melo* L, and the origin of Group *conomon* var. *makuwa* and var. *conomon* revealed by RAPD analysis. *Euphytica* 153:233-247.
- Tur, A., Seymen, M., Türkmen, Ö. (2017) Kavunda ebeveyn hat ile melezlerinin bazı tohum ve tohum çıkışı özelliklerinin

Kavunda Farklı Çiçeklenme Yapısı ve Tozlama Saatinin Çiçek ve Tohum Kalitesi Üzerine Etkileri

- belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi* 6:127-130.
- Wan Shafiin, W. N. S. S., Ablah, N. L., Nur Fatihah, H. N., Alam, M. A., Ma'arup, R., Jahan, M. S., Alias, N. (2021) Breeding strategies for enhancing nutrient content and quality in *Cucurbitaceae*: a review. *International Journal of Vegetable Science* 27(5):415-438.
- Wang, Y., Qiu, Y., Lu, Y., Wang, X., Zhang, H., Wu, P., Xu, X. (2023) Biocontrol of bacterial fruit blotch by seed priming with *Bacillus amyloliquefaciens* and *Pseudomonas fluorescens*. *Seed Science and Technology* 51(2):191-203.
- Wein, H. C. (1997). The physiology of vegetable crops. In: Wein, H.C. (Ed.). The Cucurbits: Cucumber, Melon, Squash and Pumpkin, 662, Cab International, UK.
- Whitaker, T. W. (1931). Sex ratio and sex expression in the cultivated cucurbits. *American Journal of Botany* 18(5):359-366.
- Wijesinghe, S. A. E. C., Evans, L. J., Kirkland, L., Rader, R. (2020) A global review of watermelon pollination biology and ecology: The increasing importance of seedless cultivars. *Scientia Horticulturae* 271:109493.
- Yang, H., Liu, C., Wang, Z., Hu, X., Wang, T. (2019) Advances in the regulatory mechanisms of pollen response to heat stress in crops. *Chinese Bulletin of Botany* 54(2):157.
- Yetişir, H., Sarı, N. (2018) Fruit and seed yields of watermelon [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. and Nakai] grafted onto different bottle gourd (*Lagenaria siceraria* Molina Standl.) rootstocks. *Asian Journal of Research in Agriculture and Forestry* 1(2):1-9.
- Zaman, M. R. (2006) Pollen germination, viability and tube growth in fourteen cultivated and wild species of cucurbit grown in Bangladesh. *J. Life Earth Sci.* 1(2):1-7.
- Zhang, Z., Fan, J., Wu, J., Zhang, L., Wang, J., Zhang, B., Wang-Pruski, G. (2020) Alleviating effect of silicon on melon seed germination under autotoxicity stress. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 188:109901.
- Zuang, H. (1982) La fertilisation des cultures legumieres. Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes (ed.), Paris, France, 395, CTIFL Publ., Paris.