

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

KALECİK KARASI VE NARİNCE ÜZÜM ÇEŞİTLERİNDE (*Vitis vinifera* L.)
ÇİÇEKLENME VE TANE TUTUM PERFORMANSINA FARKLI ANAÇLARIN
ETKİSİ ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR

Aysun ŞEHİT

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2023

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

KALECİK KARASI VE NARİNCE ÜZÜM ÇEŞİTLERİNDE (*Vitis vinifera* L.) ÇİÇEKLENME VE TANE TUTUM PERFORMANSINA FARKLI ANAÇLARIN ETKİSİ ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR

Aysun ŞEHİT

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Birhan KUNTER

Bu araştırmada, çeşide özgü irilikteki çekirdekli tane ile birlikte çekirdeksiz küçük (partenokarpik) taneler ve canlı-yeşil ovaryumların (LGO) aynı salkımda bulunarak boncuklanma (millerandage) hassasiyeti gösteren Kalecik Karası ve normal tane tutumu gösteren Narince üzüm çeşidi kullanılmıştır. Çeşitlerin generatif organların morfolojisi, çiçek tozu kalitesi, generatif performans, asma yaprak ve çiçek tozu mikrobesein element içeriği üç farklı anaç (5BB, 41B ve 1103P) düzeyinde incelenmiştir. Tane tutumu, ben düşme öncesi, ben düşme, ben düşme sonrası ve olgulaşma dönemi olmak üzere beş farklı fenolojik dönemde, Kalecik Karası çekirdekli ve çekirdeksiz tanelerde VvBOR1, VvBOR3 ve VvBOR4 bor taşınmasında görevli genlerin ifadesi belirlenmiştir. Kalecik Karası ve Narince çeşitlerinde çiçek tozu kalitesi, tane tutumu, boncuklanma ve salkım özellikleri bakımından 5BB>1103P>41B sıralaması ile en yüksek verim 5BB anaç/çeşit kombinasyonunda elde edilmiştir. Kalecik Karası/5BB %66,69, Kalecik Karası/41B %29,03 ve Kalecik Karası/1103P %41,32 tane tutumu oranı ile başarılı tane tutumu gerçekleştirmiştir. Boncuklanma indeksi Kalecik Karası/5BB 5,37, Kalecik Karası/41B 3,08 ve Kalecik Karası/1103P 3,77 elde edilmiştir. Boncuklanma oranı sırasıyla; %46,94, %29,69 ve %35,35 görülmesi ile Kalecik Karası üzüm çeşidinin boncuklanma karakteri nicelleştirilmiştir. Boncuklanma indeksi ve oranı Narince/5BB 0,48 – %4,49, Narince/41B 1,92 – %17,74 ve Narince/1103P 0,72 – %4,81 elde edilmiştir. Aynı bağ koşullarında bulunan iki çeşidin farklı oranlarda partenokarpik tane oluşurması, boncuklanmanın çeşit hassasiyeti olduğunu göstermiştir. Kalecik Karası ve Narince üzüm çeşitlerinde en yüksek yaprak bor düzeyi elde edilen 5BB anacında, çekirdekli tane, tane tutumu ve salkım özelliklerinde yüksek olması, anaçların besin element alımında ve tane tutumu üzerine etkili olduğunu göstermektedir. Kalecik Karası/41B anacının yaprak çinko düzeyi ve polen tüpünün 3 adet yumurtalığa ulaşma oranı (%3,33) diğer anaçlara göre yüksek elde edilmiştir. Bu durum çinko ile çekirdek oluşumunun ilişkisini göstermektedir. Anaçların molibden alımında farklılık görülmemiştir, ancak yaprak molibden düzeyinin düşük olması boncuklanma hassasiyeti olan Kalecik Karası için tetikleyici etmen olabilir. VvBOR1, VvBOR3 ve VvBOR4 genlerinin Kalecik Karası üzüm çeşidinde çekirdeksiz tanelerde baskılandığını, çekirdekli tanelerde çekirdeksiz tanelere oranla daha yüksek ifade edildiği belirlenmiştir. Farklı fenolojik dönemlerde ise yaprak bor içeriği ile VvBOR1 geninin paralellik gösterdiği ancak VvBOR3 ve VvBOR4 genlerinin ifade düzeyinin ters orantılı olduğu görülmüştür.

Şubat 2023, 141 sayfa

Anahtar Kelimeler: *Vitis vinifera* L., boncuklanma, tane tutumu, çekirdekli tane, çekirdeksiz tane, partenokarpi, BOR taşıyıcı genleri, bor besin elementi, Kalecik Karası, Narince

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

EFFECT OF DIFFERENT ROOTSTOCKS ON REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF KALECİK KARASI AND NARİNCE GRAPE CULTIVARS (*Vitis vinifera* L.)

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Horticulture

Supervisor: Prof. Dr. Birhan KUNTER

In this study, Kalecik Karası cultivar, which has millerandage shows by having small (parthenocarpic) seedless berry and live-green ovaries (LGO) in the same cluster, together with size seeded berry specific and Narince grape cultivar with normal seeded berry were used. At three different rootstock (5BB, 41B, and 1103P), the morphology of the reproductive organs, pollen quality, generative performance, grapevine leaves and pollen micronutrient content of the grape cultivars were assessed. ‘Kalecik Karası’ the transcriptional analyses of VvBOR1, VvBOR3, and VvBOR4 boron transporters of seeded and seedless berries was examined in five different reproductive developmental stages fruitset, pre-veraison, veraison, post-veraison and maturity. The ‘Kalecik Karası’ and ‘Narince’ varieties pollen quality, fruitset, millerandage, and bunch features, the 5BB rootstock/variety combination with the orders of 5BB>1103P>41B produced the highest yield. The fruitset ratio was Kalecik Karası/5BB 66,69%, Kalecik Karası/41B 29,03% and Kalecik Karası/1103P 41,32% with good fruitset. The millerandage index Kalecik Karası/5BB 5,37, Kalecik Karası/41B 3.08 and Kalecik Karası/1103P 3.77 were obtained. The millerandage character of the Kalecik Karası grape variety was quantified, with millerandage rate respectively; 46.94 %, 29.69 %and 35.35 %. Poor fruitset was suggested by the Narince cultivar's fruitset rates of Narince/5BB (31,21%), Narince/41B (21,11%), and Narince/1103P (22,92%). The millerandage index and ratio were determine from Narince/5BB 0.48 - 4.49%, Narince/41B 1.92 - 17.74% and Narince/1103P 0.72 - 4.81%. The formation of parthenocarpic berry in different proportions of two cultivars under the same vineyard conditions showed that millerandage was a variety sensitivity. The highest leaf boron level in ‘Kalecik Karası’ and ‘Narince’ grape varieties is obtained in 5BB rootstock that the high in this rootstock with seed berry, fruitset and bunch features shows that the rootstocks are effective in the uptake of nutrient and the fruitset. In comparison to other rootstocks, the Kalecik Karası/41B rootstock's leaf zinc level and pollen tube to ovary ratio (3.33%) were high found. This demonstrates the connection between zinc and seed development. Although there is no difference in the uptake of molybdenum by the rootstocks, the low level of molybdenum in the leaves may be a trigger for ‘Kalecik Karası’ with millerandage sensitivity. It was determined that the VvBOR1, VvBOR3 and VvBOR4 genes were silencing in the seedless berries in ‘Kalecik Karası’ grape variety and were expressed higher in seed berries than seedless berries. At different phenological stages, it was discovered that the VvBOR1 gene and leaf boron accumulation were similar, however the transcriptional activity of the VvBOR3 and VvBOR4 genes was inversely proportionate.

February 2023, 141 pages

Key words: *Vitis vinifera* L., millerandage, fruitset, seed berry, seedless berry, parthenocarpy, BOR transport gene, boron nutrient, Kalecik Karası, Narince

TEŞEKKÜR

Doktora tez çalışmalarım sırasında bana yol gösteren, fikirlerini ve desteğini esirgemeyen değerli danışman hocam Prof. Dr. Birhan KUNTER'e (Ankara Üniversitesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı) teşekkür ederim. Tez çalışmalarına verdikleri bilimsel katkılardan dolayı Tez İzleme Komitesi üyelerim Prof. Dr. Murat AKKURT (Ankara Üniversitesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı) ve Prof. Dr. Ali SABİR'a (Selçuk Üniversitesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı) teşekkür ederim.

Kalecik Karası ve Narince üzüm çeşitlerini temin etmemde olanak sağlayan Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekanlığına, Bahçe Bitkileri Bölümüne ve Kalecik Bağcılık Araştırma ve Uygulama İstasyonu Amiri Ziraat Yük. Müh Hayati Çetiner'e teşekkür ederim.

Tez çalışmamın maddi desteğini sağlayan Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne (BAP 19L0447008 no'lu proje) teşekkür ederim.

Tez çalışmasının moleküler analizleri için imkanlar sağlayan ve bilimsel desteklerini esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Ahmet CEYLAN (Erciyes Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmasötik Biyoteknoloji Anabilim Dalı), Arş. Gör. Mukaddes BAREL (Erciyes Üniversitesi Veterinerlik Halk Sağlığı Anabilim Dalı) ve Doç. Dr. Aykut GRAM'a (Erciyes Üniversitesi Histoloji Ve Embriyoloji Anabilim Dalı) teşekkürü borç bilirim. Moleküler alanda çalışmam için beni cesaretlendiren ve yol gösteren, hiçbir desteğini esirgemeyen arkadaşım Dr. Öğr. Üyesi Zekiye KOCAKAYA (Kayseri Üniversitesi Safiye Çıkrıkçıoğlu Meslek Yüksekokulu, Bahçe Tarımı) ve çalışmanın her aşamasında bana yardımcı olan Dr. Öğr. Üyesi Sevil CANTÜRK'e (Çukurova Üniversitesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı) teşekkür ederim.

Bu zorlu süreçte beni destekleyen sevgili babam Hüseyin GÖKDERMİR, annem Rabia GÖKDEMİR ve kardeşim Emre GÖKDEMİR'e, maddi ve manevi her zaman yanımda olan eşim Öğr. Gör. Ertan ŞEHİT (Yozgat Bozok Üniversitesi, Boğazlıyan Meslek Yüksek Okulu, Mimari Restorasyon Programı)'e teşekkür ederim. Son olarak varlığım biricik yavrum Ilgın ŞEHİT'e teşekkür ederim.

Aysun ŞEHİT
Ankara, Şubat, 2023

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	
ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURUMSAL TEMELLER.....	7
2.1 Generatif Organların Morfolojisi ve Çiçek Tozu Kalitesi Üzerine Çalışmalar.....	7
2.2 Generatif Performans Üzerine Çalışmalar.....	18
2.3 B, Zn ve Mo Mikrobesein Elementlerinin Generatif Performans İlişkisi Üzerine Çalışmalar	26
2.4 VvBOR Taşıyıcı Gen İfadesi Üzerine Çalışmalar	33
3. MATERYAL VE YÖNTEM	42
3.1 Materyal	42
3.2 Yöntem	43
3.2.1 Generatif organlar üzerinde gerçekleştirilen çalışmalar.....	43
3.2.2 Çiçek tozu kalitesinin belirlenmesi	44
3.2.3 Generatif performansın belirlenmesi	49
3.2.4 Bor (B), çinko (Zn) ve molibden (Mo) mikrobesein elementlerinin generatif performansa etkisinin belirlenmesi.....	52
3.2.5 VvBOR genlerinin tanelerde ifadesinin belirlenmesi	53
3.2.6 İstatistik analizler.....	56
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	57
4.1 Generatif Organların Özellikleri ve Kalitesi	57
4.1.1 Çiçek morfolojisine ait bulgular	57
4.1.2 Çiçek tozu morfolojisine ait bulgular.....	61
4.1.3 Çiçek tozu canlılık oranları (%)	64
4.1.4 Çiçek tozu çimlenme oranları (%).....	68
4.1.5 Çiçek tozu canlılık ve çimlendirme oranları arasındaki ilişkiler	71
4.1.6 Çiçek tozu verimi.....	75
4.2 Generatif Performans Bulguları.....	75
4.3 Yaprak ve Çiçek Tozunda Bor (B), Çinko (Zn) ve Molibden (Mo) Miktarı	83
4.4 VvBOR Genlerinin Tanelerde İfadesi.....	87
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	92
5.1 Generatif Organların Özellikleri ve Kalitesi	92
5.1.1 Çiçek ve çiçek tozu morfolojisi.....	92
5.1.2 Çiçek tozu canlılık ve çimlenme.....	94
5.2 Generatif Performans ve Anaçların Etkisi	99
5.3 Yaprak ve Çiçek Tozu Mikrobesein Elementi ve Anaçların Etkisi	102
5.4 VvBOR Gen İfadesi ve Boncuklanmaya Etkisi.....	105

KAYNAKLAR	113
EKLER.....	130
EK 1 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli tanelerinin VvBOR1 gen ifade analizleri ortalama, standart hata ve standart sapma değerleri	132
EK 2 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli tanelerinin VvBOR1 geninde Tek Yönlü Varyans Analizi verileri	132
EK 3 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdeksiz tanelerinin VvBOR1 gen ifade analizleri ortalama, standart hata ve standart sapma değerleri	132
EK 4 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdeksiz tanelerinin VvBOR1 geninde Tek Yönlü Varyans Analizi verileri	133
EK 5 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli tanelerinin VvBOR3 gen ifade analizleri ortalama, standart hata ve standart sapma değerleri	133
EK 6 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli tanelerinin VvBOR3 geninde Tek Yönlü Varyans Analizi verileri	133
EK 7 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdeksiz tanelerinin VvBOR3 gen ifade analizleri ortalama, standart hata ve standart sapma değerleri	134
EK 8 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdeksiz tanelerinin VvBOR3 geninde Tek Yönlü Varyans Analizi verileri	134
EK 9 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli tanelerinin VvBOR4 gen ifade analizleri ortalama, standart hata ve standart sapma değerleri	134
EK 10 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli tanelerinin VvBOR4 geninde Tek Yönlü Varyans Analizi verileri	135
EK 11 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdeksiz tanelerinin VvBOR4 gen ifade analizleri ortalama, standart hata ve standart sapma değerleri	135
EK 12 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdeksiz tanelerinin VvBOR4 geninde Tek Yönlü Varyans Analizi verileri	135
EK 13 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli tanelerinde VvBOR1 genin farklı fenolojik dönemler Post Hoc Test verilerinin incelenmesi	136
EK 14 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdeksiz tanelerinde VvBOR1 genin farklı fenolojik dönemler Post Hoc Test verilerinin incelenmesi	136
EK 15 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli tanelerinde VvBOR3 genin farklı fenolojik dönemler Post Hoc Test verilerinin incelenmesi	137
EK 16 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdeksiz tanelerinde VvBOR3 genin farklı fenolojik dönemler Post Hoc Test verilerinin incelenmesi	137
EK 17 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli tanelerinde VvBOR4 genin farklı fenolojik dönemler Post Hoc Test verilerinin incelenmesi	138
EK 18 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdeksiz tanelerinde VvBOR4 genin farklı fenolojik dönemler Post Hoc Test verilerinin incelenmesi	138
EK 19 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli ve çekirdeksiz tanelerde VvBOR genlerinin gerçek zamanlı amplifikasyon eğrileri	139
ÖZGEÇMİŞ.....	140

SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde
°C	Santigrat derece
µm	Mikrometre
cm	Santimetre
g	Gram
kg	Kilogram
kg.asma ⁻¹	Asma başına kilo
M	Molar
mg L ⁻¹	Miligram/litre
mg.kg ⁻¹	Miligram/kilogram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
mM	Milimolar
pH	Asitlik veya bazlık belirteci
ppm	Milyonda bir
s	Saat

Kısaltmalar

AS	Alexander boyası (Alexander stain)
CI	Silkme indeksi
FDA	Floresan diasetat
GAPDH	Gliseraldehit 3-fosfat dehidrojenaz
H ₂ DCFDA	Dichlorodihydrofluorescein diacetate
ICP-MS	Endüktif eşleşmiş plazma kütle spektrometresi
IKI	İyotlu Potasyum İyodür
LGO	Canlı-yeşil ovaryum
MI	Boncuklanma indeksi
MIP	Majör intrinsik proteinler
MTT	2,5-difenil monotetrazolyum bromür
NIP	Nodulin-26 benzeri intrinsik protein
P/E	Çiçek tozu polar (uzunluğu)/çiçek tozu ekvatorial (genişliği)
PCA	Temel bileşen analizi
RGII	Ramnogalakturonan II
RNA	Ribonükleik asid
sa	Saat
SÇKM	Suda çözünür kuru madde
TB	Tempranillo Blanco
TT	Tempranillo Tinto
TTC	2,3,5 trifenil tetrazolyum klorür
UBQ	Ubiquitin

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Tetrazolyum boyama reaksiyon şekli (Hauser ve Marrison 1964).....	9
Şekil 2.2 Düşük B koşullarında BOR2 geninin kök hücrelerindeki rolünün şematik görüntüsü (Miwa vd. 2013).....	35
Şekil 2.3 Bor taşıma kanallarının dokulardaki yeri A: Bitki gövde ve kök sisteminde NIP5;1 ve NIP6;1 protein kanalları ve BOR1/2 ve BOR4 taşıyıcılarında borun taşınması (Pereira vd. 2021), B: NIP5;1, BOR ve BOR taşıyıcılarının kök uzama bölgesindeki modeli (Reid 2014). Ep: Epidermis K: Korteks EN: Endodermal hücre	37
Şekil 3.1 Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kalecik Bağcılık Araştırma ve Uygulama İstasyonu (A) Kalecik Karası (Klon 12) çeşidinin salkımları (B) Narince çeşidinin salkımı	43
Şekil 3.2 Çiçek somaklarının dallanma yapısının May (2004)'den alınan şematik düzeni (A) ve bu düzende çiçek dalcıkları sınıflandırılan Kalecik Karası çiçek salkımı (B).....	44
Şekil 3.3 Asılı damla (A, B, C) ve petride agar (D) yönteminin uygulaması	47
Şekil 3.4 Hemositometrik lam üzerinde büyük ve küçük karelere bölünmüş sayma odacıklarında çiçek tozlarının dağılımı (Kalecik Karası/5BB)	49
Şekil 3.5 Salkımdaki çiçek sayısının belirlenmesi için izole edilmesi (Kalecik Karası) 50	
Şekil 3.6 Çekirdekli normal tane, çekirdeksiz küçük tane ve canlı-yeşil ovaryumların (LGO) bulunduğu boncuklanma gösteren Kalecik Karası çeşidinin salkımı (Ben düşme dönemi).	51
Şekil 3.7 Sıvı nitrojenle tanelerin toz haline getirilmesi	54
Şekil 3.8 Toplam RNA'nın agaroz jelde görüntüsü.....	54
Şekil 4.1 Asma erdişi çiçek yapısı Kalecik Karası (A,B) ve Narince (C,D).....	57
Şekil 4.2 Kalecik Karası üzüm çeşidi çiçek tozu A: polar (KK/5BB) B: ekvatorial görüntüsü (KK/5BB); Narince üzüm çeşidi çiçek tozu C: polar (N/5BB) D: ekvatorial görüntüsü (N/5BB).....	61
Şekil 4.3 Anormal yapıda çiçek tozunun ışık mikroskobu görüntüsü A. Kalecik Karası B. Narince. Anormal yapıda çiçek tozları → işareti ile gösterilmiştir....	64
Şekil 4.4 Floresan mikroskop kullanarak Kalecik Karası/1103P dişi organ görüntüsü (A) Başçık (stigma) üzerinde çiçek tozu (B) polen tüpünün yumurtalığa doğru ilerleyişi ve polen tüpünün yumurtalığa girişi.....	70
Şekil 4.5 Kalecik Karası üzüm çeşidi anaçlarında polen tüpünün tohum taslağına ulaşma oranı (%).	71
Şekil 4.6 Kalecik Karası kombinasyonlarında çiçek tozu canlılık oranları (%) ile tüm <i>in vitro</i> çimlenme ortamlarının ortalaması arasındaki (%) korelasyon.....	73
Şekil 4.7 Narince kombinasyonlarında çiçek tozu canlılık oranları (%) ile tüm <i>in vitro</i> çimlenme ortamlarının ortalaması arasındaki (%) korelasyon	74
Şekil 4.8 Kalecik Karası/Anaç kombinasyonlarının farklı fenolojik dönemlerde yaprak B miktarı grafiği (ppm)	86
Şekil 4.9 Farklı fenolojik dönemlerde Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli ve çekirdeksiz tanelerde VvBOR1 ifade düzeyi	87
Şekil 4.10 Farklı fenolojik dönemlerde Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli ve çekirdeksiz tanelerde VvBOR3 ifade düzeyi	89

Şekil 4.11 Farklı fenolojik dönemlerde Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli ve çekirdeksiz tanelerde VvBOR4 ifade düzeyi	89
Şekil 4.12 Farklı fenolojik dönemlerde Kalecik Karası çekirdekli tanede VvBOR1, VvBOR3 ve VvBOR4 genlerinin ifade düzeyi.....	90
Şekil 4.13 Farklı fenolojik dönemlerde Kalecik Karası çekirdekli tanede VvBOR1, VvBOR3 ve VvBOR4 genlerinin ifade düzeyi.....	91
Şekil 5.1 Perez-Castro vd. (2012), farklı fenolojik dönemlerde VvBOR1 ifade düzeyi A: Carménère çeşidi çekirdekli ve çekirdeksiz tanede ifadesi B: Carménère ve Cabernet Sauvignon çeşitlerinde ifadesi	107
Şekil 5.2 Alva vd. (2015) Fenolojik dönemlerde Carménère üzüm çeşidinin farklı dokularında VvBOR1, VvBOR3 ve VvBOR4 ifade düzeyi.....	108
Şekil 5.3 Perez-Castro vd. (2012), farklı fenolojik dönemlerde Carménère üzüm çeşidi çekirdekli ve çekirdeksiz tanede B düzeyi	110



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Rna saflaştırma protokolü	54
Çizelge 4.1 Asma çiçeklerinin dişi organ ve erkek organ morfolojik ölçümleri	60
Çizelge 4.2 Çiçek tozu morfolojisine ait ölçümler.....	63
Çizelge 4.3 Cansızlaştırılmış çiçek tozu canlılık oranı (%)	65
Çizelge 4.4 Çiçek tozu canlılık oranları (%).....	67
Çizelge 4.5 Çiçek tozu <i>in vitro</i> çimlenme oranı (%).....	69
Çizelge 4.6 Çiçek tozu verimi	75
Çizelge 4.7 Kalecik Karası üzüm çeşidi tane tutum performans parametreleri	78
Çizelge 4.8 Narince üzüm çeşidi tane tutum performans parametreleri	81
Çizelge 4.9 Kalecik Karası ve Narince üzüm çeşidi tane tutum performans parametreleri karşılaştırması	83
Çizelge 4.10 Asma yaprağı mikro element miktarı (ppm).....	84
Çizelge 4.11 Asma çiçek tozu mikro element miktarı (ppm)	85
Çizelge 4.12 Kalecik Karası üzüm çeşitlerinin farklı anaç kombinasyonlarının ve farklı fenolojik dönemlerin yaprak B miktarı (ppm).....	86

1. GİRİŞ

Bağıcılık faaliyetinin temel hedefi, çeşide özgü, sağlıklı, değerlendirme şekline bağlı olarak pazarlanabilir nitelik ve niceliğe sahip salkımların elde edilmesini sağlamaktır. Asmalarda salkım, iki sezon boyunca birbirini izleyen gelişim evreleri sonucunda taneye kadar ulaşan uzun yolculuğu sonunda şekillenir. Bu sürecin en önemli aşamalarından biri tane tutumudur. Uzun ve karmaşık olan bu iki sezon içerisinde çiçek taslaklarının taneye dönüşmesi birçok faktörden etkilenmektedir (Carmona vd. 2007, Vasconcelos vd. 2009, Keller 2010). Tane tutumu, asma çiçek salkımı üzerinde bulunan kusursuz tohum taslaklarına sahip yüzlerce çiçeğin, tozlanma ve döllenmesinin, ardından çekirdekli taneye dönüşmesi olarak tanımlanmaktadır. Çekirdekli tane gelişimi dışında çekirdeksiz taneye sahip partenokarpik ve iz halinde çekirdek bulunduran stenospermokarpik tane tutum mekanizmaları da görülmektedir. Stenospermokarpik tane tutumu döllenmeden kısa bir süre sonra yumurta hücresi ve endospermin anormal gelişimi ile tam olgunlaşmamış çekirdekli tanelerin meydana gelmesidir. Kantitatif bir özellik olan bu çekirdek izlerinin boyutu ve sertliği çeşide göre değişmektedir. Stenospermokarpik tanelerin embriyolarının canlı olması melezleme çalışmalarında kullanılarak çekirdeksiz çeşitlerin geliştirilmesine katkıda bulunmaktadır. Sultani Çekirdeksiz, Yuvarlak Çekirdeksiz, Ergin Çekirdeksizi, Perlette, Beauty Seedless, Flame Seedless, Crimson Seedless, Superior Seedless, Tekirdağ Çekirdeksizi, stenospermokarpik tane tutumu gösteren üzüm çeşitleridir (Marasalı 2002, Değirmenci ve Marasalı 2002, Keller 2010). Döllenme olmadan çekirdeksiz tane oluşumu ise partenokarpi olarak tanımlanmaktadır. Stimülatif (tozlanma gerektiren) ve vejetatif (tozlanma gerektirmeyen) tozlanma durumlarına bağlı iki partenokarpi görülmektedir. Partenokarpi bağcılıkta çok az rastlanmasına karşın önde gelen temsilcisi Siyah Korint (Black Corinth)'dir. Tanelerinin büyük bir çoğunluğu anormal embriyo kesesine sahip olması nedeniyle çok küçük ve küresel yapıdadır. (Prat 1971, Costantini vd. 2021). Buna ek olarak yabancı tozlanma ve döllenme ile çekirdekli tane oluşabilecek olan fakültatif partenokarpi, morfolojik erdişi fizyolojik dişi çiçek yapısına sahip üzüm çeşitlerinde çiçek tozunun kısırılığı nedeniyle çekirdeksiz tane oluşumudur.

Tane tutumunun %30'un altında gerçekleşmesi ise "zayıf veya yetersiz tane tutumu" olarak adlandırılmaktadır (May 2004). Yetersiz tane tutum arasında en yaygın görülen mekanizmalar boncuklanma (millerandage) ve silkme (coulture)'dir (Ebadi vd. 1995, Collins ve Dry 2009, May 2004, Longbottom 2007, Tabing vd. 2013). Boncuklanma salkıma özgü büyüklükteki çekirdekli tane ile birlikte çekirdeksiz küçük taneler ve canlı-yeşil ovaryumların (LGO) aynı salkım üzerinde bulunması olarak tanımlanmaktadır. Silkme ise çiçek veya tane tutumunun ardından oluşan LGO'ların çiçek salkımından dökülmesidir. Fransızca bir terim olan ve ilk defa Nedeltcheff (1930) tarafından adlandırılan millerandage, bağcılıkta Türkçe "boncuklanma" olarak tanımlanmıştır (Fidan, 1985). Normal çekirdekli tane tutum mekanizmasına sahip üzüm çeşitlerinde boncuklanma ve silkmenin gerçekleşmesi verim ve kalite kusurudur (Longbottom 2007, Collins ve Dry 2009, Kidman vd. 2014, Alva vd. 2015). Çekirdeksiz küçük taneler, çiçeklenme öncesi veya çiçeklenme sırasında anormal gelişen tohum taslağı ve döllenmede yaşanan kusurlardan kaynaklanan stimülatif - vejetatif partenokarpi veya stenospermokarpi tane tutum meknizmaları ile meydana gelmektedir. Küçük çekirdeksiz partenokarpik taneler çeşide özgü renk alıp olgunlaşabilirler. Canlı - yeşil ovaryumlar (LGO) ise tozlanmanın ardından polen tüpünün gelişememesi ile yetersiz döllenme sonucu stimülatif partenokarpik tane tutumu ile oluşmuştur. Bununla birlikte, LGO'ların ovülleri normal bir çekirdeğe sahiptir ancak bir embriyo kesesinden yoksundur. Bu taneler salkım üzerinde hasada kadar küçük yapılı ve yeşil renkte kalarak olgunluk ve renk değişimi göstermemektedir (Friend vd. 2009, Baby 2014). Boncuklanma sorunu aynı zamanda çeşit hassasiyetidir. Özellikle Cabernet Sauvignon, Chardonnay, Merlot, Nebbiolo, Sangiovese, Sauvignon Blanc, Syrah, Tempranillo, Zinfandel, Carménère, Malbec, Pinot Noir, Semillon, Kabuğuyufka çekirdekli üzüm çeşitlerinin boncuklanma eğilimi gösterdiği bilinmektedir (Odabaş vd. 2007, Dry vd. 2010, Collins vd. 2009, Gutiérrez-Gamboa vd. 2018). Verimin temel bileşeni olan generatif performans, sadece tane tutumunu ifade etmemektedir. Asmada tane tutumu salkımdaki çiçek sayısının toplam taneye (çekirdekli ve çekirdeksiz küçük taneler) oranını kapsadığı için generatif performansın değerlendirilmesini tam anlamıyla karşılayamamaktadır. Bu nedenle zayıf tane tutumu sergileyen çekirdekli çeşitlerde çekirdekli küçük tane ve LGO'ların görülme derecesi ve etki eden etmenlerin incelenmesi önem kazanmaktadır.

Boncuklanma kusurunun ortaya çıkması gözlerin uyanması ile çiçeklenme sonu arasında generatif gelişmeyi şekillendiren faktörler ile ilişkilidir. Genetik olarak kontrol edilen kusurlar (çiçek kısımlarının, çiçek tozunun, embriyo kesesinin, embriyonun ve endospermin anormal gelişimi, tozlanma ve döllenme kusurları) dışında; çiçek organlarının gelişmesi ve çiçeklenme sırasında karşılaşılan çevresel ve fizyolojik faktörler ile bunları düzenleyen yetiştiricilik uygulamaları tane tutumu üzerinde etkili diğer önemli etmenlerdir (Jones ve Comita 2008, Robinson ve Harding 2015). İlkim koşulları, çiçeklenme ve döllenmede etkin rol oynamaktadır. Çiçeklenme sırasında görülen yağış, taç yaprakların dökülmemesine neden olup tozlanma ve döllenmeyi engelleyerek tane tutumunu azaltabilir. Yağış, yüksek nem, rüzgar ve sıcaklık koşulları çiçek tozu canlılığı, stigma sıvısının niteliği, polen tüpünün çimlenmesi ve uzamasında etkilidir (May 2004, Bahar vd. 2009, Williams vd. 2018). Sıcaklığın bitki bünyesindeki hormonların salınım dengesi üzerinde büyük etkisi bulunmaktadır. Kış gözü içerisindeki taslağın (anlagenin) farklılaşması sırasında düşük sıcaklıklar giberellin sentezini artırarak taslakların sürgün oluşumuna, 20-25 °C sıcaklıklar ise sitokinin sentezini teşvik ederek çiçek salkımı oluşumuna neden olmaktadır (Friend 2005).

yapısına zarar verir ve karbonhidrat sentezini azaltır, bu da bitkide çiçek tozu gelişiminin bozulmasına neden olabilir (Yu vd. 2002, Williams vd. 2005, Longbottom vd. 2010). Asmanın mineral beslenme düzeyi çeşit/anaç ilişkisine bağlı olup anaçtan anaca besin element alımı farklılık göstermektedir. Dolayısıyla bu üç iz elementin dışardan uygulama gerekmeksizin anaç seçimi ile generatif performansı düzenleyebileceği belirtilmiştir (Kidman vd. 2013, Verdugo-Vásquez vd. 2021).

Hücre duvarının bileşenlerinden olan ramnogalakturonan II (RGII) zincirine bağlanarak pektik polisakarın çapraz bağlanmasında görev alan B, polen tüpü gelişiminde önemlidir. B eksikliğinde, çekirdek oluşumunu olumsuz etkilediği için çekirdeksiz küçük tane oluşumunu artmasına neden olurken yüksek miktarda olması da toksik etki yapmaktadır. Bu nedenle borun bitki dokularında kontrollü ve verimli bir dağılım göstermesi gereklidir. Bitkilerde B genellikle borik asit/borat formunda difüzyon yolu, majör intrinsik proteinler (MIP) ailesinin bazı nodulin-26 benzeri intrinsik protein (NIP) kanalları ve BOR taşıyıcıları tarafından alınıp taşınmaktadır. Toprakta yeterli miktarda B bulunması durumunda difüzyonla alınırken, düşük ve yüksek bor koşullarında NIP kanalları ve BOR taşıyıcıları ile taşınmaktadır. Borun moleküler düzeyde taşınmasının iyi anlaşılması bor yetersizliğinin çözümünü bulmak için önem kazanmıştır. Bu kapsamda yapılan çalışmalar ile yüksüz ve küçük moleküler çaplı olan borik asitin, üre ile benzerliğinden yola çıkarak düşük bor konsantrasyonlarında NIP5;1 kanalı ile kökler tarafından alındığı ve BOR1/BOR2 taşıyıcıları ile ksileme yüklemesinde görev aldığı belirlenmiştir. Ardından NIP6;1 kanallarının aktif olmasıyla merkezi silindirik parankima hücrelerinde bulunan boğumlardan ksilemden floeme taşınmaktadır. Böylece borun emilimi artar ve köklerdeki konsantrasyonu yükselir, bu elementin homeostazını (değişen koşullarda iç dengenin aktif düzenlemesi) koruyarak diğer dokulara taşınmasına izin verir (Tanaka ve Fujiwara 2008, Reid 2014, Ozyigit vd. 2020).

Biyolojik sistemde borun taşınmasında ilk tanımlanan *A. thaliana* model bitkisinde AtBOR1 taşıyıcısı olmuştur. Asma genomunda AtBOR1'in homoloğu olan VvBOR1 – VvBOR6 olan altı gen belirlenmiştir. Bor eksikliği ile ilişkilendirilen AtBOR1 geni ve ortalogu olan pirinç bitkisinin bor taşıyıcısı OSBOR1 geni ile yüksek özdeşlik gösteren VvBOR1, VvBOR2 ve VvBOR3 genleri de bor eksikliğinde asmada bor alımı ve

ksileme yüklenmesinde görev alan taşıyıcılar olarak sınıflandırılmıştır. Öte yandan, BOR4, BOR5 ve BOR6 bor fazlalığında kökten toprak çözeltisine borik asitin akışını gerçekleştiren taşıyıcılar olarak gruplandırılmıştır (Takano vd. 2006, Miwa vd. 2007, Takana vd. 2008, Reid 2014, Geros vd. 2015). Yüksek veya düşük bor konsantrasyonunda asma fizyolojisinin nasıl etkilendiği ve hücrede nasıl taşındığı hakkında bilgi vermektedir. Ayrıca boncuklanma problemi gösteren Carménère ve Cabernet Sauvignon üzüm çeşitlerinde BOR taşıyıcı genlerin, asmada fenotipik gözlemlenen bor eksikliği belirtilerini azalttığı ve VvBOR1 geninin çiçeklenme başlangıcı ile olgunluk dönemine kadar farklı fenolojik dönemlerde en yüksek ifade düzeyinin tane tutum döneminde gerçekleştiği, çekirdeksiz küçük tanelerde bastırıldığı ve çekirdekli tanelerde çekirdeksiz tanelere göre daha yüksek olması boncuklanma ile yakından ilişkisini göstermiştir (Pérez-Castro vd. 2012, Geros vd. 2015, Alva vd. 2015).

Ülkemiz bağcılığının önde gelen kaliteli kırmızı şaraplık üzüm çeşidi olan Kalecik Karası çekirdekli bir üzüm çeşidi olmasına rağmen salkımları üzerinde değişen oranlarda partenokarpik tane oluşumu ile şekillenen boncuklanma eğilimi bulunmaktadır. Çeşidin bu karakteri gözlem dışında çok az sayıda çalışmada ifade edilmiş, çeşide özgü bir kusur olarak değerlendirilmiştir (Ağaoğlu ve Karataş 2003). Kalecik Karası'nın *in vitro* koşullarda çiçek tozu çimlenme özelliği bakımından elde edilen bulgular tozlanma bakımından sorun olmadığını göstermektedir. Ancak çeşidin bağ koşullarında generatif performansı konusunda yeterli bilgi bulunmamaktadır. Bu çalışmada, Kalecik Karası'nın temel fizyolojik problemi olan boncuklanmanın, üç farklı çeşit/anaç kombinasyonu üzerinde incelenmesi amaçlamıştır. Kalecik Karası'nın verim esasına dayanan anaç seçimi çalışmalarından (Çelik vd. 1999) farklı olarak tane tutumunu etkileyen generatif performans izlenerek anaç seçimi çalışmaları için yeni bilgiler üretilmiştir. Bu kapsamda çiçeklenme, tane tutumu, ben düşme öncesi, ben düşme, ben düşme sonrası, olgunluk zamanı olmak üzere altı fenolojik dönemde çiçeklenme-döllenme biyolojisi, generatif performansı ile yaprak ve çiçek tozlarının bor, çinko, molibden elementlerine dayalı beslenme düzeylerinin belirlenmesine bağlı olarak tane tutumu incelenmiştir. Generatif performansın karşılaştırılabilmesi için aynı koşullarda ve aynı anaçlar üzerine aşılı normal tane tutumu gösteren Narince üzüm çeşidi kontrol olarak kullanılmıştır. Buna ek olarak, Kalecik Karası üzüm çeşidinde

çekirdekli normal taneler ile çekirdeksiz küçük taneler arasında bor elementinin taşınmasında görev aldığı belirlenen VvBOR1, VvBOR3 ve VvBOR4 genlerinin ifadesi incelenmiştir.



2. KURUMSAL TEMELLER

2.1 Generatif Organların Morfolojisi ve Çiçek Tozu Kalitesi Üzerine Çalışmalar

Asmalarda salkım, çiçek taslaklarından taneye kadar ulaşan uzun yolculuğun sonunda şekillenir. Bu sürecin en önemli aşamalarından biri çiçeklenmedir. Döllenme biyolojisi çiçek eşey hücreleri ve organlarının gelişmesine bağlıdır. Asmada çiçek tozlarının kalitesi (çiçek tozu miktarı, canlılığı, çimlenme oranı) başarılı bir tozlanma ve döllenmeyi başlatır ve şekillendirir (Vasconcelos vd. 2009).

Vitis vinifera L. üzüm çeşitleri genel olarak erdişi (hermafrodit, erselik) çiçek yapısına sahiptir. Ancak erkek çiçek, morfolojik erdişi fizyolojik erkek çiçek ve morfolojik erdişi fonksiyonel dişi çiçek yapısı görülmektedir. Fonksiyonel dişi çiçeğe sahip asmalarda erkek organlar aşağı doğru kıvrık olup, başçıklarda (anterlerde) bol miktarda çiçek tozu üretmesine rağmen çiçek tozları canlı değildir. Bu nedenle döllenme için yabancı tozlanma gereklidir (May 2004, Vasconcelos vd. 2009, Keller 2010, Williams vd. 2018). Asma çiçek salkımı üzerinde yüzlerce çiçek bir arada bulunur. Çiçekler birleşmiş halde taç yaprakların oluşturduğu korolla (taç), sepal (çanak, kaliks) yapraklar, bir dişi organ, beş erkek organ ve nektarlar oluşmaktadır. Dişi organ tepcecik (stigma), boyuncuk (stilus) ve yumurtalık (ovaryum) kısımlarından oluşur. Tepcecik salgıladığı sıvı ile üzerine ulaşan çiçek tozlarını tutar ve çimlenerek polen tüpü başlangıcına imkan sağlar. Boyuncuk, tepceğe ulaşan çiçek tozunun polen tüpü oluşumu ile yumurtalığa ulaşmasının devam ettiği kısımdır. Yumurtalık dört tohum taslağına sahiptir. Erkek organ, çiçek tozunu taşıyan başçık (anter) ve bunu çiçek tablasına bağlayan sapçık (filament) adı verilen iki kısımdan oluşmaktadır. Her bir başçık dört çiçek tozu kesesi içeren iki adet tekadan oluşmaktadır. Genel olarak, *Vitis vinifera* L. türünde çiçek tozu yapısal olarak, uzun ekvatorial (eliptik- oblong) veya küresel yapıda, üç kolpus ve üç pora sahip olan trikolporat formdadır (May 2004, Marasalı vd. 2005, Pereira vd. 2018). Çiçek tozu polimorfizmi, asma çeşitleri arasında sıklıkla görülmektedir. Özellikle, bazı düşük verimli asma çeşitlerinde, bikolporat (tek porlu), akolporat (porsuz), çökmüş veya buruşmuş morfoloji gösteren yapısal olarak anormal yapıda çiçek tozları gözlemlenmiştir (Caporali vd. 2003, Abreu vd. 2006, Pereira 2018).

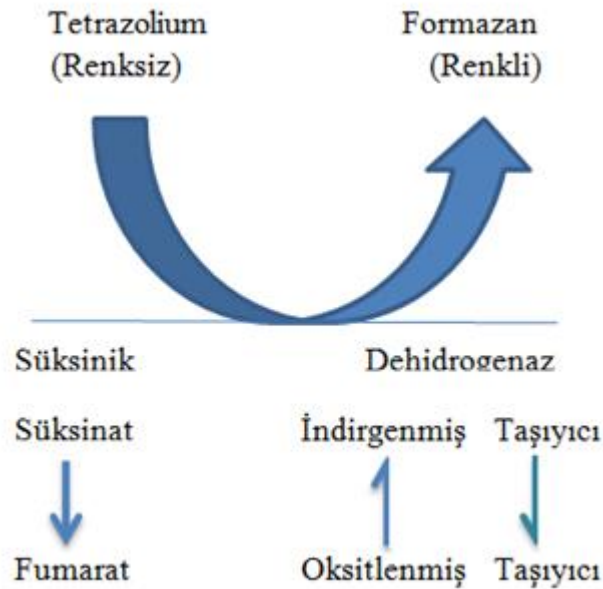
Çiçek tozu kalitesi ile tane tutumu arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. Çiçek tozu kalitesinin ifade edilmesinde kullanılan en önemli ölçütlere bakıldığında çiçek tozu canlılığı, çimlenme gücü, miktarı ve anormal çiçek tozu miktarının düşük olması önem kazanmaktadır (Eti 1990, Alonso vd. 2013, Pereira vd. 2018). Bu amaçla çiçek tozu miktarının belirlenmesinde daha çok “hemasitometrik yöntemler” ile *in vitro* canlılık ve çimlenme testleri kullanılmaktadır. *In vivo* çimlenme ve polen tüpü gelişim testlerinin zaman alıcı olması, çok fazla örnek için pratik olamaması, çimlendirme ortamının bileşimi, sıcaklık, nem ve çiçek tozu miktarı gibi farklı faktörlerden etkilenmesi nedeniyle tercih edilmediği belirtilmiştir (Dafni ve Firmage 2000).

Çiçek tozu canlılığının belirlenmesinde canlılık testlerinin başarısı önem kazanmaktadır. Canlılık testlerinin başarısı enzim aktivitesi, sitoplazma içeriği, plazmodezma bütünlüğü ve sıcaklık gibi birçok faktöre bağlıdır. Ayrıca canlılığın zamanla kaybolması nedeniyle (farklı koşullarda farklı oranlarda enzimler indirgenir) canlılık testleri çimlenme oranlarıyla karşılaştırılmalıdır. Çiçek tozu canlılık testlerinde cansız hale getirilmiş çiçek tozları ile kontrol yapılması önem kazanmaktadır. Çiçek tozu canlılık testi çalışmalarının çok azında cansız çiçek tozları ile kontrol sağlanmıştır. Bu kontrollerde şimdiye kadar kullanılan birçok testin cansız çiçek tozlarını da boyadığı görülmüştür. Bu nedenle yapılan her çalışmada canlılık testlerinin cansız çiçek tozları ile kontrolünün sağlanması önerilmektedir (Khatun ve Flowers 1995, Rodriguez-Riano ve Dafni 2000, Dafni ve Firmage 2000, Huang vd. 2004, Wang vd. 2004, Ge vd. 2011, Beck-Pay 2012, Mazzeo vd. 2014, Luria vd. 2019).

Üzüm çeşitlerinde çiçek tozu canlılıklarının belirlenmesinde farklı canlılık testleri kullanılmış olmakla birlikte önceki çalışmalarda cansız çiçek tozlarının boyanmasına olan etkileri bakımından karşılaştırmaya rastlanılmamıştır.

Asma çiçek tozu canlılığının değerlendirilmesinde 2,3,5 Trifenil tetrazolyum klorür (TTC), İyotlu Potasyum İyodür (IKI), Floresan diasetat (FDA) ve Asetokarmin en yaygın kullanılan testlerdir. Çiçek tozu canlılıklarının değerlendirilmesinde kullanılan testlerde boya maddesinin hücresel bölgelere göre tepkime göstermesine bağlı oluşan renk ile değerlendirme yapılmaktadır. Çiçek tozu canlılık testlerinde en fazla kullanılan

boyama yöntemlerin TTC, IKI, Asetokarmin ve FDA testleridir. TTC testi, trifenil tetrazolyum klorür boyar maddesinin dehidrogenaz enzimini indirgeme özelliğine dayanmaktadır (Şekil 2.1). Canlı çiçek tozlarının koyu kırmızıdan açık pembeye kadar boyanmasını sağlar (Şensoy vd. 2003, Gottardini vd. 2008). IKI, iyotlu potasyum iyodürün hazırlanması diğer bir ifade ile potasyum iyodür ve iyot elementinden elde edilen çözeltidir. Bu boya etki ettiği hücresel maddelere göre farklı renk almaktadır. Hücre yapısında sitoplazma ve selüloz varlığına bağlı olarak çiçek tozu kahverengi tonlarında boyanmaktadır (Johansen 1940, Stanley ve Linskens 1974, Şensoy vd. 2003). Asetokarmin canlılık testi ise, karmin boyasının asetik asit ile hazırlanmış çözeltisidir. Kromatin ve ribonükleik asitin boyanması ile elde edilen kırmızı tonlardaki renklerin değerlendirilmesi esas alınır (Barrow 1983). FDA, floresan diasetat testi hücre sitoplazmasındaki aktif esterazların varlığını ve hücre zarı sağlamlığını değerlendiren ve floresan ışınımı ile görünür hale getiren bir tekniktir (Shivanna ve Rangaswamy 1992). Floresan olmayan yağ asitleri canlı hücre içine girer ve hızla hidrolize edilir. Hücrenin sağlam hücre zarı varsa, polar molekül olan floresanın hücreden çıkış hızı daha yavaş olduğu için hücre içinde birikerek parlak görünüşünü alır (Heslop-Harrison vd. 1984).



Şekil 2.1 Tetrazolyum boyama reaksiyon şekli (Hauser ve Marrison 1964).

Çiçek tozları başçıklardan (anterlerden) salınıp tepelik yüzeyindeki tek hücreli papillaya yapışır ve polen tüpü oluşturarak çimlenir. Çimlenmenin ardından polen tüpü

yumurtalığa doğru büyür ve embriyo kesesine ulaşarak mikropil yoluyla yumurtalığın içine girer (Ebadi 1996, Longbottom 2007). Polen tüpü, tepecik (stigma) ve mikropil arasındaki mesafeyi başarılı bir şekilde ulaşabilmesi için 1,7-2,0 mm uzunluğa ulaşmalıdır (May 2004). Tepecik yüzeyindeki tüm boşlukları dolduran yapışkan bir sıvı ile kaplıdır. Çiçek tozu bu yüzeye yapıştıktan sonra su alarak enzim aktivasyonu ile birlikte protein ve enzimlerin sentezi başlar. Sonraki aşamada polen tüpü oluşumu gerçekleşir. Bu oluşumu sıcaklık, su, oksijen ve çevresel osmotik basıncın yanı sıra çiçek tozundan ve iletilen dokulardan ulaşan besin elementlerinden etkilenmektedir (May 2004, Vasconcelos vd. 2009, Baby 2014). *In vitro* çiçek tozu çimlenme çalışmalarında, polen tüpü gelişimi için bor ve kalsiyumun gerekli olduğu, çinko, molibden, azot, potasyum gibi mikro ve makro elementlerin eksikliğinde gelişimin geciktiğini belirtilmiştir (Rogiers vd. 2017, Pereira vd. 2018, Fang vd. 2019, Zheng vd. 2019, Sharafi ve Raina 2021). *In vitro* çimlenme testleri genellikle sakkaroz ve çimlenme üzerinde etkili olduğu belirlenen besin elementlerini içeren petride agar (doymuş petri) ve asılı damla yöntemleri kullanılarak yapılmaktadır (May 2004). Polen tüpü uzunluğu çiçek tozu çapından daha büyük olması durumunda çimlenmiş olarak hesaplanmaktadır (Nepi ve Franchi 2000). *In vitro* çiçek tozu çimlenmesi, *in vivo* koşulları simüle etmeyi amaçlar. Laboratuvarı, gerçek çimlenme potansiyeline mümkün olduğunca yakın bir çimlenme yüzdesi elde etmek için çimlenme ortamı, sıcaklık ve nem koşulları gibi her tür için çeşitli parametreler optimize edilmelidir (Shivanna ve Johri, 1985, Pinillos ve Cuevas, 2008, Pereira vd. 2018). Çiçek tozu çimlenmesi için optimum sıcaklık genotipe bağlı olmakla birlikte asma çiçek tozları için 25-30°C arasında olduğu belirtilmiştir (Ebadi vd. 1995, Dokoozlian 2000, Pereira vd. 2018).

Asma çiçek tozları canlılığı üzerine yapılmış çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Tangolar ve ark. (1999), 8 farklı üzüm çeşidinde yaptığı çalışmada FDA canlılık oranlarının (%13,68 - %65,74) TTC oranına (%72,84 - %88,52) göre düşük olduğunu tespit etmiştir. Çimlenme oranı dört farklı sakkaroz karışımı (%5, 10, 15 ve 20) ile petride agar yöntemi ve üç farklı sakkaroz (%5, 10 ve 15) karışımı ile asılı damla yöntemi ile yapılmıştır. Aynı sakkaroz ortamı içeren çimlendirme yöntemleri karşılaştırıldığında petride agar uygulaması asılı damla uygulamasına göre daha

düşüktür. Ancak 2B-56 çeşidinde çiçek tozları asılı damla yönteminde çimlenme gerçekleşmezken (%0) petride agar yönteminde (%30,11, %43,20 ve %34,16) çimlenme tespit edilmiştir. Çiçek tozlarının farklı koşullarda farklı değerler verebileceği için çimlendirme denemelerinin en az iki farklı yöntem kullanarak ve farklı konsantrasyonlarda yapılmasını önermiştir. Canlılık ve *in vitro* çimlenme oranları karşılaştırıldığında sonuçların paralellik göstermediğini ve her çeşit için ön deneme yapılarak çeşide uygun testlerin seçilmesi gerektiğini belirtmiştir. Bir çiçekteki ortalama başçık sayısı 4,8 - 5,4 arasında, bir çiçekteki ortalama çiçek tozu sayısı 5191 ile 7518 arasında ve bir başçıkdaki ortalama çiçek tozu sayısı 1007 ile 1342 arasında bulunmuştur. Morfolojik olarak normal çiçek tozu oranı %53,85 ile 72,76 arasında tespit edilmiştir.

Kelen ve Demirtaş (2003), Isparta ilinde sekiz sofralık üzüm çeşidinin çiçek tozu kalitesini incelemiştir. Çiçek tozu canlılık oranları TTC testinde %31,5 canlı %24,7 yarı canlı toplamda %56,3 canlı oranı ile %68,8 canlı %18,5 yarı canlı toplamda %87,3 canlı oranı arasında değişirken, FDA testinde %23,8 ile %80 arasında değişmiştir. Çalışmada TTC ve FDA testleri paralel sonuçlar vermiştir. Çimlenme oranları %20,0 sakkaroz ortamı ile asılı damla yönteminde %0,0 ile %75,0 arasında ve %1,0 agar + %15,0 sakkaroz ortamı ile doymuş petri yönteminde %1,3 ile %81,0 arasında değişmiştir. Artan sakkaroz konsantrasyonuna bağlı olarak polen çimlenme oranı da artmıştır. Bir çiçekteki anter sayısı 5,0 – 6,0 arasında, başçık başına çiçek tozu sayısı 675,0 ile 1406,0 arasında ve çiçek başına çiçek tozu sayısı 2906 ile 9000 arasında tespit edilmiştir.

Korkut vd. (2004), bazı üzüm çeşitlerinde yaptığı çalışmada çiçek tozlarının trikolporat ve hegzagonal yapıda olduğunu belirtmiştir. Çeşitlerin Asetokarmin canlılık testi ile canlılık oranı %100 - 54,8 arasında, %1 agar + %15 şeker içeren ortamda petride agar yöntemi kullanarak *in vitro* çimlenme oranı %19,68 - 81,40 arasında tespit edilmiştir. Çeşitler arasında bulunan Kalecik Karası üzüm çeşidi %79,3 canlılık ve %63,925 çimlenme oranı vermiştir. Chardonnay üzüm çeşidinde düşük canlılık ve çimlenme oranı elde edilmesine rağmen Pinot Noir ve Gamay üzüm çeşitlerinde yüksek canlılık oranı ancak düşük çimlenme oranı olmasını çelişkili bir durum olarak ifade etmiştir.

Marasalı vd. (2005), 8 üzüm çeşidinin çiçek tozu morfolojisini incelediği çalışmada Hönüsü ve Karagevrek çiçek tozlarının inapertür (akolporat) yapıda olduğunu ifade etmiştir. Diğer çeşitler asmalarda sıklıkla görülen trikolporat formdadır. Trikolporat yapıdaki çiçek tozları 1,09 - 1,16 P/E oranı ile prolat-sferoidal ve subprolat şekle sahipken, inapertür formdaki çiçek tozları 0,84 - 0,97 P/E oranı ile suboblat ve sferoidal şekilde olduğu belirtilmiştir. Beyaz Çavuş 19,0 x 22,4 µm, Siyah Gemre 24,3 x 21,0 µm boyutuna (polar ve ekvatorial), Yalova İncisi, Ata Sarısı, Uslu ve Tahannebi çiçek tozları benzer boyutta elde edilmiştir. Hönüsü 26,7 µm ekvatorial değeri ile diğerlerinden farklı yapıya sahiptir.

Abreu vd. (2006), Portekiz için önemli bir çeşit olan Loureiro üzüm çeşidinin bazı asmalarında çok düşük verim elde edilmesinin nedeni anlamak için çiçek tozu yapısını, canlılık ve çimlenme oranını incelemiştir. Yapılan çalışmada Loureiro çiçek tozlarının trikolporat ve akolporat (kolpus veya por içermeyen) yapıda olduğu tespit edilmiştir. Her iki polen tipinin de generatif ve vejetatif hücreleri ile organellerden zengin yoğun bir sitoplazma bulunduğu belirtilmiştir. FDA testi ve petride agar yöntemi ile belirlenen canlılık ve çimlenme testlerinde akolporat çiçek tozlarının trikolporat ile aynı oranda canlı olduğu ancak çimlenme yeteneğinin olmadığı görülmüştür. Araştırmacılar, akolporat çiçek tozuna sahip Loureiro çeşitlerinin tespit edilip trikolporat yapıya sahip olanlar ile değiştirilmesi ile düşük verim sorunun çözümleneceğini açıklamıştır.

Sabır (2015a), Sultani Çekirdeksiz ve Narince üzüm çeşitlerinin mikronize kalsit ve deniz yosunu uygulamalarının çiçek tozu verimine etkisini araştırmıştır. Uygulama sonucunda TTC canlılık testi ile canlılık oranı ve petride agar metodu ile çimlenme (%15 sakkaroz, %1 agar ve 100 mg L⁻¹ borik asit) oranında artış tespit etmiştir. Narince üzüm çeşidi kontrol grubunda %55,3 canlı, %22,4 yarı canlı toplamda %77,7 arasında canlılık oranı ve %40,3 -4 9,6 arasında çimlenme oranı belirlenmiştir. Sultani çekirdeksiz kontrol grubunda ise %65,5 canlı, %20,0 yarı canlı ve toplamda %85,5 canlılık oranı ve %20,7-25,6 çimlenme oranı elde edilmiştir. Her iki çeşitte de canlılık oranı ile çimlenme arasında pozitif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir.

Kara vd. (2017), Ekşi Kara üzüm çeşidinin klon seçim çalışmasında seçilen 220 asmanın döllenme biyolojisini incelemiştir. TTC canlılık testi ile %38,5 ile %96,83 arasında canlılık oranı ve beş farklı petride agar yöntemi ile %0 ile %3,33 arasında çimlenme oranı tespit etmişlerdir. Bu nedenle kendi kendine verimli bir klon adayı tanımlanmamıştır.

Pereira vd. (2018), *Vitis vinifera* L.'nin 15 çeşidinin çiçek tozu kalitesini incelemiştir. FDA canlılık testi kullanılarak belirlenen canlılık testinde, 13 çeşidin %50'den yüksek değer gösterdiği ve 8 çeşidin %75'in üzerinde değerlere ulaştığı gözlemlenmiştir. Çiçek tozu çimlenme oranı iki farklı ortam (%20 sakkaroz + %0,6 agar ile 1. ortamda 100 ppm borik asit 2. ortamda 300 ppm kalsiyum nitrat) kullanılarak değerlendirilmiştir. Touriga Nacional üzüm çeşidinde düşük çimlenme ve canlılık oranı vermesini çeşidin tane tutumu problemleri ile ilişkilendirilebileceğini belirtmişlerdir. Çalışmada Cabernet Franc ve Cabernet Sauvignon üzüm çeşitlerinde çok düşük (%0 ile %11,7 arasında) çimlenme oranına rağmen %65 - 75 oranında canlılık oranı elde etmişlerdir. İncelenen asma çeşitlerinin çiçek tozlarında %95'den fazla oranda trikolporat yapı görülmüş, çok düşük oranda 1,2 veya 4 apertüre sahip çiçek tozu da tespit edilmiştir.

Korkutal vd. (2019), Şiraz üzüm çeşidinde su stresinin çiçek tozu kalitesi ve tane tutumuna etkisini araştırmıştır. Su stresi uygulaması Asetokarmin canlılık testi kullanılarak elde edilen canlılık oranında (%93,71 - %95,76) farklılık yaratmamıştır. Ancak uygulanan su stresi çimlenme oranının %41,91'den %31,31'e, tane tutum oranının da %80,32'den %54,81'e düşmesine neden olmuştur. Korkutal vd. (2011), benzer şekilde Merlot üzüm çeşidinde yapılan incelemede Asetokarmin ile canlılık oranı %89,96 ile %91,63 arasında elde edilmiş olup su stresi uygulaması bir farklılık oluşturmamıştır. Ek olarak, çimlenme oranı %11,27'de iken en yüksek su stresi uygulaması ile %7,81'e düşmüştür.

İşçi (2021), 10 üzüm çeşidinin çiçek tozlarının morfolojik yapısını ve canlılık ile çimlenme özelliklerini incelemiştir. Çiçek tozu genişliğini 10,12µm - 22,44µm, uzunluğunu 16,26µm - 29,91µm ve P/E oranını 1,08 - 2,55 arasında ölçmüştür. TTC canlılık testi ile %11,75 - 84,25 arasında canlılık oranı ve %29,25 - 87,25 arasında

çimlenme oranı elde etmiştir. Çiçek tozu özellikleri arasında ilişki incelendiğinde en yüksek korelasyon değeri TTC canlılık oranı ile P/E oranı arasında tespit edilmiştir. Çalışmada çiçek tozu şeklinin prolat-sferoidal, subprolat ve perprolat olduğu belirtilmiştir. Ayrıca incelenen üzüm çeşitlerinde (Foça Karası, Mahrabaşı, Alphonse Lavallée, Cinsaut, Malbec, Italia ve Yuvarlak Çekirdeksiz) akolporat (porsuz), çökmüş veya buruşmuş morfoloji gösteren yapısal olarak anormal taneler gözlemlenmiştir. Bu çiçek tozları canlı fakat çimlenme oranları düşük olduğu gözlemlenmiştir.

Gökbayrak ve Engin (2022), Cardinal üzüm çeşidinin farklı gelişim aşamalarında çiçek tozu morfolojisi, Asetokarmin canlılık testi ve petride agar (%20 sakkaroz ve %1 agar) yöntemi kullanarak çiçek tozu canlılık ve çimlenme oranını incelemiştir. Çalışmada %81 oranında yüksek canlılık oranı ve %31 çimlenme oranı ile çiçek tozunun yaklaşık 25µm boyutunda ve eliptik-oval küre şeklinde olduğu belirtilmiştir.

Cansızlaştırılmış çiçek tozları kullanılarak uygulanan çiçek tozu canlılık çalışmaları aşağıda sunulmuştur.

Khatun ve Flowers (1995) pirinç çiçek tozlarında Anilin mavisi, TTC, MTT ve FDA canlılık testleri ve %20 sakkaroz ve 20 ppm borik asit içeren petride agar yöntemi ile çimlenme oranını belirlemiştir. Çalışmada 80°C’de 24 saat tutularak cansız hale getirilmiş çiçek tozları ile canlılık testlerinin uygulanabilirliği kontrol edilmiştir. Buna göre Anilin mavisi ve TTC canlılık testinin ısıtılarak cansız hale getirilmiş çiçek tozlarını boyadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle pirinç çiçek tozlarının canlılık oranının değerlendirilmesinde uygun olmadığını belirtmişlerdir. MTT testinde ısıtılarak cansız hale getirilmiş çiçek tozları boyanmamıştır. Bu canlılık testi prosedürünün güvenilirliğini sağlamak amacıyla boyanan çiçek tozları *in vitro* çimlendirme testine tabi tutulmuş ve canlılık ile çimlenme arasında pozitif bir korelasyon tespit edilmiştir. FDA canlılık testinde ise ısıtılarak cansız hale getirilen çiçek tozları boyanmamıştır. Ancak canlı çiçek tozları parlak renk alırken bazı çiçek tozlarının sitoplazma içeriğine bağlı olarak daha az parlak veya mat olması canlı veya cansız sayılma durumunu belirsiz kıldığı için çalışmaya dahil edilmediği belirtilmiştir.

Rodriguez-Riano ve Dafni (2000), canlı ve 80°C’de 2 - 24 saat sıcaklık uygulamasıyla cansız hale getirilmiş çiçek tozları kullanılarak dört farklı (Baker’s, X-Gal, MTT ve p-Phenylenediamine) canlılık testinin sekiz farklı tür için çiçek tozu canlılık oranının belirlenmesinde uygunluğunu *in vitro* çimlenme oranları ile karşılaştırarak incelemiştir. Baker’s ve X-Gal testlerinin cansızlaştırılmış çiçek tozlarını boyadığı görülmüştür. MTT testinde cansızlaştırılmış çiçek tozlarını nadiren boyadığı görülmüştür. Ancak cansız çiçek tozları canlı olanlara göre daha açık renkli boyandığı için dikkatli kullanılması gerektiği ifade edilmiştir. P-fenilendiamin canlılık testinde cansız çiçek tozları grimsi – kahverengine boyanması ile canlı olanlardan daha belirgin renk farkının oluşması ve sıcaklık uygulaması ile cansızlaştırılmış çiçek tozlarını boyamaması daha güvenilir bir yöntem olduğunu ortaya koymuştur. Çalışmada çimlenme oranı genel olarak %60,1 ile %90,1 arasında elde edilmiştir ve bu türlerde çimlenme oranı ile MTT ve p- fenilendiamin testlerinde canlılık oranı yüksek bir korelasyon göstermiştir. İki türde düşük çimlenme görülmüştür. Canlılık oranının %61,20-69,92 arasında olduğu ancak çok düşük çimlenme oranı (%28,7) görülen *Crocus hyemalis* türünde çiçek tozu morfolojik anormalinin sık görüldüğü belirtilmiştir. İkinci tür ise çiçek tozlarının yaklaşık %40-50’sinin cansız olduğu *Oxalis pes-caprae*’de çimlenme %42,8 ve canlılık oranı %55,04 - 59,00’dur.

Kovács (2000), kardelen (*Galanthus nivalis* L.) çiçek tozlarının 80°C 12 saat sıcaklık uygulaması ile TTC, Baker's, MTT ve FDA canlılık testi yöntemlerin kontrolünü sağlamış ve TTC ve Baker’s yönteminin cansız çiçek tozlarını boyadığını tespit etmiştir.

Huang vd. (2004), *Leymus chinensis* türü çiçek tozları ile yaptığı çalışmada İKI testinin yüksek canlılık oranı gösterdiğini, TTC testinin *in vivo* çimlenme oranı ile karşılaştırıldığında makul bir canlılık oranı gösterdiğini belirtmiştir. Cansızlaştırılmış çiçek tozu uygulaması (80°C 2 saat) ile TTC canlılık testinin cansız çiçek tozlarında boyanma göstermediğini ancak İKI testinde boyandığını belirtmiştir.

Wang vd. (2004), *Festuca arundinacea* çiçek tozlarının canlılığının belirlenmesinde kullanılan X-Gal, Anilin mavisi, TTC, MTT, İKI ve FDA canlılık testlerinin sıcaklık uygulaması (80°C 2 saat) ile kontrolünü gerçekleştirmiştir. Sonuç olarak, *in vitro*

çimlenme testleri ile paralel kontrolü de sağlanmış olan FDA testinin buğdaygiller için uygun test olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Ferrara vd. (2008) ve Mazzeo vd. (2014) dört farklı zeytin çeşidinde (*Ascolana Tenera*, *Cazzinicchio*, *Cima di Melfi* ve *Coratina*) yaptıkları çalışmalarda Asetokarmin canlılık testi sıcaklık uygulaması (80°C) ile cansızlaştırılmış çiçek tozlarını boyamıştır. FDA testinin zeytin çeşitleri için güvenilir olduğu-ve *in vitro* çimlenme testleri ile önemli bir korelasyon gösterdiği-bildirilmiştir.

Ge vd. (2011), *Panicum virgatum* türünde 2 saat 80°C sıcaklık uygulanmış çiçek tozları ile kontrolünü sağladığı IKI ve Anilin mavisi canlılık testlerinin ayırt edici olmadığını vurgulamıştır.

Luria vd. (2019), *Arabidopsis* (*A. thaliana*) ve *N. benthamiana* türlerinde çiçek tozu canlılığını belirlemesinde AS (Alexander boyası) canlılık testi nin sıcaklık uygulanmış (80°C) çiçek tozlarını boyadığı, TTC testinin ise canlı ve cansız çiçek tozlarının boyanmasında yetersiz kaldığını görmüşlerdir. MTT canlılık testi nin cansızlaştırılmış çiçek tozlarını boyamaması, *in vitro* çimlenme testleri ve polen tüpü oluşumu ile paralel sonuçlar vermesi bu türler için güvenilir olduğunu göstermiştir.

Diğer meyve türleri üzerinde yapılan çiçek tozu canlılık çalışmaları aşağıda verilmiştir.

Bolat ve Pırlak (1999), 5 farklı kayısı, 4 farklı kiraz ve 1 vişne çeşidinin çiçek tozu TTC, IKI ve safranin canlılık testi kullanılarak canlılık oranı, farklı sakkaroz oranı içeren petride agar ve asılı damla yöntemi ile *in vitro* çimlenme oranı ve polen tüpü gelişimini incelemiştir. Canlılık testleri arasında en yüksek değer safranin canlılık testinde elde edilmiştir. IKI canlılık testinde çeşitler arasında canlılık oranı bakımından istatistiki olarak fark bulunurken TTC ve safranin testlerinde önemli bir fark bulunmamıştır. Petride agar yöntemi asılı damla yöntemine göre daha yüksek çimlenme oranına sahip olup her iki çimlenme yöntemi için %15 sakkaroz içeren ortam en yüksek çimlenme oranını vermiştir. Benzer şekilde en yüksek polen tüpü uzunluğu %15 sakkaroz içeren petride agar yönteminde elde edilmiştir. IKI canlılık testi ile çimlenme

arasında anlamlı ve pozitif bir korelasyon görülürken çimlenme ile TTC ve safranin canlılık testleri arasında-görülmemiştir.

Sülüsoğlu ve Çavuşoğlu (2014), 7 karayemiş (*Prunus laurocerasus* L.) 7 farklı genotipte TTC ve IKI canlılık testi kullanılarak çiçek tozu canlılık oranı, farklı sakkaroz oranları (%0, 5, 10, 15 ve 20) ile 5 ppm borik asit içeren ortamda petride agar yöntemiyle çimlenme oranı araştırmıştır. Genotipler ortalaması TTC’de %92,44 ve IKI testinde %94,14 oranı elde edilmiştir. Çimlenme testinde sakkaroz konsantrasyonu ve genotipler arasında istatistiksel farklılık görülmezken, sakkaroz konsantrasyonu arasında fark önemli bulunmuştur. En iyi çimlenme oranı %15 sakkaroz ortamında elde edilirken, sakkaroz %20’ye çıktığında azalma olmuştur. IKI testi ile çimlenme arasında istatistik olarak anlamlı olmayan ve negatif bir ilişki olduğu saptanmıştır. TTC testinde de benzer şekilde istatistiksel olarak anlamlı olmamasına rağmen pozitif ilişki görülmüştür.

Çilekar (2019), Red Chied ve Granny Smith elma çeşitlerinde ilkbahar ve sonbaharda B uygulamasının çiçek tozu kalite ve meyve verim kriterlerine etkilerini araştırmışlardır. Çiçek tozu kalite kriterleri (canlılık ve çimlenme) en yüksek ilkbahar uygulaması ile elde edilirken verim kriterlerinde sonbahar uygulamasında en yüksek bulunmuştur. Red Chief çeşidinde çiçek tozu canlılığı, çimlenme ve tane tutum oranı sırasıyla kontrol grubunda %95,0, %28,3 ve %22,03 iken ilkbahar döneminde bor uygulaması ile (sırasıyla %98,3 , %55,3 ve %24,43) bu oranlar artmıştır. Benzer şekilde Grannt Smith çeşidinde %82,8 canlılık, %32,7 çimlenme ve %6,37 olan tane tutum oranları ilkbaharda uygulanan bor ile sırasıyla %94,3, %61,8 ve %6,47’ye yükselmiştir.

Luo vd. (2020), Çinde yetiştirilen *Castanea mollissima* ve *Castanea henryi* iki farklı kestane türü için uygun canlılık ve çimlenme testini belirlemek için yapılan çalışmada, çiçek tozu canlılığının belirlenmesinde 9 farklı canlılık testi (Asetokarmin, Benzidin-H₂O₂, Mavi Mürekkep Boyası, IKI, İnorganik asit, Metilen mavisi, MTT, Peroksit ve TTC) kullanılmıştır. Çimlenme oranı, farklı sakkaroz oranları (%0, 5, 10, 20, 25 ve 30) ve farklı oranlarda borik asit (H₃BO₃), kalsiyum klorür (CaCl₂), giberellik asit (GA₃) içeren besin ortamı ile hazırlanan petride agar yöntemi denenmiştir. Canlılık

testlerinden sadece MTT ve Benzidin- H_2O_2 testleri canlılık oranı fazla olmasına rağmen canlı ve cansız çiçek tozlarını ayırt edebilmiştir. Sakkaroz kombinasyonlarının çiçek tozu çimlenmesi üzerinde oldukça önemli etkilere sahip olduğunu görülmüştür. En uygun çimlenme %5 sakkaroz içeren ortamda gerçekleşmiş olup, %25 ve %30 sakkaroz içeren besin ortamlarında çimlenme gerçekleşmemiştir. Ayrıca her iki çeşit için ideal çimlenmenin %0,0 H_3BO_3 ve %0,005 GA_3 ; *C. mollissima* için %0.01 $CaCl_2$ ve *C. henryi* için %0.005 $CaCl_2$ besin içeren ortamında olduğunu tespit edilmiştir. Ek olarak, MTT canlılık testi ile çimlenme arasında önemli ve pozitif korelasyon bulunmuştur.

2.2 Generatif Performans Üzerine Çalışmalar

Asmalarda tane tutumu genaratif büyüme ve gelişme evrelerinin ikinci sezonunda çiçeklenme sürecinin ardından gerçekleşen mekanizmaların sonucudur. Birçok araştırmacı tarafından tanımlanan tane tutumu, kusursuz tohum taslaklarının, tozlanma ve dölleme ardından çekirdekli taneye dönüşmesidir (Ebadi 1995, Longbottom 2007, Vasconcelos 2009, Kunter ve Şehit 2019). Asmada çekirdekli normal tane tutumu dışında stenospermokarpik ve partenokarpik çekirdeksiz tane tutumu görülmektedir. Erdişi çiçeklerde başarılı tozlanma ve döllemenin ardından döllemiş yumurta hücresi ile endospermin ilerleyen hücre bölünmeleri sırasındaki bir aşamada gelişimin durması ve tohum taslaklarında iç integümentin kusurlu gelişimi sonucu küçük, yumuşak, beyaz bir çekirdek veya çekirdek izinin oluşumu ile stenospermokarpik tane tutumu gerçekleşmektedir (Marasalı 2002, Değirmenci ve Marasalı 2002, Keller 2010). Partenokarpi ise, dölleme olmadan tohum taslaklarında megasporogenezden önce veya sonra meydana gelen kusurlu oluşumlara bağlı olarak gerçekleşen çekirdeksiz tane tutumudur (Prat 1971).

Genel olarak, çiçek salkımını oluşturan toplam çiçeklerin %30 - 50'sinin çeşide özgü büyüklüğe ulaşan tanelere dönüşmesi başarılı tane tutumu olarak tanımlanmaktadır (May 2004, Longbottom 2007, Tabing vd. 2013). Bu oranın altında gerçekleşen tane tutumu zayıf ve yetersiz tane tutumu olarak adlandırılır. Yetersiz tane tutumu asmalarda iki farklı olay olan boncuklanma (millerandage) ve silkme (coulure) ile sonuçlanmaktadır. Silkme (coulure), çiçeklerin veya tane tutumu gerçekleşmiş canlı-yeşil ovaryumların (live green ovaries = LGO) dökülmesidir. Boncuklanma

(millerandage) ise çeşide özgü irilikteki taneler ile birlikte çekirdeksiz (partenokarp) küçük tanelerin (3 - 6 mm) ve 3 mm'den küçük canlı-yeşil ovaryumların (LGO) aynı salkım üzerinde bulunması halidir (Longbottom 2007, Collins ve Dry 2009, Kidman vd. 2014, Alva vd. 2015). Fransızca bir terim olan “Millerandage” Türkçe bağcılık terminolojisinde çok anlamlı bir kelime olan boncuklanma ile eş anlamlı olarak kullanılmaktadır (İştar ve Odabaş 1980, Akçay, 2013, Kunter ve Şehit 2019). Benzer bir tanımda Avustralya’da kullanılan ‘Hen and Chicken’ terimidir. ‘Hen’ normal çekirdekli taneleri ‘Chicken’ çekirdeksiz küçük taneleri tanımlamaktadır. Ancak, Friend 2005, Longbottom 2007, Zinelabidine vd. 2021 bu terimin millerandage ifadesini tam kapsamadığı için sinonimi olarak kullanılmasının doğru olmayacağı belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra bazı araştırmacılar LGO’lar için ‘Shot berries’ terimi de kullanmaktadır (May 2000, Friend 2005, Longbottom 2007). Silkme ve boncuklanma asma verimini olumsuz etkileyen nicel olgulardır.

Tane tutumunun yumurtalıktan taneye dönüşümü niteliksel bir tanım olup morfolojik ve fizyolojik değişikliklerle ilgilidir. Tane tutumu bağcılık açısından bakıldığında, nicel olarak çiçek salkımı üzerindeki çiçeklerinin taneye dönüşme oranıdır (May 2004, Dry vd. 2010). Tane tutumu salkım başına toplam tane sayısının çiçek salkımı başına toplam çiçek sayısına yüzde oranı ile hesaplanmaktadır. Salkımdaki çiçek sayısı asmadan asmaya veya aynı asma üzerindeki çiçek salkımları arasında önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Bu nedenle tane tutumunun belirlenmesi belirlenen salkım üzerindeki çiçek ve tanelerle hesaplanması en doğru yöntem olacağı belirtilmiştir (May 2004, Dry vd. 2010). Canlı-yeşil ovaryumlar (LGO)’ın yapısı, ‘ekzokarp ve mezokarp gelişmesi ve olgunlaşması’ olarak tanımlanan ‘tane’ terimine uymamaktadır (Deloire 2010, Lijavetzky vd. 2012, Houel vd. 2013). LGO’nun tanımının taneyi karşılamaması ve salkım ağırlığının %1’ini oluşturmasından dolayı verime herhangi bir katkı sağlamayacağı belirtilmiştir. Bu nedenle tane tutumu hesaplanmasına dahil edilmesinin uygun olmayacağını ifade edilmiştir (Longbottom 2007, Dry vd. 2010). Collins ve Dry (2009), çalışmalarında boncuklanma indeksi (MI) ve silkme indeksi (CI) olarak ifade ettikleri silkme ve boncuklanma oranını ölçmek için iki formül geliştirmiştir. Buna göre her iki indekste de değer ne kadar yüksekse zayıf tane tutumu tanımlaması da aynı şekilde yüksektir.

Anaçlar, bitkinin büyümesi için gerekli su ve mineral maddelerin alımını sağlayan ve dinlenme dönemi boyunca depolanan besin rezervlerinin çoğunu barındıran kök sistemidir (Klimek vd. 2022). Buna göre asmanın generatif gelişim performansı anaç seçimi yoluyla yönetilebilmektedir (Whiting 2003, May 2004, Vasconcelos vd. 2009). Bazı araştırmacılar çeşit/anaç kombinasyonunun tane tutumu üzerine etkisi olduğunu belirtirken (Kidman vd. 2013), anacın tane tutumu üzerinde hiçbir etkisi olmayabileceğini ve kalem ile anaç arasındaki etkileşimin tek başına anaç etkisinden daha büyük olduğunu bildiren çalışmalarda mevcuttur (Tandonnet vd. 2010, Keller vd. 2012).

Collins ve Dry (2009), zayıf tane tutum sergileyen   üzüm çeşidinde tane tutum oranını belirlemek için boncuklanma indeksi ve diğer verim etmenlerini incelemiştir. Kontrol grubunda Chardonny'de %51,1 ve %65,5 ve Tempranillo'da %50 tane tutum oranı görülürken, Cabernet Sauvignon  z m çeşidinde %28 ve %33 oranı ile nispeten daha zayıf tane tutumu görülmüştür.   çeşit için boncuklanma indeksleri arasında önemli fark görülmese de Tempranillo 1,2 boncuklanma indeksi ile Cabernet Sauvignon (2,3 ve 3,4) ve Chardonnay (2,9 ve 3,7)  z m çeşitlerine göre daha düşük sonuç vermiştir. Araştırmacılar zayıf tane tutumu görülen tüm çeşitlerde katsayı değerlerinin benzer çıkacağını ifade etmişlerdir. Tempranillo'da iek sayısının düşük olmasına rağmen tane tutum oranının yüksek, Cabernet Sauvignon eşidinde ise iek sayısının yüksek olmasına karşın zayıf tane tutumunun gerçekleştiği bildirilmiştir.

Dry vd. (2010), 10 üzüm çeşidinin generatif performansını (salkım başına iek sayısı, tane tutumu, salkım başına tane sayısı, silkme ve boncuklanma indeksi) incelemiştir. Çeşitleri temel bileşen analizi (PCA) ve aglomeratif hiyerarşik sınıflandırma kullanarak generatif performansına göre üç gruba ayırmıştır. Merlot ve Cabernet Sauvignon  z m çeşitlerinin bulunduğu 1. grup; 346,6 toplam iek sayısı, 81,8 LGO sayısı ve 4,4 boncuklanma indeksi (MI) ile diğer gruplardan daha yüksektir. Ancak tane tutum oranı düşüktür. Sauvignon Blanc, Pinot Noir, Chardonnay, Tempranillo ve şiraz çeşitlerinin bulunduğu 2. grup daha düşük sayıda iek (213,9), çekirdekli tane (88,4), toplam tane (115,6), LGO (25,5) ve MI (2,4) sahiptir. Nebbiolo, Sangiovese ve Zinfandel eşitleri ile oluşan 3. grup ise daha düşük kordon metre başına salkım sayısı (16,3) elde

edilirken, çiçek sayısı (338,4), çekirdekli (139,2) ve çekirdeksiz (41,2) tane sayısı ve salkım ağırlığı (181.9g) diğer gruplara göre daha yüksektir. Grup 1 düşük tane tutumu olarak sınıflandırılırken 2. ve 3. grup orta-yüksek sınıflandırılmıştır. Grup 2 ve 3 benzer tane tutumu oranına sahip olmasına rağmen farklı CI ve MI farklıdır. Grup 2 yüksek CI ve MI düşük bulunurken, grup 3 düşük CI ve yüksek MI elde edilmiştir. Zayıf tane tutumuna sahip olduğu bilinen bazı çeşitlerin (Grup 2) düşük tane sayısının nedenin çiçek salkımı başına çiçek sayısından kaynaklandığını ifade etmiştir.

Lohitnavy vd. (2010), Avustralya'nın iki farklı bağ alanında gerçekleştirdikleri çalışmalarında çiçeklenmenin farklı evrelerinde yaprak seyreltmenin Semillon çeşidinde vejetatif ve generatif performans üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Her iki bölgede de sürgün başına koltuk sayısı, kontrol ve çiçeklenme sonrası (sırasıyla Waite Coombe: 2,9 ve 2,57; Barossa Valley: 1,44 ve 1,62) yaprak alma uygulamasında yüksek bulunmuştur. Diğer vejetatif parametrelerde (asma başına sürgün sayısı, sürgün, koltuk sürgün, sürgün çapı uzunluğu ve budama ağırlığı sürgün alma) bir fark görülmemiştir. Generatif parametrelerde ise Waite Coombe bağında salkım başına çekirdekli tane sayısı, tane tutum oranı (%), çekirdeksiz tane sayısı, salkım ağırlığı (g), silkme indeksi ve asma başına verim (kg) kontrol ve çiçeklenme sonrası yaprak alma uygulamasında daha yüksek elde edilmiştir. Barossa Valley bağında da aynı parametrelerde fark elde edilmiştir. Buna göre asma başına verim Waite Coombe'e ile paralel bir şekilde kontrol (16,4 kg) ve çiçeklenme sonrasında (16,7 kg) yüksek iken diğer parametrelerde kontrol grubu yaprak alma uygulamalarından daha yüksek bulunmuştur.

Di Filippo ve Vila (2011), kendi kökleri üzerinde ve farklı 6 anaç üzerine aşılı Malbec üzüm çeşide anaçların farklı sulama uygulamalarının vejetatif ve generatif performansa etkisini araştırmıştır. 140 Ru en yüksek kök sayısını gösterirken, 1103P, SO4 ve Harmony en düşük kök sayısını vermiştir. En yüksek verim SO4 anacında (ilk yıl 2,50 kg asma⁻¹, ikinci yıl 3,38 kg asma⁻¹), en düşük verim ise Harmony'de (ilk yıl 1,29 kg asma⁻¹, ikinci yıl 1,22 kg asma⁻¹) görülmüştür. Harmony'de, SO4 ve 1103P'den daha yüksek kabuk/tane oranı bulunmuş ancak tane ağırlığı bunun tersine en düşük Harmony'de (1.56 g), en yüksek ise 1103P'de (1,76 g) elde edilmiştir. Vejetatif ve generatif değişkenler temel bileşen analizine göre dört gruba sınıflandırılmıştır. Birinci

grup (Cereza ve 3309 C, ORMa) orta düzeyde verim ve yüksek vejetatif gelişim göstermiştir. İkinci grup (SO4 ve 1103P), yüksek verim ve orta vejetatif gelişim ile karakterize edilmiştir. Üçüncü grup (140Ru) orta verim ve düşük vejetatif gelişim; son olarak, dördüncü grup (Harmony) düşük verim ve düşük vejetatif gelişim göstermiştir.

Kidman vd. (2013), zayıf tane tutumuna duyarlı olan Cabernet Sauvignon ve Merlot üzüm çeşitlerinde anaçların generatif performans üzerine etkilerini incelemiştir. Cabernet Sauvignon çeşidinde tane tutumu, silkme ve boncuklanma indeksi bakımından anaçlar arasında önemli bir fark gözlenmemiştir. Ancak Merlot için tam tersine aşılanmamış asmalarda daha yüksek silkme (%19 - 33) ve boncuklanma (%11 - 33) indeksi elde edilmiştir. Çiçek sayısı, çekirdekli tane sayısı ve toplam tane sayısı arasında istatistiki bir fark görülme de rakamsal olarak Schwarzmänn anacında daha yüksek değer elde edilmiştir. Tane tutumu oranında ise Ramsey %41, Schwarzmänn %57, 1103 Paulsen %63 ve 5C Teleki %75 oranında gerçekleşirken, kendi kökleri üzerindeki asmalarda %30 oranı ile diğer tüm anaçlara göre önemli ölçüde daha düşük bulunmuştur. Buna paralel şekilde kendi kökleri üzerinde yetiştirilen Merlot en yüksek silkme (6,8) ve boncuklanma (2,9) indeksine sahiptir. Anaçlara aşıllı Merlot, Cabernet Sauvignon ve aşırsız Merlot'tan daha yüksek verim, çekirdekli tane sayısı, salkım ağırlığı ve tane tutumu görülmüştür. Ayrıca bazı anaçların (Ramsey ve Schwarzmänn), Merlot çeşidi için MI azaltabileceğini ancak Cabernet Sauvignon için olmadığını ve generatif performansın aynı anaçlara aşılandığında çeşitler arasında farklılık gösterdiğini bildirmiştir. Çeşit ve anaç arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için yapılan temel bileşen analizine göre verim, salkım ağırlığı, tane tutumu ve çekirdekli tane sayısı ile yüksek, MI ve CI ile negatif korelasyon bulunmuştur.

Kidman vd. (2014), kendi kökleri üzerinde yetiştirilen ve altı farklı anaç üzerine aşıllı Şiraz üzüm çeşidinin tozlanma ve dölleme ile generatif performans anaçların etkisini araştırmıştır. Anaçların polen tüpü gelişimi, çiçek tozu canlılık ve çimlenme oranlarına bir etkisi olmamıştır. Dişicik üzerinde en yüksek çiçek tozu sayısına sahip anaçlar 99R (77,5) ve Schwarzmänn (78,3) iken en düşük 140R (54,2) anacında elde edilmiştir. Bu verilere paralel şekilde 99R anacının döllemiş yumurta, çiçek, çekirdekli tane, toplam

tane sayısı ve tane tutumu oranı 140 Rugeri anacından daha yüksek; çekirdeksiz tane sayısı ile silkme ve boncuklanma indeksi daha düşük bulunmuştur.

Alva vd. (2015), mikro besin element açısından yeterli koşullar altında yetiştirilen, farklı partenokarpik (boncuklanma) eğilimine sahip altı üzüm çeşidinin çiçek tozu polimorfizmi ve çiçek tozu çimlenme yeteneği ile partenokarpik tane ilişkisini incelemiştir. Çalışmada incelenen çiçek tozları genel olarak trikolporat yapıya sahiptir. Ancak farklı anormal çiçek tozu (akolporat, bikolporat, çökmüş, düzensiz, küçük ve daha büyük) yapıları da gözlemlenmiştir. Partenokarpi eğilimi düşük olan çeşitler (Chardonnay, Şiraz ve Cabernet Sauvignon) %10'dan daha düşük partenokarpi oranları sergilerken, partenokarpiye eğilimi yüksek olan çeşitler (Carménère, Malbec ve Merlot) %18'in üzerinde partenokarpi oranları sergilemiştir. Partenokarpi oranı ile çimlenmeyen anormal çiçek tozları arasında doğrusal bir korelasyon elde edilmiş, bunun da yüksek oranda kusurlu çiçek tozuna sahip çeşitlerde partenokarpi probleminin ana sebebi olabileceği belirtilmiştir.

Baby vd. (2016a), farklı üzüm çeşitlerinin tane tutum ve çiçek tozu canlılığı ile amin konsantrasyonu arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Shiraz, Merlot ve Cabernet Sauvignon'un verim bileşenleri; tane tutum oranı, CI, MI, polen tüpü büyümesi ve başçıgın çiçek tozu alımı olarak değerlendirmiştir. Şiraz üzüm çeşidi (%67) tane tutum oranı Cabernet Sauvignon (%36) ve Merlot'a (%26) göre önemli ölçüde yüksek bulunmuştur. Boncuklanma indeksi tane tutumuna paralel şekilde Şiraz'da 1,4 iken Cabernet Sauvignon ve Merlot'da sırasıyla 3,8 ve 6,5 ile daha yüksektir. Bu durum düşük çiçek tozu canlılık oranı ve çimlenme oranı ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca Cabernet Sauvignon'da diğer iki çeşitten önemli ölçüde daha yüksek çiçek sayısı (455 ile neredeyse iki katı) gözlemlenmiştir.

Pagay ve Collins (2017), Şiraz üzüm çeşidinin büyüme ve gelişmesinde en önemli çevresel etmen olarak değerlendirilen sıcaklığın farklı fenolojik dönemlerde yüksek sıcaklıkların generatif performansa etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla ortam sıcaklığını yükseltmek amacıyla polikarbonat levhalar kullanılarak çadır (2 - 4 °C) ve oda (6 - 8 °C üzerinde) şeklinde iki farklı sistem kullanmışlardır. Yüksek sıcaklık uygulaması çiçek

sayısı ve tane ağırlığında bir farklılık oluşturmamıştır. Çekirdeksiz tane sayısı ve tane tutum oranı yüksek sıcaklıklardan ($>35^{\circ}\text{C}$) önemli oranda azalmıştır. Salkım başına tane sayısı tomurcuk sürmesi uygulamasında %14, çiçeklenme uygulamasında %19 oranında azalmıştır. Tane tutumu, çiçeklenme sırasında ısı ile %10 daha düşük olmuş, bu da salkım başına daha az tane ve sonuç olarak salkım ağırlığında yaklaşık %20'lik bir azalma ile sonuçlanmıştır. Açık ısıtma sisteminde çiçeklenme döneminde 3,9 olan salkım indeksi, kontrol (3,0) ve tomurcuk sürmesine (2,7) göre daha yüksek bulunmuştur. Sıcaklığın yükselmesi ile 1,5 olan boncuklanma indeksi ise tomurcuk sürmesi (2,1) ve çiçeklenme (2,0) döneminde daha yüksek elde edilmiştir. Kapalı ısıtma sisteminde ise tane ağırlığı, CI ve MI uygulamalar arasında benzer sonuç vermiştir. Tomurcuk sürmesine kıyasla çiçeklenme zamanı yüksek sıcaklıklara genel olarak daha yüksek bir hassasiyet göstermiştir.

Ibanez vd. (2018), şaraplık ve sofralık 120 üzüm çeşidinin generatif performansını incelemiştir. Çalışmada çeşitler generatif performans yönünden salkım sıklığı da dahil olmak üzere, incelenen tüm değişkenler (boncuklanma indeksi hariç) için önemli ölçüde farklılık gösteren üç sınıfta gruplandırılmıştır. Grup 1, üç sınıfın en yüksek tane tutumuna (% 65,12) ve en düşük çiçek (300,31) sayısına sahip iken düşük CI (2,96), orta düzey çekirdekli tane sayısı (176,32) ve salkım sıklık değeri (6,1) ile karakterize edilmiştir. Grup 2, düşük tane tutumu (26,91), gevşek salkım (salkım sıklık derecesi 3,6), yüksek CI (7,10) ve orta sayıda çiçeğe (538,64), düşük çekirdekli tane sayısına (121,25) sahiptir. Grup 3, oldukça yüksek (~1000) çiçek ve 270,04 çekirdekli tane sayısı ile öne çıkarken, orta düzey tane tutumu (%35,54), yüksek CI (6,31) ve salkım sıklık değeri Grup 2'ye yakın olarak göstermiştir. MI ise (1,11 - 1,58) gruplar arası bir fark gözlemlenmemiştir.

Wang vd. (2019), taç uygulamalarının Semillon ve Şiraz üzüm çeşitlerinin iki yıllık generatif performansına etkisini incelemiştir. Salkım seyreltme uygulaması hem Semillon hem de Şiraz çeşidinde sırasıyla ilk yıl %40,5 ve %37,8 ikinci yıl %31,9 ve %52,7 oranında verimde azalmaya neden olmuştur. Ancak salkım seyreltme ile salkım ve tane ağırlığında artış görülmüştür. Hafif budama (2. boğum) uygulaması ise tane ağırlığının azalmasına etki etmiştir. MI, Semillon çeşidi için ilk yıl salkım seyreltme ile

en yüksek, sürgün seyreltme ile en düşük bulunmuş, ikinci yıl uygulamalar arasında fark olmamıştır. Şiraz için MI ise ilk yıl kontrol grubunda ikinci yıl sürgün seyreltmede yüksek bulunurken diğer uygulamalar arasında bir fark görülmemiştir. Sürgün seyreltme Semillon çeşidinde çekirdekli tane sayısını artırırken, Şiraz'da uygulamalar arası bir fark oluşturmamıştır. Ek olarak, salkım sıklığının Semillon için salkım çürüklüğü (*Botrytis cinerea*) ile önemli ölçüde ilişkili olduğu bildirilmiştir.

Tello vd. (2021), beyaz bir çeşit olan Tempranillo Blanco (TB) ve onun siyah taneli klonal atası Tempranillo Tinto (TT) çeşidi arasındaki tane tutum ve generatif özellikleri karşılaştırılmıştır. Korelasyon ve çok değişkenli doğrusal regresyon analizleri ile TB (206,43g ve 283,78g) ve TT (197,67g ve 379,33g) arasında belirlenen salkım ağırlığındaki farkın çekirdekli tane sayısındaki (TB: 81,83-157,67 ve TT: 133,42-251,92) farklılıklardan kaynaklandığını belirtmiştir (sırasıyla 2014 ve 2015 yılı için). Her iki genotip arasındaki fark esas olarak TB'nin 7,34 ve 3,11 ile TT'den (3,64 ve 2,21) daha yüksek olan boncuklanma oranının olumsuz etkisi ve buna bağlı tane tutumu oranının azalmasına neden olduğunu bildirmiştir.

Tecchio vd. (2022), subtropikal koşullarda iki farklı anaç (IAC 766 Campinas ve 106-8 Mgt) üzerine aşı 6 farklı şaraplık üzüm çeşidinin verim performansı ve fizikokimyasal özelliklerini değerlendirmiştir. Varyans analizi ve temel bileşen analizinden elde edilen sonuçlara göre Cabernet Franc ve Şiraz'ın sırasıyla 1,01 kg.asma⁻¹ ve 1,11 kg.asma⁻¹ ile diğerlerinden daha verimli olduğu görülmüştür. Buna ek olarak, Cabernet Sauvignon en düşük verim (2,20 t.ha⁻¹), en düşük tane ağırlığı (1,43 g) ve en küçük tane (13,01 mm) boyutunu vermiştir. Anaçlarla ilgili olarak, IAC 766, 106-8 Mgt'den daha yüksek kalem verimi elde edilmiştir. Bunun yanı sıra Cabernet Franc ve Merlot ile afinitesi daha iyi olup, asma başına salkım sayısında artış, daha büyük ve ağır salkımların yanı sıra 106-8'e göre daha yüksek SÇKM içeriği ve pH değeri gözlemlenmiştir.

2.3 B, Zn ve Mo Mikrobesein Elementlerinin Generatif Performans İlişkisi Üzerine Çalışmalar

Asma çeşitli toprak koşullarına uyum sağlamada ve gerekli mineral maddeler yönünden diğer bahçe bitkilerine göre daha az seçicidir. Tane tutumu ve tanenin ilk büyüme evrelerinde karbonhidrat ve mineral madde depolarından yararlandığı bilinmektedir. Bitki için gerekli olan metabolitler, karbonhidratlar ve mineral maddeler, tamamen önceki sezondan elde edilen rezervlerden kullanılmaktadır (Ebadi 1995, May 2004). Bununla birlikte, spesifik mineral maddelerin asma tane tutumunda özel etkilerinin olduğu ve tane tutumunu şekillendirmedeki etkileri vurgulanmıştır. Özellikle B (bor), Zn (çinko) ve Mo (molibden) mikro besin elementleri olarak tozlanma ve tane tutumu ile yakından ilişkilidir. Söz konusu mineral maddelerin eksikliklerinin zayıf tane tutumu ile homojen boyutlarda olmayan tane gelişimine neden olduğu ifade edilmiştir (May 2000, Kidman 2014).

B, protein sentezi, şekerlerin taşınması, solunum, RNA ve karbonhidrat metabolizması ve bitki hormonlarının (indol asetik asit) metabolizması dahil olmak üzere çok sayıda önemli süreçte yer alır. Borun hücreseel seviyedeki ana rolü, polen tüpü gelişimi için gerekli bir hücre duvarı pektik polisakariti olan ramnogalakturonan II (RGII) zincirini bağlamak için borat-diol ester bağları oluşturmaktır (Hänsch ve Mendel 2009, Perez-Castro 2012). Bu nedenle, B eksikliği özellikle stigma (dişicik tepesi) polen ilişkisinde, çiçek tozu çimlenmesi ve polen tüpü oluşumu üzerinde etkili olmaktadır (Marschner, 1995, Alva vd. 2015). Bor noksanlığı tane tutumu ile çekirdek oluşumunu olumsuz etkilediği için boncuklanma oranının artmasına neden olmaktadır. Birçok çalışmada B uygulamasının verim üzerine etkisi incelenmiş ve tane tutumunu artırmasından kaynaklı verimi arttırdığı belirtilmiştir (Singh ve Usha 2001, Güneş vd. 2015, Tadayon ve Moafpourian 2019, Swathi vd. 2019).

Bitkiler tarafından B, genel olarak borik asit ($B_3(OH)_3$) formunda pasif absorpsiyon yoluyla az da olsa borat ($B(OH)_4^-$) formunda aktif absorpsiyon yoluyla almaktadır. Bor absorpsiyonu çevresel faktörlerle (toprak yapısı, toprak pH, nem, sıcaklık, ışık, diğer besin elementleri ve bitki yapısı) yakından ilişkilidir. Topraktan en yüksek bor alımı, kil

içeriği yüksek ve pH 8'in üzerinde olan topraklarda iken, pH'nın 7 ve altında olması durumunda alımı çok düşmektedir. Bunun yanı sıra toprak nemi bitkilerin bünyesine su alımını etkilemesinden dolayı köklerden B alımını da etkilemektedir. (Ho 2000, Kacar ve Katkat 2009, Keller 2010, Degryse 2017).

Zn, hücre bölünmesi, nükleik asit metabolizması ve protein sentezinde yer alan 300'e yakın enzim ile 1200'den fazla protein sentezine katılmaktadır. Çinko enzimlerinin çoğu gen transkripsiyonunun kontrolünde ve DNA içeren proteinler tarafından düzenlenen diğer biyolojik süreçlerin koordinasyonunda kritik öneme sahiptir. Ayrıca oksin sentezinde, klorofil yapısında ve karbonhidrat metabolizmasında gerekli besin elementidir (Ebadi 1996, Nikkhah vd. 2013, Alva vd. 2015, Knez vd. 2017). Çekirdek oluşumu üzerinde de etkili olduğu bilinmekte ve tane iriliği ile ağırlığı üzerinde önemli rolü olmaktadır (Rogiers vd. 2017). Eksikliğinde tane tutumu azalmakta ve salkımda LGO sayısı artmaktadır (Christensen ve Peacock, 2000).

Zn bitkiler tarafından genelde Zn^{2+} formda alırken, artan pH koşullarında $ZnOH^+$ formunda alınmaktadır ve kaynağı simitsonit ($ZnCO_3$), sfalerit (ZnS) ve hemimorfit [$Zn_4(OH)_2Si_2O_7 \cdot H_2O$] mineralleridir. Alkali (kireçli) ve yüksek pH'ya sahip topraklarda $Zn(OH)_2$ veya $ZnCO_3$ olarak organik maddelere bağlandığı için çözünemez hale gelmektedir. Bu nedenle topraktaki çinko miktarı değil alınabilir formda olması önemlidir (Güneş vd. 2000, Kacar 2014). Ayrıca kil oranı ve fosfor içeriği yüksek topraklarda çinko alımı azalmaktadır (Karaman vd. 2006).

Tane tutumunu etkileyen bir diğer önemli mineral Mo'dir. Bitkide oksidasyon-redüksiyon reaksiyonu, metalloprotein alt grubu enzimlerin aktivasyonu, kükürt ve pürin metabolizması, absisik asit ve indol-3-asetik asit sentezi, fitohormon biyosentezi, çiçek tozu üretimi ve canlılığı için gerekli bir mikro besindir (Kaiser vd. 2005, Hänsch ve Mendel 2009, Wójcik 2020). Mo ayrıca kökler tarafından alınan nitratin asmanın kullanabileceği bir forma dönüştürülmesi için "nitrat redüktaz" enziminde rol almaktadır (Yu vd. 2002). Merlot problemi olarak tanımlanmış olan millerandage/boncuklanma oluşumunun neden olduğu düşük verimin Mo eksikliğinden kaynaklandığı belirtilmiştir (Williams vd. 2005, Williams vd. 2007). Özellikle Merlot

üzüm çeşidinde çiçeklenme ve dölleme sırasında tane tutumu, çekirdek oluşumu ve salkım verimi üzerinde etkili olup eksikliğinde boncuklanma eğilimi artmaktadır (Williams vd. 2007). Alkali topraklarda molibden çözünür hale gelir ve bitkiler tarafından MoO_4^- olarak anyon formunda alınır. MoO_4^- , pozitif yüklü metal oksitler (Fe, Al, Mn), kil mineralleri, çözünmüş organik bileşikler ve karbonatlar üzerine adsorbe edilir. Molibdenin pozitif yüklü metal oksitler üzerine maksimum adsorpsiyonu pH 4 ve 5 arasında meydana gelmektedir. Ancak asidik topraklarda (pH <5,5), toprak oksitlerinde anyon absorpsiyonu arttıkça molibden miktarında azalma olmaktadır (Kaiser vd. 2005).

Bitkinin mineral madde alımını ve konsantrasyonu çevresel faktörler (yağış, sıcaklık), çeşit toleransı, çeşit anaç ilişkisi, kültürel uygulamalar, toprak yapısı ve pH'sı gibi birçok etmenden etkilenmektedir (Bronick ve Lal 2005, Keller 2010). Bağ alanları genellikle pH 7,0 seviyesinden yüksek olan alkali su ile sulanmaktadır. Bitkilerin vejetasyon dönemi boyunca alkali su ile sulaması, kaçınılmaz olarak toprağın pH'sını artırır ve 6,5'ten büyük çok yüksek bir pH, mikro besin eksikliklerinin görülme sıklığını artırır (Sabir ve Sarı 2019).

Vitis vinifera L. çeşitlerinde 19. yüzyılın sonlarından itibaren phylloxera zararlısının Avrupa'da yayılmasıyla Kuzey Amerika kökenli *Vitis* türlerinin melezleri anaç olarak kullanılmaya başlamıştır (Tandonnet vd. 2010, Keller vd. 2012, Habertson ve Keller 2012). Anaçların ayrıca fizyoloji (Cookson vd. 2012, Gautier 2021), biyokimya (Somkuwar vd. 2014, Souza vd. 2015, Zhang vd. 2022), mineral beslenme (Miele vd. 2009, Kodur vd. 2011), kuraklık veya su fazlalığı (Prinsi vd. 2021, Caruso vd. 2022), tuzluluk (Sabir vd. 2021, Verdugo-Vásquez vd. 2021), mantar hastalıkları (Moukarzel vd. 2021), virüsler (Vondras vd. 2021) ve nematodlar (East vd. 2021) dahil olmak üzere verim, tanede şeker birikimi, tane kimyası ve aromalar (Reynolds ve Wardle 2001, Harris 2013) olmak üzere çeşitli büyüme ve gelişme parametrelerini etkilediği bilinmektedir.

Singh vd. (2002), Perlette üzüm çeşidinde belirli makro ve mikro besin elementlerin yapraktan uygulanmasının asma verim ve kalitesi üzerine etkisini araştırmıştır. Salkım

sayısı, bor uygulaması ile önemli ölçüde artmıştır. Zn, Fe ve N+Mg+Mn kombinasyonu uygulaması ise kontrole göre oldukça düşük salkım sayısına neden olmuştur. Salkım ağırlığı, Mg ve onu takiben Fe ve B uygulanan asmalarda yüksek elde edilmiştir. Salkım başına tane sayısı sadece Fe uygulaması ile artarken, Mg, B ve Üre+B+Zn elementleri tane ağırlığının artmasında etkili olmuştur. Verime en çok etki eden besin elementi B, ardından Mg, N, N+B+Zn ve Fe takip etmiştir. Zn uygulaması ile verimin azaldığını belirlemiştir.

Williams vd. (2005), 3 farklı bağ ekolojisinde Merlot çeşidine yapraktan Mo uygulaması ile salkım verimi, tane boyutu ve besin element üzerine etkilerini incelemiştir. Mo uygulaması ile verim 2. yıl sırasıyla %300,425 ve 243 oranında artarken, 3.yılda sırasıyla %25,6, %24,4 ve %69 oranlarında artmıştır. Verimdeki bu artış tane sayısı ve ağırlığından kaynaklanmıştır. Generatif performans parametreleri için bölgeler baz alınmadığında ilk yıl kontrol ve uygulama verilerinde bir fark görülmezken 2. yıl 5-15mm ve >15mm çapındaki tane sayısında önemli ölçüde artış gözlemlenmiş, LGO ve <5mm tane sayısında da azalma görülmüştür. Üçüncü yılda LGO, 15mm ve >15mm çapındaki tane sayıları 2. yıldaki kadar büyük farklar göstermese de benzer oranlarda değişmiştir. Ancak 3. yılda <5mm çapındaki tane sayısında artış olmuştur. Tane ağırlığı çekirdek sayısının artması ile ilişkili olarak artmıştır. LGO sayısındaki azalma ile Mo uygulamasının tozlanma veya döllenmeyi ve dolayısıyla tane gelişimini etkilediğini belirtmiştir. Mo ile diğer besin elementleri ilişkilendirildiğinde N, P, S, B ve Zn miktarlarında azalma, K, Ca, Mg, Na, Cl ve Cu elementlerinde artış yaşanırken, Mn ve Fe değerlerinde bir farklılık oluşmamıştır.

Longbottom vd. (2010), Avustralya’da kendi kökleri üzerinde yetiştirilen Merlot üzüm çeşidinde Mo uygulamasının asma gelişimi ve verimi üzerine etkisi ölçülmüştür. Adelaide Hills bölgesindeki asmalarda verim parametrelerinde bir farklılık gözlemlenmemiştir. McLaren Vale bölgesinde ise Mo uygulaması çiçek sayısı ve asma başına salkım sayısını etkilemezken diğer verim parametrelerinde artış göstermiştir. Buna göre %18 olan tane tutumu %30 - 31’e, salkımdaki tane sayısı da 51’den 99-110’a artmıştır. Salkım ağırlığı da benzer şekilde kontrolde 41g iken uygulama ile 95-103g’a yükselmiştir. Toplam verimdeki artışın Mo uygulanan asmalardan elde edilen

salkımlardaki daha yüksek tane ağırlığı, daha düşük oranda küçük veya çekirdeksiz meyvelerden kaynaklandığı belirtilmiştir.

Kidman vd. (2014), kendi kökleri üzerinde yetiştirilen ve altı farklı anaç üzerine aşılı Şiraz üzüm çeşidinin besin element miktarına ve generatif performansına anaçların etkisini araştırmıştır. Yapraktaki Ca seviyesi $1,7 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ile kendi kökleri üzerinde yetiştirilen asmalarda daha yüksek elde edilirken, bor besin element seviyesi kendi kökleri üzerindeki asmalarda $35,6 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ile en düşük seviyede olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, yapraktaki bor seviyesi yüksek olan tüm anaçların kendi kökleri üzerinde olan asmalar ile karşılaştırıldığında daha düşük sayıda çekirdeksiz taneye sahip olması anaç ve bor arasında olası bir etkileşim olduğunu sonucuna ulaşılmıştır. Çinko eksikliği belirlenen anaçlarda (110R, 140R, 1103P ve 99R) silkme indeksi yüksek bulunmuştur. Mo seviyesi hem yaprakta hem de çiçek tozunda en düşük Schwarzmänn anacında, en yüksek ise kendi kökleri üzerinde yetiştirilen asmalarda bulunmuştur. Yapraktan Mo uygulaması ile kendi kökleri üzerindeki asmalarda tane ağırlığı artarken, bu Schwarzmänn için gözlenen ağırlık artışı kadar olmamıştır. Schwarzmänn’da görülen Mo eksikliğinin stenospermokarpik veya partenokarpik tane tutumu nedeniyle çekirdeksiz küçük tane oluşumu ve tane ağırlığının azalmasıyla sonuçlandığı belirtilmiştir. Ca, Zn, B ve Mo başarılı tozlanma ve dölleme için gerekli besinler olduğundan eksikliklerinin tanenin yetersiz büyümesine ve düzensiz tane gelişimine neden olacağı sonucuna ulaşılmıştır. Yapraktaki ve çiçek tozundaki besin element seviyesinin korelasyonu değerlendirildiğinde, B ve Mo elementlerinde yaprak ve çiçek tozu arasında bir ilişki tespit edilirken, Ca ve Zn bir ilişki görülmemiştir.

Baby vd. (2016b), Şiraz üzüm çeşidinde silisyumun (Si) tuz stresi altında tane verim performansına ve polen tüpü oluşumuna etkisini incelemiştir. Tuz stresi, çiçek silkmesini artırmış ve normal tane gelişimini kesintiye uğratarak tane tutumunun %42’den %24 düşmesine neden olmuştur. Bunun sonucunda salkım başına çekirdeksiz tane, LGO, CI ve MI artmıştır. *In vitro* ve *in vivo* çalışmalar, yetersiz dölleme nedeniyle zayıf tane gelişiminin, zayıf polen tüpü büyümesi ile ilişkili olduğunu belirtmiş; çiçek tozu canlılığı ve başçık çiçek tozu alımının tuzluluktan etkilenmediği görülmüştür. Kontrol bitkilerine kıyasla tuz uygulamalarında bitkilerin yaprak ve

çiçeklerinde önemli ölçüde daha fazla sodyum ve klorür birikimi olmuştur. Tuzun yapraklarda bor konsantrasyonunun 70,3 mg/kg'dan artarak 98,1 mg/kg'a yükseldiğini ancak çinko miktarının 29,2 mg/kg'dan 25,7 mg/kg'a düşerek azaldığı belirtilmiştir. Si, çiçek organlarında Na^+ ve Cl^- birikimini engellememiş veya tuzluluğun generatif performans üzerindeki zararlı etkilerini iyileştirmemiştir. Bununla birlikte, Si uygulanmış asmalar kontrol asmalarından daha iyi anlık su kullanım verimi göstermiştir.

Gutiérrez-Gamboa vd. (2018), Carménère üzüm çeşidinin sıcak ve soğuk iklim koşullarında *Ascophyllum nodosum* yosunu+ bor +çinko (T2), bor etanolamin + çinko oksit (T3), molibden (T5) ve şeker (T6) bazlı biyostimülant uygulamalarının meyve tutumu ve salkım özelliklerine etkisini incelemiştir. Sıcak iklim koşullarında salkımdaki küçük tanelerin (8-4mm) sayısı hariç salkım ağırlığı, salkımdaki tane sayısı, orta çaplı (16-12 mm) tane ve büyük (12-18mm) tane sayıları ve ağırlıkları arasında bir fark görülmemiştir. Küçük tanelerin (8-4mm) sayısı en düşük T2 (16,9) ve T3 (17,3) uygulamasında elde edilirken en yüksek kontrol (31,3) ve T2+şeker (35,3) uygulamasında görülmüştür. Soğuk iklim koşullarında ise salkım ağırlığı, salkım sayısı ve orta çaplı (12,8mm) tane sayısı ve ağırlığında T2 ve T3 uygulamaları T5 ve T6'ya göre daha yüksek elde edilmiştir. Buna göre soğuk iklim koşullarında bor ve çinko kombinasyonun tane tutumu üzerinde olumlu etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Sabır ve Sarı (2019), İtalya ve Alphonse Lavallée üzüm çeşitlerinin kurak koşullarda Zn uygulamasının ve millerandage/boncuklanma oranı, salkım ağırlığı, verim ve besin element alımı üzerine etkisini incelemiştir. İtalya çeşidinde Zn uygulaması ile boncuklanma %124 ve %60 oranında azalma ile sonuçlanmıştır. Alphonse Lavallée çeşidinde tam sulama koşullarında %44'lük bir azalma görülürken, kısmi sulama koşullarında bu oran değişmemiştir. Zn uygulaması tane tutumunun yanı sıra tane boyutunu artırarak da asma verimini artırmıştır. İtalya çeşidinde tam ve kısmi sulama koşullarında genel olarak P, K, Ca, Mg, Zn, Fe, Mn ve B alımında artış olurken, Zn uygulanmamış asmalarda $175,3\text{mg/kg}^{-1}$ olan Cu miktarı Zn uygulaması ile $155,9\text{mg/kg}^{-1}$ 'e düşmüştür. Alphonse Lavallée çeşidinde ise P, Ca, Zn, Mn alımı artarken her iki

sulama koşulunda da K, Mg, Fe, Cu ve B elementlerinin alımında bir farklılık oluşmamıştır.

Tadayon ve Moafpourian (2019), farklı kombinasyonlarda Zn ve B besin elementi ile birlikte Epibrassinolidin (Epi-BL) uygulamasının *Vitis vinifera* L. Khalili çeşidinin generatif performansına etkisini araştırmıştır. Zn ve B ile birlikte Epi-BL uygulaması salkım uzunluğunu (35,15 cm), tane uzunluğunu (19,63 cm), tane ağırlığını (2,24 g) ve salkım ağırlığını (295,63 g) artırarak verimin artmasını sağlamıştır. En yüksek salkımdaki tane sayısı (136,50) ve çekirdekli tane sayısı (126,80) ve en düşük çekirdeksiz tane sayısı (7,82) B ile birlikte Epi-BL uygulamasında elde edilmiştir. Çalışmanın ikinci yılında B ve Zn'nin yüksek olmasının gövdede özellikle hücre duvarında rezerve edilmelerinden kaynaklanabileceği belirtilmiştir.

Nikolaou vd. (2000), dokuz farklı anaç üzerine aşılı Sultani üzüm çeşidinin sitokinin miktarı, besin element düzeyini ve sürgün gelişimini anaçlar düzeyinde incelemiştir. Sitokinin düzeyi ile bazı besin element düzeyi arasında pozitif ilişki tespit etmiştir. Sitokinin oranı yüksek olan 420A, 110R, 1103P ve 99R anaçlarının N, Zn, Cu ve Ca oranlarının da yüksek olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda 110R, 420A, 99R ve 8B anaçlarında yüksek tomurcuk sayısı ve çiçeklenme döneminde büyüme hızının yüksek olduğu belirtilmiştir. Asma başına verim ve tane bileşimleri en yüksek 41B, 5BB ve 110R anaçlarında elde edilmiştir.

Güneş vd. (2003), sera koşullarında 9 farklı anaç ile farklı anaçlar üzerine aşılı Yuvarlak Çekirdeksiz, Kalecik Karası ve Cabernet Sauvignon üzüm çeşitlerinin bor alımlarını karşılaştırmıştır. Bor uygulamayan kontrol grubu anaçlarda 76 - 136 mg kg⁻¹ arasında belirlenen bor düzeyi ile istatistiki olarak benzer bulunmuştur. Ancak 30 mg kg⁻¹ bor uygulanan anaçlar arasında bor konsantrasyonu önemli ölçüde farklı elde edilmiştir. Buna göre 16-16C, 1103P, 16-13C ve Harmony anaçları bünyesinde yüksek bor bulundururken, Rup. Du lot, 5BB, 110R orta, 161-49C ve 5C anaçların da oldukça düşük düzeyde bor tespit edilmiştir. Çeşit/anaç kombinasyonunda 40 mg kg⁻¹ bor uygulaması ile kontrol grubu ile arasında önemli farklar görülmüştür. Ancak bor uygulanmış çeşitlerde anaçlar arası bor düzeylerinde önemli bir fark oluşmamıştır.

Kidman vd. (2013), zayıf tane tutumu gösteren Cabernet Sauvignon ve Merlot üzüm çeşitlerinin anaçların generatif performansa etkisini incelemiştir. Cabernet Sauvignon çeşidinde tane tutumu, çekirdekli tane sayısı, çekirdeksiz tane sayısı, toplam tane sayısı, LGO, CI ve MI üzerinde anaçların herhangi bir etkisi olmamıştır. Merlot üzüm çeşidinde ise tane tutumu, MI, salkım ve tane ağırlığı önemli ölçüde etkilenmiştir. Tane tutumu, kendi kökleri üzerinde yetiştirilen Merlot'da %30 oranı ile en düşük bulunmuş, bunu takiben (%42) Ramsey, (%47) Schwarzmänn, (%49) 1103P ve en yüksek değer %53 ile Teleki 5C anacında elde edilmiştir. Tane tutumuna paralel şekilde en yüksek MI'de 2,9 ile kendi kökleri üzerindeki Merlot'ta tespit edilmiştir. 1103P (2,5), Teleki 5C (2,3), Schwarzmänn (2,1) MI verirken en düşük indeks 1,9 ile Ramsey anacındadır. Ek olarak salkım ağırlığı da kendi kökleri üzerinde yetiştirilen Merlot çeşidinde 86g ile çeşit/anaç kombinasyonlarında göre oldukça düşüktür. En yüksek salkım ağırlığı tane tutumuna paralel şekilde 174g ile Teleki 5C anacında bulunmuştur.

Bascuñán-Godoy vd. (2017), Harmony, Saint George ve Salt Creek anaçları üzerine aşılı ve kendi kökleri üzerinde yetiştirilen Red Globe üzüm çeşidinin farklı fenolojik aşamalarda yapısal ve fizyolojik parametreleri gözlemlemiştir. Salt Creek anacı 33,1 kg/asma⁻¹ verim, 37,1 asma başına salkım sayısı, 769 g salkım ağırlığı ve 4,76 kg/asma⁻¹ budama ağırlığı ile en yüksek değer elde edilmiştir. Ardından 29,1 kg.asma⁻¹ verim, 34,1 asma başına salkım sayısı, 849 g salkım ağırlığı ve 3,71 kg.asma⁻¹ budama ağırlığı ile Harmony anacı gelmektedir. Verimin yanı sıra bu anaçlarda yaprak sayısı ve alanı, fotosentez, yapraklarda şeker birikimi ve köklerde karbon birikimi daha yüksek tespit edilmiştir.

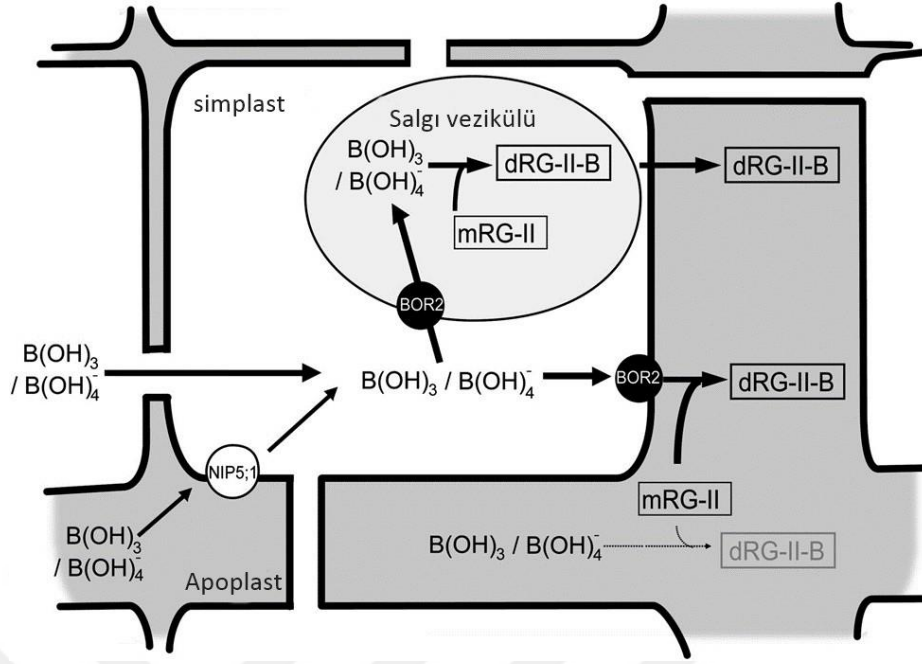
2.4 VvBOR Taşıyıcı Gen İfadesi Üzerine Çalışmalar

Asmalarda boncuklanmayı etkileyen faktörlerin mekanizması hakkında yetersiz bilgi mevcut olmasına rağmen, birçok araştırmacı bu problemi B ve Zn gibi temel mikro besin eksikliği ile ilişkilendirmektedir (Vasconcelos vd. 2009, Keller 2010). B, polen tüpü gelişimi için gerekli hücre duvarının bir bileşeni olan ramnogalakturonan II (RGII) zincirine bağlanarak pektik polisakarın çapraz bağlanmasını sağlayan ve tüm bitkiler tarafından ihtiyaç duyulan besin elementidir (O'Neill vd. 2004, Reid 2014, Alva vd.

2015). Yeterli mikro besin maddesi düzeyini korumak için yapraktan B uygulamasından sonra hala değişen oranlarda boncuklanma indeksi (MI) tespit edilmektedir. Bu sonuç mikro besin elementleri eksikliği nedenlerin de boncuklanmayı tetiklediğini düşündürmüştür (Christensen vd. 2006, Alva vd. 2015).

Bitkilerdeki hücreler benzer bir temel hücre duvarı yapısına sahiptir ve B tüm dokulara yeterli bir şekilde dağıtılması gereklidir. B, hem bitki büyümesi için gerekli bir element hem de yüksek konsantrasyonlarda güçlü bir toksindir. Bu nedenle borun bitki bünyesinde dağılımı üzerinde kontrol sağlaması önemlidir. Bitki tarafından kullanılabilirliğine bağlı olarak borik asit, difüzyon yoluyla, majör intrinsik proteinler (MIP) ailesinin bazı nodulin-26 benzeri intrinsik protein (NIP) kanalları ve BOR taşıyıcıları olmak üzere üç farklı mekanizma ile alınmaktadır (Tanaka ve Fujiwara 2008, Reid 2014, Ozyigit vd. 2020).

B, toprakta yeterli miktarda olması durumunda bitki bünyesine difüzyon ile alınıp taşınmaktadır. Difüzyonla hücre zarının temel yapısı olan lipid çift tabakası boyunca pasif, çift yönlü olarak gerçekleşir. Borik asit yüksüz bir moleküldür ve lipid çift tabakasına sahip hücre duvarları yüksüz moleküllere karşı yüksek geçirgenliğe sahiptir. Buna ek olarak seçici veya seçici olmayan kanallardan pasif çift yönlü olarak gerçekleşmektedir (Şekil 2.2). Hücre zarında, zar kanallarını içeren paralel bir yolun bitkilerde bor hareketini kolaylaştırabileceği görülmüştür. Düşük ve yüksek bor koşullarında ise NIP kanalları ve BOR taşıyıcıları ile taşınmaktadır (Reid 2014). NIP kanalları ve BOR taşıyıcıları birçok bitki ve doku için tanımlanmıştır (Takano vd. 2002, Nakagawa vd. 2007, Reid 2007, Pérez-Castro vd. 2012, Canon vd. 2013, Leaunghitikanachana vd. 2013).



Şekil 2.2 Düşük B koşullarında BOR2 geninin kök hücrelerindeki rolünün şematik görüntüsü (Miwa vd. 2013). Okların kalınlığı reaksiyonun etkinliğini göstermektedir.

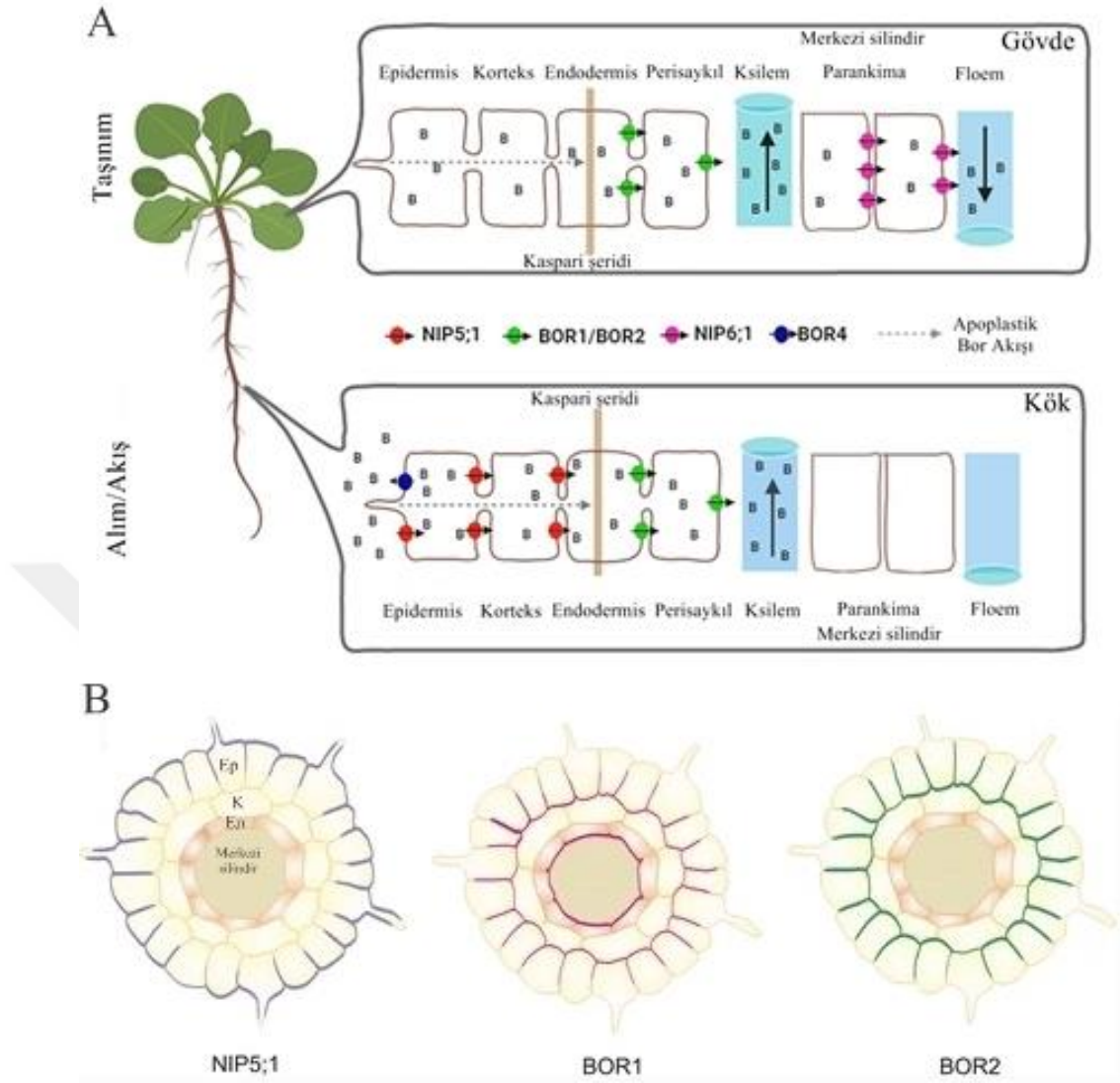
Hücre zarı dışında bor hem simplastik hem de apoplastik yollarla ksileme taşınmaktadır. Apoplastta, terleme yoluyla bitki, su ve toprakta çözünmüş B'yi köklerden yapraklara kadar taşımaktadır. Ksilemde taşınan bor dokular arasındaki konsantrasyon farklılıkları ile difüzyon için gerekli konsantrasyon gradyanını (çözünen madde miktarının çözen madde miktarına oranı) oluşturur. Ksilemin aksine, borun floemdeki hareketi önemli ölçüde değişmektedir. Floem hareketliliği yüksek olan türlerde, fotosentez ürünleri B'ye yüksek afiniteleri olan poliol ile yer değiştirir; çok daha düşük bir afiniteye sahip olan bitkilerde ise sakkaroz ile yer değiştirmektedir (Takano vd. 2008, Reid 2014).

B eksikliğini gidermek amacıyla borun moleküler mekanizmasını iyi anlaşılması önemlidir. Tüm bitki MIP'leri arasında, özellikle NIP'lerin suya ek olarak gliserol ve üre gibi küçük yüksüz molekülleri taşıdığı bilinmektedir. Diğer besin elementlerinden farklı olarak yüksüz olan borik asit, moleküler yarıçapının üre gibi küçük olması NIP protein kanallarında taşınmasını kolaylaştırmaktadır (Takano vd. 2006). NIP kanallarından NIP5;1'in bor taşınmasında görev aldığını ilk Takano vd. (2006) tanımlamıştır. Amino asit dizilerinin filogenetik analizi, dokuz *Arabidopsis* NIP geni arasında, NIP6;1'in NIP5;1'e en çok benzer olduğunu (%66,4 amino asit dizi özdeşliği ve %83,1 benzerlik)

göstermiştir (Wallace ve Roberts 2004). Tanaka vd. (2008) ise NIP6;1 geninin de bor taşınmasında görev aldığı ilk kez belirtmiştir.

Takano vd. (2002) tarafından ilk defa tanımlanan ve canlı sistemlerde ilk bor taşıyıcı olan BOR1, hücre zarında bulunan bir protein olup, 704 amino asitlik bir polipeptidi kodlamaktadır. BOR1 bor taşınmasına aracılık eden bir bor taşıyıcısıdır. Ksilem özsu ve sürgün sistemindeki organlarda B konsantrasyonunu artırarak sürgünün B eksikliğinden korunmasını sağlamaktadır. Miwa vd. (2005), BOR1 geninin homoloğu olan BOR2 geninin ilk tanımlandığı çalışmayı gerçekleştirmişlerdir. BOR2 geninin BOR1 gibi B eksikliğinde bitkilerde B taşıyıcısı olarak görev aldığı ve kök uzaması için gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Araştırma grubu ilerleyen çalışmalarında Miwa vd. (2006), BOR1 geninin homoloğu olan ve bor taşınmasında görev alan BOR3, BOR4, BOR5, BOR6 ve BOR7 genlerin de ilk defa tanımlamıştır.

Bor kanallarının ve taşıyıcıların görevi B alımını ve kullanımını optimize etmektir. B düşük toprak seviyelerinde bir borik asit kanalı olan NIP5;1 aracılığıyla kökler tarafından alınır ve bir borat taşıyıcısı olan BOR1/BOR2 tarafından ksileme yüklenir (Tanaka vd. 2008). Merkezi silindir parankima hücrelerinde yer alan boğumlardan B'un ksilemden floeme taşınmasında NIP6;1 görev almaktadır. Kök epidermisinde bulunan BOR4 ise yüksek B koşullarında B'un kökten toprak çözeltisine akışına yardımcı olur. (Miwa vd. 2005, Takano vd. 2006, Miwa vd. 2006, Tanaka vd. 2008, Reid 2014). B kanalları ve taşıyıcılarının bitki gövde ve köklerde borun taşınması Şekil 2.3.A'da gösterilmiştir (Pereira vd. 2021). Buna ek olarak, NIP5;1, BOR1 ve BOR2 taşıyıcılarının kök uzama bölgelerinde ifade şekli Şekil 2.3.B'de gösterilmiştir. B eksikliğinde, NIP5;1 (mor) epidermisin dış yüzeyinde bulunarak düşük direnç oluşarak B'un köke girişini sağlamaktadır. AtBOR1 (kırmızı) ve AtBOR2 (yeşil) korteks boyunca ve merkezi silindire bakan hücre iç kısımlarında yer alması B hareketini kolaylaştırırken, AtBOR1'in ek olarak merkezi silindiri kaplayan zarlarda daha yüksek ifade edilmesi B'un ksileme yüklenmesini sağlamaktadır (Takano vd. 2010, Miwa vd. 2013, Reid 2014).



Şekil 2.3 Bor taşıma kanallarının dokulardaki yeri A: Bitki gövde ve kök sisteminde NIP5;1 ve NIP6;1 protein kanalları ve BOR1/2 ve BOR4 taşıyıcılarında borun taşınması (Pereira vd. 2021), B: NIP5;1, BOR ve BOR taşıyıcılarının kök uzama bölgesindeki modeli (Reid 2014). Ep: Epidermis K: Korteks EN: Endodermal hücre

Takano vd. (2002), bor eksikliğine duyarlı *Arabidopsis thaliana* mutant bor1-1 ve yabani formunda BOR1'in ksileme yüklenmesi için akış tipi bir bor taşıyıcısı olduğunu ilk defa tanımlamıştır. Ksilem yüklenmesinin, düşük dış bor kaynağında sürgünlerde bor birikimi için kilit adım olduğunu ve BOR1'in bu süreçte önemli bir bileşen olduğunu belirtmiştir. *A. thaliana* bitkisine verilen işaretli bor elementinin köklerde ve ksilemde bor konsantrasyonuna bağlı olarak arttığını gözlemlemiştir. İzleyici bor miktarı 30µM

ve daha düşük olduğu koşullarda kök hücre özsuyu ve ksilemden bor miktarı ortamdaki bor miktarından önemli ölçüde yüksek tespit edilmiştir.

Takano vd. (2006), *Arabidopsis thaliana* bitkisinin yetersiz B koşulları altında nasıl hayatta kaldıklarına araştırmak amacıyla transkriptom analizi yapmıştır. Bor eksikliğinde B'un köklerden yukarı taşınmasında görevli protein kanalı olan Majör İntrinsik Protein (MIP) ailesindeki NIP5;1 genini ilk kez tanımlamıştır. İşaretli B füzyonları, NIP5;1'in kök uzama bölgesinde ve kök kıl bölgesinin hücre zarına lokalize olduğunu ve NIP5;1 proteinlerinin vejetatif ve generatif dokularda ifade edildiğini tespit etmiştir. B eksikliğinde, kolaylaştırılmış difüzyon NIP5;1 kanalı ile borik asit hücre zarı boyunca taşındığını, hızla uzayan köklerin hücre duvarında RGII dimerizasyonu için yeterli B'ü sağladığını göstermiştir.

Miwa vd. (2006), *Arabidopsis* genomunda bulunan altı farklı (BOR2-BOR7) BOR1 homolog geninin hücreye özgü farklı ifade modeline sahip B taşıyıcısı olduğunu ilk defa tanımlayan çalışma olmuştur. BOR3-5 genlerini hem toprak altı hem de toprak üstü kısımda birikimi tespit edilmiştir. BOR2 ve BOR3 düşük B koşullarında normal büyüme için gerekli olduğunu ifade etmiştir. BOR4 geni bor taşınmasında aktif görevi olup, epidermal hücre zarının dış tarafında lokalize olup yüksek B konsantrasyonunda borik asidin kök hücrelerinden dışarı atılmasında görev almaktadır. Kök merkezi silindrinde ve yapraklarda BOR5, çiçek dokularında ise sadece BOR6 ve BOR7 genleri tespit edilmiştir.

Tanaka vd. (2008), NIP5;1 ve NIP6;1 arasındaki benzerlikler nedeniyle, NIP6;1'in aynı zamanda bir borik asit taşıyıcısı olup olmadığını araştırmak için *Xenopus* ifade sistemini kullanmıştır. NIP5;1, B taşınması için bir kontrol geni olarak ele almıştır. NIP6;1'in birikimi ve taşıma verileri, bitki hücre zarında borik asit kanalı olduğunu göstermiştir. Ağırlıklı olarak köklerde biriken NIP5;1'in aksine, NIP6;1 transkript seviyeleri gövdede, kök ve rozet yaprakta daha yüksek elde edilmiştir. Gövdede NIP6;1 birikimi, yüksek B koşulları (+B) ile karşılaştırıldığında yetersiz B (-B) koşullarında 1,4 kat artarken, bu tepki kök ve rozet yaprakta belirgin olmamıştır. NIP6;1 ifadesinin hücre özgüllüğünü belirlemek amacıyla yapılan uygulamada floem (arkadaş

hücreleri, parankima hücreleri ve kalburlu elemanlarda) bölgelerinde biriktiği görülmüştür. Bu birikim şekli ile NIP6;1'in B'un ksilemden floeme taşınmasında rol oynadığını da anlaşılmıştır. NIP5;1'in ölçülebilir su geçirgenliğine sahip olduğunu ancak NIP6;1'in floemde taşınabilmesi için büyük olasılıkla su geçirmez yapısının olduğu açıklamıştır.

Pérez-Castro vd. (2012) tarafından gerçekleştirilen çalışma ile asmalarda Bor gen ifadesi ve tane tutumunda boncuklanma mekanizması ilişkisini araştıran ilk yaklaşımı ortaya koymuştur. Carménère ve Cabernet Sauvignon üzüm çeşitlerinde boncuklanma (millerandage) problemini moleküler yönden inceleyen araştırmacılar ön deneme çalışmalarında BOR taşıyıcılarına benzer bir proteini kodlayan bir genin çekirdeksiz tanelerde güçlü bir şekilde bastırıldığını tespit etmiştir. Ardından AtBOR1'in asma ortologu VvBOR1 olarak tanımlanmış, genin izolasyonu ve karakterizasyonunu ifade etmiştir. VvBOR1'in hücre içinde birikimini belirlemek için *A. thaliana* mutant bitkileri ile yapılan çalışma sonucunda hücre zarında biriktiği görülmüştür. Buna ek olarak, AtBOR1'e benzer şekilde yetersiz B koşullarında bitkilerin bor eksikliğinde gösterdiği fenotipik kusurları ortadan kaldırdığı görülmüştür. VvBOR1'i ifade eden hücrelerde kontrolden %65 daha az B biriktiği belirlenmiş ve B'u dışa aktarmada AtBOR1 kadar verimli olmadığı görülmüştür. Buna göre VvBOR1'in bir B akış pompası olduğunu ancak dışa akışta AtBOR1'den farklı performans gösterdiği anlaşılmıştır. Farklı boncuklanma indeksi gösteren Carménère ve Cabernet Sauvignon çeşitlerinin farklı fenolojik dönemlerde VvBOR1 ifade düzeyi karşılaştırılmıştır. Her iki çeşitte de benzer şekilde ifade edilen VvBOR1 geni çiçeklenme başlangıcından tam çiçeklenmeye kadar artarken tane tutumu ve ben düşme öncesine kadar kademeli olarak azalmıştır. Ben düşmede bir miktar artış gösterse de olgunlaşma dönemine doğru tekrar azalmaktadır. VvBOR1, AtBOR1 gibi vejetatif dokularda ifade edilse de çiçeklenme döneminde çiçeklerde köklerden 1,9 kat daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Carménère üzüm çeşidinde farklı fenolojik dönemlerde çekirdekli ve çekirdeksiz tanelerde VvBOR1'in transkript seviyesi incelenmiştir. Tane tutumunda, çekirdekli tanelerde, çekirdeksiz tanelere göre önemli ölçüde daha yüksek bir VvBOR1 ifadesi gözlemlenmiştir. Diğer fenolojik dönemlerde de, VvBOR1 çekirdeksiz tanelerde çekirdekli tanelere göre daha düşük ifade edilmiştir. Ancak bu farklılık daha az belirgindir. Ayrıca çekirdekli ve

çekirdeksiz tanelerin VvBOR1 gen ifadesi ile B içeriği arasında bir korelasyon gözlemlenmiştir. Çekirdeksiz tanelerin oluşumu ile BOR1 ifadesinin yakından ilişkili olduğu belirtilmiştir.

Alva vd. (2015), partenokarpik (boncuklanma) gösteren Carménère üzüm çeşidinde ABA, GA uygulamaları ile B besin element ve BOR taşıyıcı genlerin ilişkisini tanımlamıştır. Çiçeklenme döneminde çiçek dokularındaki B içeriği ile ABA ve GA uygulamalarının zıt sonucuna ulaşılmıştır. Buna göre, ABA uygulanan asmalarda B içeriği kontrolden 1,6 kat yüksekken, GA uygulananlar kontrole göre 2,6 kat daha düşük bulunmuştur. AtBOR1 ile benzerlik yüzdesi en yüksek olan ve aynı dizide gruplanmış proteinleri kodlayan genleri VvBOR2 ve VvBOR3 olarak tanımlamıştır. AtBOR4 ile aynı dizide gruplanmış taşıyıcıları kodlayan genlere ise VvBOR4, VvBOR5 ve VvBOR6 olarak tanımlamıştır. Fenolojik dönemlerde farklı dokularda incelenen VvBOR genlerinden, VvBOR3 ve VvBOR4'ün çiçeklenme öncesi dönemde çiçeklerde güçlü bir şekilde ifade edildiğini ancak tam çiçeklenme ve sonraki gelişim aşamalarında dokuya özgü ifadelerinde farklılıklar olduğu gözlenmiştir. VvBOR3 tam çiçeklenme döneminde çiçek tozları dökülmüş çiçeklerde ve gelişen tanelerde ifade edilirken, VvBOR4 çiçek tozlarına özgü bir ifade göstermiştir. VvBOR2, VvBOR5 ve VvBOR6 genleri VvBOR1 ile karşılaştırıldığında generatif dokularda önemli bir sonuç vermemiştir. VvBOR3 ve VvBOR4 genlerinin ifadesi tam çiçeklenme döneminde çiçeklerde ve tane tutumu döneminde tanelerde ABA, GA ve kontrol grubu ile ilişkisi incelenmiştir. Hem çiçekte hem tanede, iki gen bölgesinde de GA uygulaması ile aşağı regülasyonu tespit edilmiştir. ABA uygulanan asmalarda ise VvBOR3 ifadesinde önemli ölçüde bir farklılık görülmemiştir. VvBOR4'de ise ABA uygulaması ile çiçek dokularında yüksek ifade edilirken, tanede kontrole göre düşük bulunmuştur. GA ve ABA uygulanmış asmaların B konsantrasyonunda gözlenen değişikliklerin, BOR-tipi B taşıyıcı kodlayan genlerin modülasyonundan kaynaklanabileceğini göstermektedir.

Migeon vd. (2010), metal alımı ve taşınmasında rol aldığı belirlenen Fe taşıyıcılarına benzer (ZIP) Protein gen ailesinin birkaç üyesini *A. thaliana* bitkisinde Zn taşıyıcısı olarak tanımlanmasının ardından Gainza-Cortés vd. (2012), Carménère üzüm çeşidinde kök, yaprak, gövde, çiçek ve tanelerde VvZIP3 ve diğer ZIP üyelerinin ifade düzeyini

incelemiştir. *Medicago truncatula*'dan elde edilen metal taşıyıcıya benzer bir proteini kodlayan genin, çekirdeksiz tanelerde güçlü bir şekilde bastırıldığını bulmuştur. Bu gene karşılık gelen cDNA, Carménère tanelerinin ekspresyon kitaplığından izole edilmiştir. Asma genomunda tanımlanan ZIP genleri ile karşılaştırıldığında izole edilen genin VvZIP3'e karşılık geldiği bulunmuştur. VvZIP3'ün esas olarak generatif dokularda (özellikle çiçek salkımı ve çiçeklerde) en yüksek ifade edilirken tanelerde olgunlaşma zamanına doğru kademeli olarak azalmıştır. Diğer VvZIP üyeleri (ben düşme döneminde en yüksek ifade edilen VvZIP6 hariç) düşük ifade göstermiştir. Millerandage/boncuklanma ile VvZIP3 ilişkisi incelendiğinde, çekirdekli tanelerde yüksek ifade edildiği ancak küçük çekirdekli tanelerde düşük olduğu bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, VvZIP3'ün temel olarak asmanın yüksek Zn ihtiyacı (çiçeklenme ve tane tutumu) gerektirdiğinde ifade edildiğini ve ifadesinin asmadaki normal tane gelişimini etkileyen fizyolojik süreçlerle ilişkili olduğunu belirtmiştir.

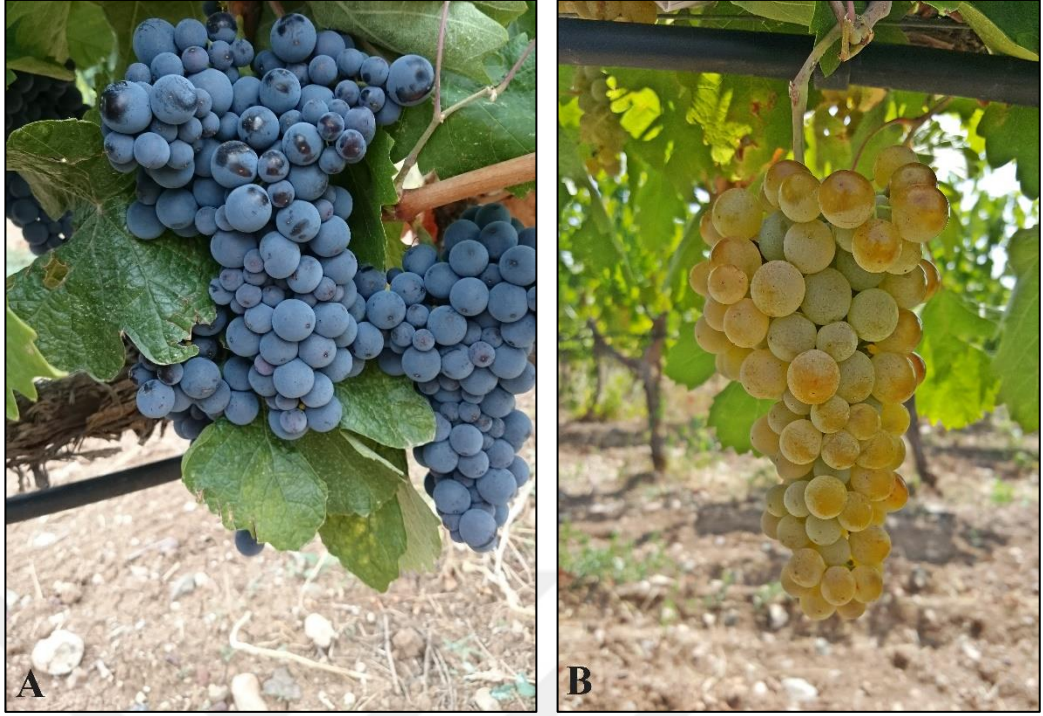
3. MATERYAL VE YÖNTEM

Doktora Tez çalışması 2017-2021 yılları arasında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'nde yürütülmüş; Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bozok Üniversitesi Boğazlıyan Meslek Yüksekokulu ile Erciyes Üniversitesi Eczacılık Fakültesi ve Veterinerlik Fakültesi olanaklarından yararlanılmıştır.

3.1 Materyal

Tez çalışmasını oluşturan bağ materyalleri Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kalecik Bağcılık Araştırma ve Uygulama İstasyonu'nda yetiştirilmekte olan Kalecik Karası (Klon 12) ve Narince üzüm çeşitlerinin 5BB, 41B ve 1103P anaçları ile oluşturduğu kombinasyonlardır.

Kalecik Karası (Klon 12) parseli yaklaşık 18 dekar büyüklüğünde bir alan üzerinde 1995 yılında 5BB, 41B ve 1103P anaçları ile aşılı olarak tesis edilmiştir. Asmalarda 80 cm gövde yüksekliğinde çift kollu sabit kordon terbiye şekli uygulanmaktadır. Narince üzüm çeşidinde ait farklı terbiye sistemlerinin uygulandığı tesis ise aynı anaçlar (5BB, 41B ve 1103P) üzerine aşılı olarak 1997 yılında kurulmuştur. Çalışmada çift kollu kordon terbiye sisteminin uygulandığı Narince asmaları kullanılmıştır. Her iki tesisin dikim aralıkları 3x1.5 m'dir. Kalecik Karası üzüm çeşidi salkımları kanatlı konik yapıdadır (Şekil 3.1 A). Taneleri 1 - 2 çekirdeğe sahip yuvarlak siyahtır (Anonim 2012). Narince üzüm çeşidi konik salkıma sahip olup (Şekil 3.1 B), 2 - 3 çekirdekli yuvarlak beyaz tanelidir (Anonim 2012).



Şekil 3.1 Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Kalecik Bağcılık Araştırma ve Uygulama İstasyonu (A) Kalecik Karası (Klon 12) çeşidinin salkımları (B) Narince çeşidinin salkımı

3.2 Yöntem

Kalecik Karası ve Narince üzüm çeşitlerinin 5BB, 41B ve 1103P anaçları üzerindeki generatif performans ve tane tutumu, aşağıda sunulan gelişme özellikleri ve incelemelere bağlı olarak çalışılmıştır.

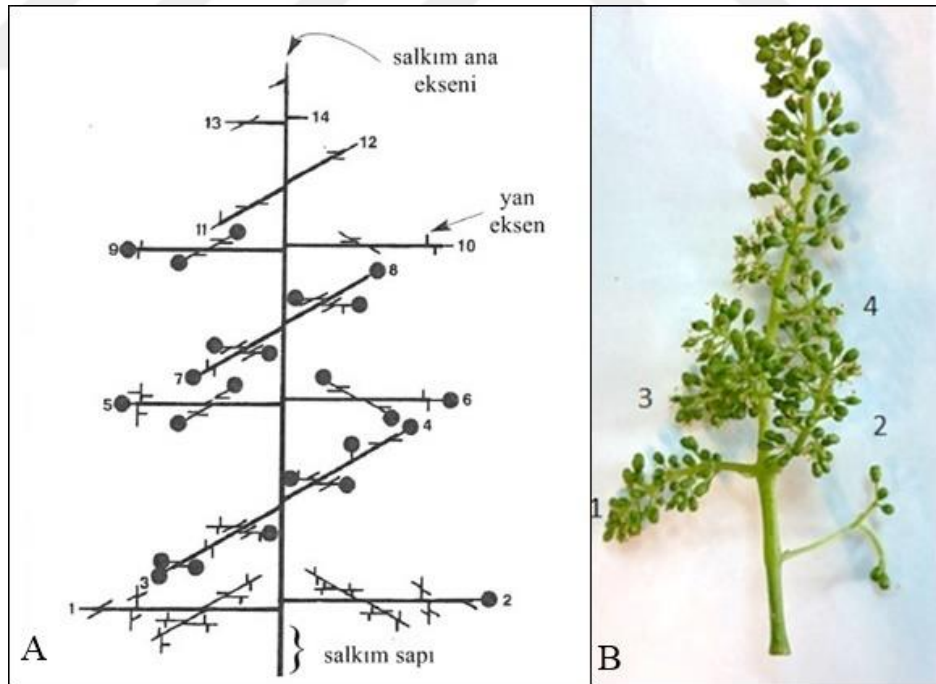
3.2.1 Generatif organlar üzerinde gerçekleştirilen çalışmalar

Çiçek yapısal özellikleri: Çiçekler açılmadan hemen önce açılmaya hazır korolla penset ile uzaklaştırılmış, çiçek organları stereo mikroskop ile fotoğraflandırdıktan sonra “İmage-J” programı ile dişi ve erkek organ boyutları ölçülmüştür.

Çiçek tozu morfolojisi: Çiçek salkımlarından elde edilen çiçek tozlarının polar uzunluğu (P) ve ekvatorial genişliği (E) ile bunların oranı (P/E) hesaplanarak normal çiçek tozu yapısı (çiçek tozu şekli) belirlenmiştir. Şekil bozukluğu gösteren çiçek tozlarının sayılmasıyla anormal çiçek tozu oranı (%) da saptanmıştır.

3.2.2 Çiçek tozu kalitesinin belirlenmesi

Çiçek tozlarının tozlanmadaki kalitesinin ifade edilebilmesi amacıyla çiçek tozu canlılığı (%), çiçek tozu çimlenme oranı (%) ve çiçek tozu verimi/anter-çiçek (n) incelenmiştir. Açılmaya hazır ancak henüz açılmamış veya üzerinde az sayıda açılmış çiçek bulunan salkımlar, açılmış çiçekler dikkatli bir şekilde uzaklaştırıldıktan sonra izole edilerek toplanmış ve hızla laboratuvara getirilmiştir. May (2004)'e göre, çiçek salkımlarının 2., 3. ve 4. dallanmalarından elde edilen çiçekler ayrılmıştır (Şekil 3.2). Anterler petri kapları içerisine yerleştirilen çok ince gözenekli tülbent üzerine yerleştirilerek bir gece etüvde 24 ± 1 °C'de bekletilmiş, böylece çiçek tozlarının serbest kalması sağlanmıştır. Tülbent hafifçe elenerek petri kapları içerisinde çiçek tozlarının birikmesi sağlanmıştır. Elde edilen çiçek tozu nemlenmeye karşı korunmak üzere desikatör içerisinde korunmuştur. Çiçek tozları toplandıktan sonrasında aynı gün içerisinde nadiren bir gün sonrasında canlılık ve çimlenme testleri kurulmuştur. Elde edilen çiçek tozları üzerinde aşağıdaki incelemeler yapılmıştır:



Şekil 3.2 Çiçek somaklarının dallanma yapısının May (2004)'den alınan şematik düzeni (A) ve bu düzende çiçek dalcıkları sınıflandırılan Kalecik Karası çiçek salkımı (B)

Çiçek tozu canlılık oranı (%): 2,3,5 Trifenil tetrazolyum klorür (TTC), İyotlu potasyum iyodür (IKI), Asetokarmin ve Floresan diasetat (FDA) canlılık testleri kullanılmıştır.

2,3,5 Trifenil tetrazolyum klorür (TTC): Çiçek tozu canlılığını belirlemek için Cook ve Stanley (1960)'a göre %1'lik TTC çözeltisi hazırlanmıştır. Buna göre, 0,1 g TTC 1ml saf su içinde çözdürülmüş, ayrıca 9 ml saf su içerisinde eritilmiş 6 g sakkaroz ile karıştırılmıştır. Çiçek tozlarının 2-3 saat karanlık ortamda boyanması sağlanmıştır. Kırmızı ve açık pembe boyanan çiçek tozları canlı sayılırken sarımsı renk ve boyanmamış olanlar cansız kabul edilmiştir (Shivanna ve Rangaswamy 1992, Karabıyık ve Eti 2015).

İyotlu potasyum iyodür (IKI): Johansen (1940)'a göre 1 g Potasyum İyodür (KI) 100 ml suda eritildikten sonra 0,5 g İyot (I₂) ilave edilmiştir. Çiçek tozları 10 dakika karanlıkta bekletilmiştir. Canlı çiçek tozları koyu kahverengi boyanırken, cansız çiçek tozları açık kahverengine boyanmıştır (Rathod vd. 2018).

Asetokarmin: Elçi ve Sancak (2013)'a göre hazırlanmıştır. %45'lik asetik asit benmaride kaynayan 100 ml saf suyun derecesine ulaşana kadar (10dk) ısıtılmıştır. 1 g toz karmin kaynayan asite ilave edilerek 10 dakika ısıtılarak karıştırılmıştır. Karışım soğuduktan sonra süzölmüş ve 12 saat buzdolabında (5-7 °C'de) bekletilmiştir. Çiçek tozları 4 saat boyandıktan sonra sayım yapılmıştır. Buna göre kırmızı boyananlar canlı, boyanmayan çiçek tozları cansız olarak hesaplanmıştır (Eti 1990, Huang vd. 2004, Kalyoncu vd. 2013).

Floresan diasetat (FDA): Heslop-Harrison ve Heslop-Harrison (1970)'e göre 2 mg FDA 1 ml asetonda eritilmiş, 9 ml saf su içerisinde 1,71 g (0,5 M) suda çözdürülmüş sakkaroz çözeltisi ile karıştırılmıştır. Parlak yeşil renkli çiçek tozları canlı, renksiz parlak olmayan çiçek tozları cansız olarak belirlenmiştir (Heslop-Harrison ve Heslop-Harrison 1970, Shivanna ve Heslop-Harrison 1981, Nepi vd. 2010).

Çiçek tozu canlılık testlerinde uygulama ve kontrol: TTC, IKI, asetokarmin ve FDA boya çözeltileri lam üzerinde 2 bölgeye damlatılıp üzerine fırça yardımıyla çiçek tozu ekimleri yapıp her bölgede 4 farklı alan sayım yapılmıştır. Mikroskopik gözlemler için Olympus BX53 ışık mikroskobu kullanılmış, FDA canlılık testinin incelenmesinde aynı mikroskobun floresan lens dönüşümünden yararlanılmıştır. Canlılık testi ~42,500 çiçek tozu ile sayım yapıp sonuç yüzde olarak hesaplanmıştır.

Canlılık testlerinin güvenilirliğini sağlamak amacıyla cansız hale getirilmiş çiçek tozu (killed pollen technique) tekniğinden yararlanılmıştır. Bunun için çiçek tozları 80°C’de 2 saat ve 24 saat bekletilerek cansız hale gelmeleri sağlanmıştır (Dafni ve Firmage 2000, Rodriguez-Riano ve Dafni 2000, Huang vd. 2004). Cansız çiçek tozlarında da aynı uygulamalar gerçekleştirilmiştir.

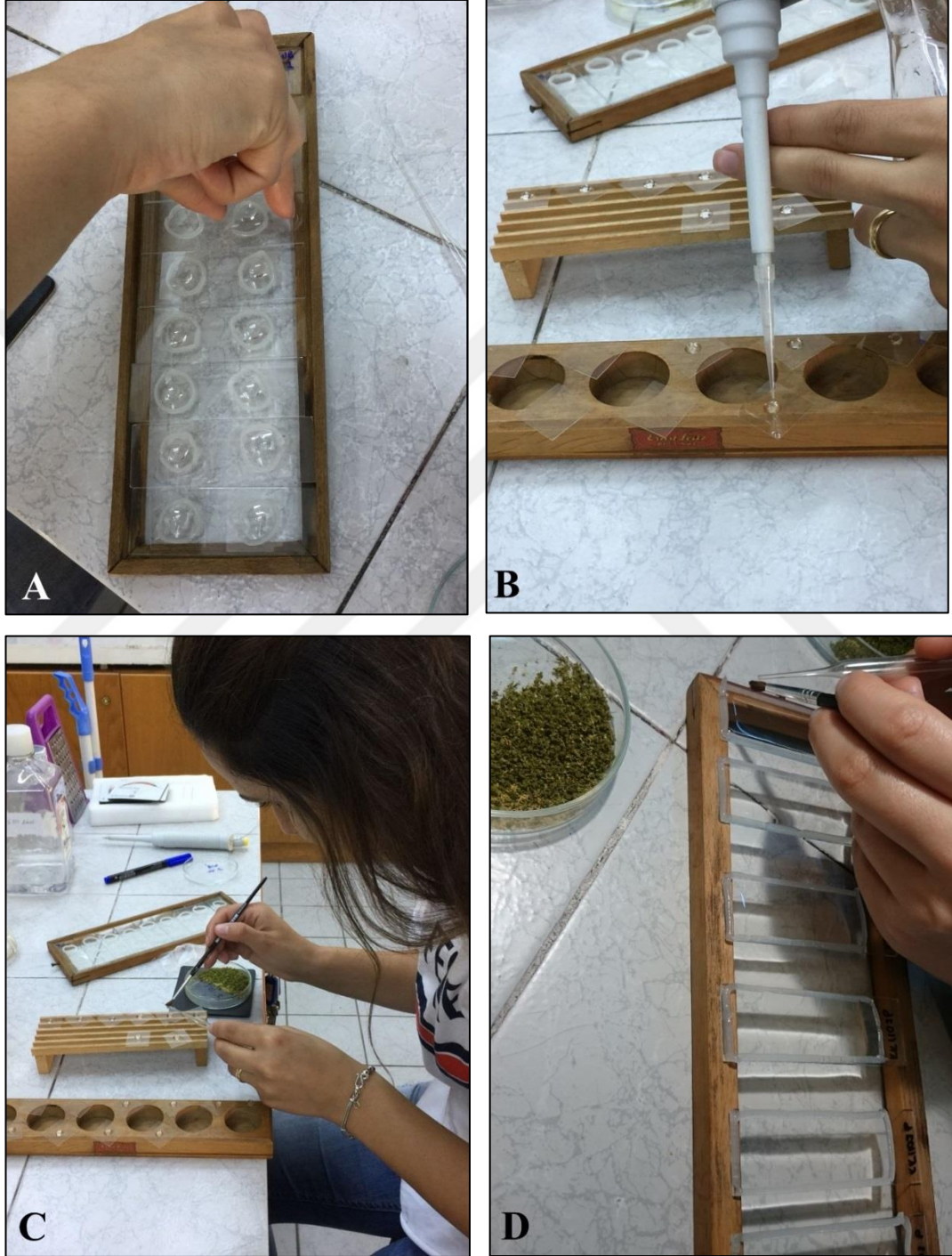
Çiçek tozu çimlenme oranı:

***In vitro* çimlenme (%):** *In vitro* çimlendirme önceki çalışmalarda kullanılmış olan asılı damla (Stanley ve Linskens 1974, Kelen ve Demirtaş 2003, Heazlewood 2005, Pereira vd. 2014) ve petride agar (doymuş petri) (Pratt ve Almehdi 1983, Park vd. 2002, Abreu vd. 2006, Sabır 2015a) yöntemleri kullanılmıştır.

Asılı damla yöntemi için çalışmalarda sık kullanılan %15, 20, 25 sakkaroz içeren besin ortamları ve %20 sakkaroz + %0,01 borik asit (H_3BO_3) içeren ortam ile Brewbaker ve Kwack'ın (1963) standart veriler elde etmek için belirlediği besin elementleri içeren ortamı denenmiştir. Buna göre; 100 ml saf su içerisinde %12,5 sakkaroz, %10 borik asit (H_3BO_3), %30 kalsiyum nitrat ($Ca(NO_2)$), %10 magnezyum sülfat ($Mg(SO_4)$) ve %10 potasyum nitrat (KNO_3) içeren konsantrasyon kullanılmıştır (Martin 1972, Shivanna ve Rangaswamy 1992). Petride agar (doymuş petri) yöntemi için %20 sakkaroz, %0,01 borik asit (H_3BO_3) ve %1 agar kullanılmıştır (Abreu vd. 2006, Sabır 2015a). Şekil 3.3.’de asılı damla (A, B, C) ve petride agar (D) yönteminin uygulaması gösterilmiştir.

Her iki yöntemde de çiçek tozları ortamlara ekildikten sonra 25°C’de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda fotoğrafları çekilmiş ve sayımlar 3 farklı

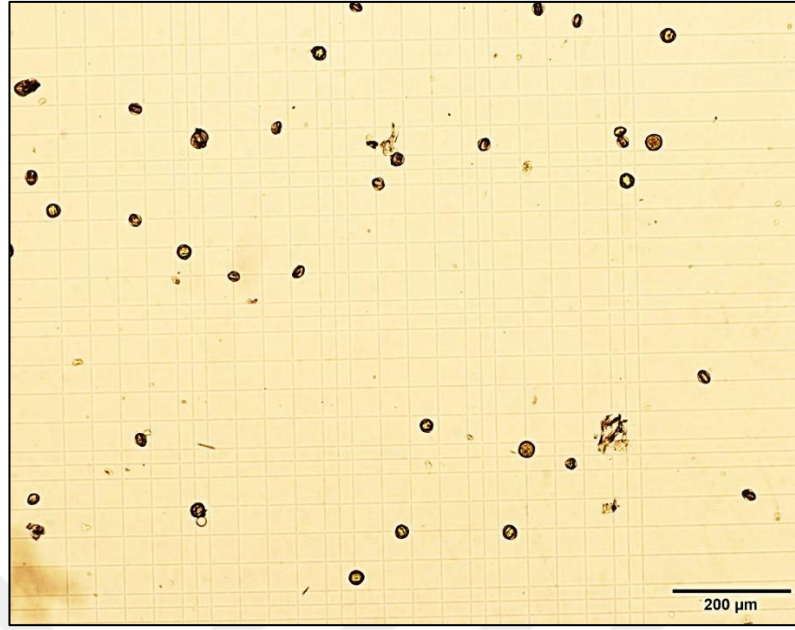
alanda 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 3 farklı alan olacak şekilde “İmage-J” programı ile yapılmıştır. Çimlenme testi ~19,000 çiçek tozu ile sayım yapıp sonuç yüzde olarak hesaplanmıştır (Shivanna ve Rangaswamy 2012, Elçi ve Sancak 2013).



Şekil 3.3 Asılı damla (A, B, C) ve petride agar (D) yönteminin uygulaması

In vivo çimlenme: *In vivo* çimlenme çalışmaları için üzüm çeşitlerinin erkek organları penset yardımıyla çiçeklerden uzaklaştırılıp 10'ar adet dişi organ incelenmiştir. Ebadi (1996)'a göre anterleri uzaklaştırılmış dişi organ carnoy solüsyonunda (%60 etanol, %30 klofororm, %10 glasiyal asetik asit) bir hafta fikse edildikten sonra iki kez 30 dakika saf su içerisinde yıkanmıştır. Ardından 0,8M NaOH içinde 60°C 1 saat tutulmuştur. Rengi açılmış olan örnekler anilin mavisi içerisinde 1 gece boyanmıştır. Lam üzerine yerleştirilip %80 gliserol içerisine yerleştirip lamel ile hafifçe batırılmıştır. Dişicik borusu (stilus) içerisinde polen tüpü ve tepcık (stigma) üzerinde çiçek tozu floresan mikroskop altında incelenmiştir.

Çiçek tozu verimi: Çiçek tozu verimi için Oberle ve Watson'ın geliştirdiği Eti (1990) tarafından önerilen yöntemle göre hemositometrik lam kullanılmıştır (Şekil 3.4). Her bir örnek için 20 adet açmamış çiçek alınmıştır. Çiçekler 10'arlı 2 grup halinde ayrılıp erkek organ başcıkları sayılarak küçük şişelere konmuştur. Her bir şişede 10'ar çiçeğe ait başcıklardan çiçek tozlarının serbest kalması ve kuruması sağlanmıştır. Birleşip toplanmasını önlemek için cam bagetlerle başcıklar ezilmiştir. Her bir şişeye 2 ml saf su eklenerek 4-5 saat bekletildikten sonra karıştırılıp pipet yardımıyla bir miktar çekilmiş ve hemositometrik lam üzerindeki iki sayma odacığına birer damla damlatılmış ve lamel kapatılmıştır. Her sayma odacığında 16 kare bulunmaktadır, rastgele seçilen 4 büyük karede sayım yapılmıştır. Her bir örnek için 2 şişe, 2 sayma odacığı ve 4 büyük kare sayımı ile 16 tekrür yapılmıştır. Sayımda elde edilen değerler toplanıp 16'ya bölünerek her bir büyük karede ortalama çiçek tozu miktarı elde edilmiştir. Her bir lamel arasında 0,1 mm³ hacmi ile süspansiyonun toplam hacminde bulunan 10 çiçeğe ait çiçek tozu miktarı belirlenmiştir. Elde edilen veriler ile bir çiçeğe ait ortalama çiçek tozu miktarı hesaplanmıştır.



Şekil 3.4 Hemositometrik lam üzerinde büyük ve küçük karelere bölünmüş sayma odacıklarında çiçek tozlarının dağılımı (Kalecik Karası/5BB)

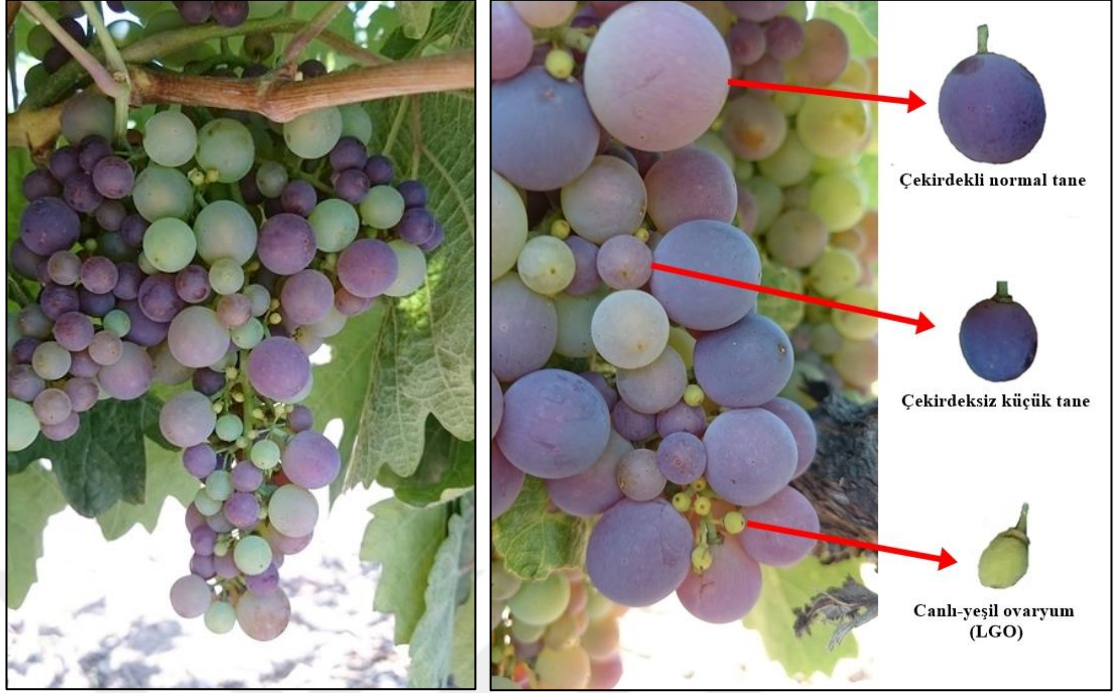
3.2.3 Generatif performansın belirlenmesi

Çalışmanın bu bölümünde tane tutum oranı ve boncuklanma oranı'nın ifade edilmesine yönelik gözlem ve incelemeler yapılmıştır. Bu amaçla Kalecik Karası ve Narince üzüm çeşidinde her anaç için 10 ar adet omca belirlenmiştir. Her omcada sürgünün ilk çiçek salkımı (dipten itibaren) seçilerek etiketlenmiştir. Çiçekleri henüz açmamış olan çiçek salkımları, tozlanmayı engellemeyecek olan iri gözenekli tül keseler içerisine alınmıştır (Şekil 3.5). Böylece salkım üzerinde gerçekleştirilecek gözlem ve sayımlar salkıma özgü yapı korunarak değerlendirilmiştir. Tane tutum özelliklerinin belirlenmesi Collins ve Dry (2009) ve Alva vd. (2015) tarafından kullanılan sayım ve oranlama yöntemleri kullanılmış ve salkımlar üzerinde aşağıdaki incelemeler yapılmıştır.



Şekil 3.5 Salkımdaki çiçek sayısının belirlenmesi için izole edilmesi (Kalecik Karası)

Salkımdaki toplam çiçek ve tane sayısı: Keselenerek işaretlenen salkımlarda tane tutumu gerçekleşip çiçek taç yaprakları tamamen döküldükten sonra keseler çıkarılmıştır. Kese içerisindeki korolla sayısından toplam çiçek sayısı hesaplanmıştır. Toplam tane sayısı ise, aynı salkımların hasat edilmesinden sonra tanelerin sayılmasıyla belirlenmiştir. Salkımlar üzerinde çekirdekli ve çekirdeksiz küçük tane ayırımının yapılabilmesi yalnız irilik gözlemiyle değil, beraberinde tanelerin kesilerek çekirdeğin bulunma durumuna bağlı olarak değerlendirilmiştir (Collins ve Dry 2009). Boncuklanma gözlenen Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli çeşide özgü normal tane, çekirdeksiz küçük tane ve canlı-yeşil ovaryumların (LGO) bulunduğu salkım Şekil 3.6.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.6 Çekirdekli normal tane, çekirdeksiz küçük tane ve canlı-yeşil ovaryumların (LGO) bulunduğu boncuklanma gösteren Kalecik Karası çeşidinin salkımı (Ben düşme dönemi).

Tane tutum oranı (%):

$$\text{Tane tutum oranı} = \frac{\text{çekirdekli ve çekirdeksiz tane sayısı}}{\text{salkım başına çiçek sayısı}} \times 100$$

Boncuklanma oranı (%):

$$\text{Boncuklanma oranı} = \frac{\text{salkımdaki çekirdeksiz tane sayısı}}{\text{toplam tane (çekirdekli + çekirdeksiz + LGO)}} \times 100$$

Boncuklanma İndeksi (MI):

$$\text{Boncuklanma indeksi} = 10 - \frac{(\text{salkım başına çekirdekli tane sayısı} \times 10)}{\text{salkım başına çekirdekli + çekirdeksiz + LGO sayısı}}$$

Ayrıca elde edilen salkımların uzunluğu, genişliği, ağırlığı ve salkım iskeleti ağırlığı tespit edilmiştir.

3.2.4 Bor (B), çinko (Zn) ve molibden (Mo) mikrobesein elementlerinin generatif performansa etkisinin belirlenmesi

Minör elementler olan bor, çinko ve molibden asmada generatif gelişmenin mineral düzenleyicileri olarak görev almaları nedeniyle üzerinde çalışılan üzüm çeşitlerinde asmada (yaprak örnekleri kullanılarak) ve özel olarak çiçek tozunda bulunma düzeyleri belirlenmiştir.

Bu amaçla, tam çiçeklenme, tane tutumu, ben düşme öncesi, ben düşme, ben düşme sonrası ve olgunlaşma olmak üzere, 6 farklı fenolojik dönemde, her bir anaç için 12 adet yaprak örneği alınmıştır. Sürgün üzerindeki ilk salkımın karşıdaki hastalıksız ve iyi güneşlenen yapraklar analiz örnekleri olarak tercih edilmiştir. Örnekler hava alabilen kağıt keseler içerisinde laboratuvara getirilmiştir. Yaprakların yaş ağırlığı belirlendikten sonra sabit ağırlığa gelinceye kadar 65°C’de etüvde kurutulmuştur. Kurutulan örnekler havanda öğütölerek hava almayacak şekilde cam saklama kaplarında +4°C’de analize kadar muhafaza edilmiştir (Kacar 2014). Çiçek tozları ise, tam çiçeklenme zamanında önceden bu amaca yönelik olarak keselenmiş salkımlardaki çiçeklerden toplanmış ve çiçek tozları -20°C’de tüpler içerisinde analize kadar muhafaza edilmişlerdir.

Yakma işlemi için 0,1 - 1 g yaprak ve çiçek tozu örnekleri üzerine 10 ml nitrik asit (HNO₃) eklenerek 25-30 dakika gaz çıkışı sağlanmıştır. Ardından mikrodalga kullanılarak 200°C’de 40 dakika yakma gerçekleşmiştir. Bu işlem sonunda cam balonlara aktarılan örnekler distile su ile 25 ml hacim ölçüsüne tamamlanmıştır. Örnekler filtre kağıdından süzöldükten sonra +4°C’de korunmuş ve hızla analizi gerçekleştirilmiştir.

Mikro elementler Endüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi (ICP-MS) ile belirlenmiştir (Thermo Scientific ICAPQC, USA). Cihaz çalışma parametreleri radyofrekans gücü 1550 W, nebulizer gazı 0,96 L/dk, plazma gazı 0,88 L/dk, nebulizer basıncı 3,01 bar, bekleme süresi 0,01 ms ve püskürtme odası sıcaklığı 3,7°C olarak ayarlanmıştır. Örnek probu enjeksiyonlar arasında 30 saniye ultra saf su ile durulama,

ardından 50 saniye %2 HNO₃ ile yıkama ve son olarak 50 saniye ultra saf su ile durulama ile yıkanmıştır. ICP-MS cihazının kalibrasyonu için belirli konsantrasyonlarda standartları hazırlanarak cihazda okutulmuştur. Sonuçların doğruluğunu sağlamak için numunelerin ve standartların her ölçümü üç kez tekrarlanmıştır.

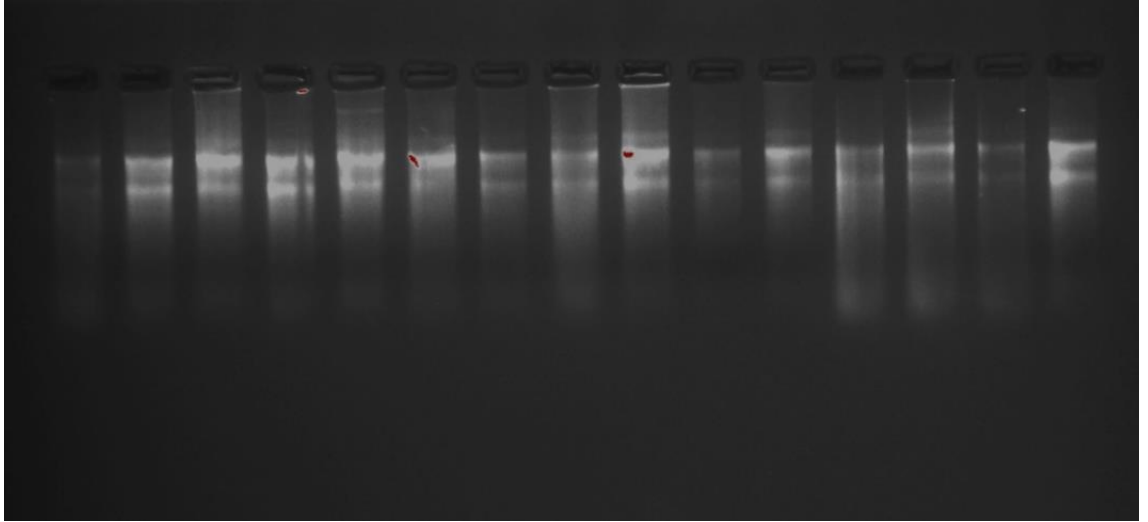
3.2.5 VvBOR genlerinin tanelerde ifadesinin belirlenmesi

Tane örneklerinin alınması: Kalecik Karası üzüm çeşidinin 5BB, 41B ve 1103P anaçları üzerinde aşıllı omcalarından tane tutumu, ben düşme öncesi, ben düşme, ben düşme sonrası ve olgunluk dönemi olmak üzere 5 farklı fenolojik dönemde her bir anaçtan 5'er salkım laboratuvara getirilmiştir. Salkımdaki çekirdekli ve çekirdeksiz küçük taneler ayrıldıktan sonra paketlenerek -80°C'de analize kadar muhafaza edilmek üzere korunmaya alınmıştır.

Total RNA izolasyonu: Çekirdekli ve çekirdeksiz tanelerde toplam RNA TransZol (TransGen Biotech) protokolüne göre hazırlanmıştır. Donmuş örnekler sıvı nitrojen ile hızlı bir şekilde havana aktarılıp toz haline getirilmiştir (Şekil 3.7). Mikrosantrifüj tüpüne alınan 100 mg örnek üzerine 1 ml transzol eklenmiştir. Ardından 0,2 ml kloroform eklenip 30 saniye boyunca kuvvetlice sallanmıştır ve 3 dakika oda sıcaklığında inkübe edilmiştir. Örnekler 10.000 x g'de 15 dakika 4°C'de santrifüjlenmiştir. Karışım alt pembe organik faza, interfaza ve RNA'yı içeren renksiz üst sulu faza ayrılmıştır. RNA içeren renksiz üst fazı RNase içermeyen yeni tüpe aktarıldıktan sonra 0,5 ml izopropanol eklenmiştir. Tüpü ters çevirerek iyice karıştırılıp, 10 dakika oda sıcaklığında inkübe edildikten sonra 10.000 x g'de 10 dakika 4°C 'de santrifüjlenmiştir. Süpernatantı uzaklaştırılıp tüpün duvarında ve dibinde koloidal çökelti oluşmuştur. 1 ml %75 etanol eklenerek vortekslenmiştir. Ardından 4°C'de 5 dakika boyunca 7.500 x g'de santrifüjlendikten sonra süpernatantı uzaklaştırılmıştır. RNA peletini yaklaşık 5 dakika havada kurutulduktan sonra RNA peleti 20-30µl DEPC su içinde çözdürülmüştür. Agaroz jel yöntemi ile RNA kontrolü sağlanmıştır (Şekil 3.8). Elde edilen RNA -20°C muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.7 Sıvı nitrojenle tanelerin toz haline getirilmesi



Şekil 3.8 Toplam RNA'nın agaroz jelde görüntüsü

RNA saflaştırma ve cDNA sentezi: Toplam RNA'ya Tansgen DNase I (RNase free) protokolü uygulanarak saflaştırılmıştır.

Çizelge 3.1 Rna saflaştırma protokolü

RNA	1µl
10xDNase I Reaction Buffer	1µl
DNase I	1µl
Nükleaz içermeyen su	10 µL

Hazırlanan örnek 37°C’de 30 dakika inkübe edilmiştir. Ardından 0,5 µl 200 mM EDTA solüsyonu eklenerek 65°C’de 10 dakika inkübe edilerek saflaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir.

Saflaştırılmış RNA’dan TransScript® II Reverse Transcriptase protokolü ardından RNase H adımı kullanılarak 20 µl cDNA elde edilmiştir. Protokole göre adımlar aşağıdaki verilmiştir:

1. Toplam RNA (10µl), 1 µl Oligo(dT)20 Primer ve 4,5 µl RNA içermeyen su ile hazırlanan reaksiyon 65°C 5 dakika ardından 2 dakika buzda inkübe edilmiştir.
2. Ardından 1µl dNTP, 2 µl TS II RT Buffer, 1 µl TransScript® II RT ve 0,5 µl RNaseOUT (İnvitrogen) eklenerek 50°C 30 dakika ve 80°C 20 saniye inkübe edilmiştir.
3. İzole edilen cDNA’dan 5 µl alınarak, 1’lik agaroz jelde kontrol edilmiştir.

Bor Gen İfadesi Çalışmaları: Borun taşınmasında rol oynayan AtBOR genlerinin izolasyonu ve karakterizasyonu bazı araştırmacılar tarafından belirlenmiştir (Takano vd. 2002, Miwa vd. 2005, Miwa vd. 2006). Sonraki çalışmalarda BOR tipi taşıyıcıları kodlayan bu genlerden VvBOR genleri *Vitis vinifera* için tanımlanmıştır (Pérez-Castro vd. 2012, Alva vd. 2015). Bu çalışmalar referans alınarak borun ksileme taşınmasında görev alan VvBOR1 ve VvBOR3 ile bor seviyesinin yükselmesinde ifade edilen VvBOR4 genleri kullanılmıştır. Her örnek için elde edilen Ct değeri GAPDH ve UBQ genine göre normalize edilmiştir. Oligonükleotit primer dizileri ve aşağıda verilmiştir:

VvBOR1Fwd, 5’-ACGCTTGAATGAGTTGAGG-3’

VvBOR1Rev, 5’-GCTTGAAGACGAACCATGAGG-3’

VvBOR3Fwd, 5’-GAGAAGCAAGACAGTCCAATTTAGG-3’

VvBOR3Rev, 5’-AAAGCCCATCAAGGAAGAGG-3’

VvBOR4Fwd, 5’-ACCAGTCGGACGCAGTGAG-3’

VvBOR4Rev, 5’-AGGTGTAATCAGTGGACTCTATACG-3’

VvGAPDHFwd, 5’-TTCCGTGTTCTACTGTTG-3’

VvGAPDHRev, 5'-CTCTGACTCCTCCTTGAT-3'

VvUBQ Fwd, 5'- GTGGTATTATTGAGCCATCCTT-3'

VvUBQ Rev, 5'- AACCTCCAATCCAGTCATCTA-3'

Gerçek zamanlı polimeraz zincir reaksiyonu (qRT-PCR) ile transkriptlerin toplam RNA ekstraksiyonu ve miktarının belirlenmesi, yöntemine Almada vd. (2009)'a göre gerçekleştirilmiştir. Tüm reaksiyonlar, üretici tarafından açıklanan prensiplere göre SYBR green qPCR Master Mix kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her biyolojik kopya için, 4 µl Master Mix, 0,2 µl her bir primerden, 2,5 µl cDNA ve nükleaz içermeyen su kullanılarak son hacim 20 µl'ye tamamlanmıştır.

3.2.6 İstatistik analizler

Verilerin istatistik değerlendirmelerinde çalışmanın farklı bölümlerindeki ihtiyaçlara göre farklı teknikler kullanılmıştır. Buna uygun olarak Materyal ve Yöntem bölümünde örnekleme sayılarına ait bilgiler önceki başlıklarda paylaşılmıştır. Diğer taraftan temel olarak varyans analizini esas alan değerlendirmeler için tesadüf blokları deneme deseni ve SPSS (ver.22) paket programı kullanılmış, grup farklılıklarının değerlendirilmesinde Duncan testi ($p < 0,05$) kullanılmıştır. Çiçek tozu canlılığı (TTC ve FDA) ve *in vitro* çimlenme oranları (5 farklı asılı damla ve petride agar uygulamasının ortalaması) arasındaki korelasyon çalışmalarında SPSS (ver.22) programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Mikroskopik sayım ve hesaplamalarda Java tabanlı bir görüntü analiz yazılımı olan ImageJ programından yararlanılmıştır. Çalışmada 2017 ve 2018 yıllarına ait verilerin ortalaması kullanılmıştır.

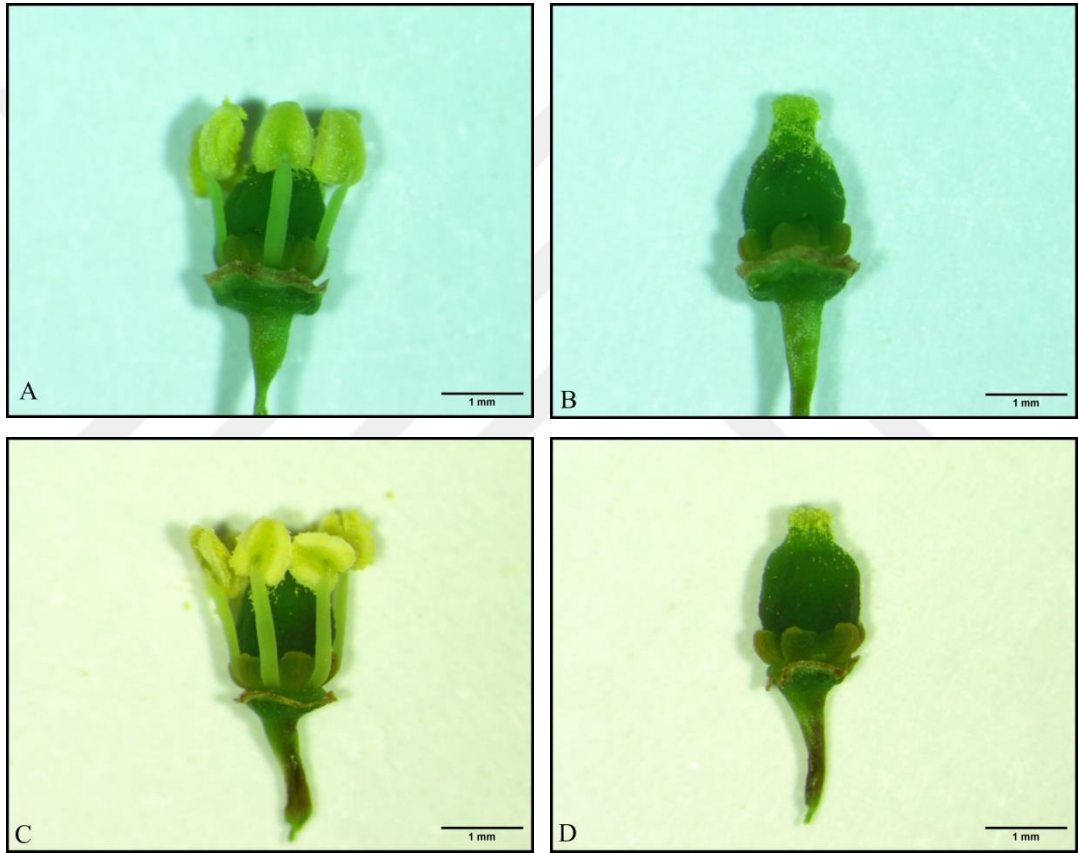
VvBOR1, VvBOR3 ve VvBOR4 genlerinin ifade profilleri, gen bölgelerinin ve referans genlerin (VvGAPDH ve VvUBQ) Ct değerlerinin karşılaştırılması ile elde edilmiştir. Elde edilen veriler iki grubun ortalamasının karşılaştırılması tek yönlü varyans analizi (Dunnet) ve ikiden fazla grubun ortalamasının karşılaştırması F testi (SPSS ver.22 paket programı) kullanılarak istatistiksel olarak belirlenmiştir. Karşılaştırılan grupların anlamlılık seviyesini belirlemek için Post-hoc testi ($p < 0,05$) kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Generatif Organların Özellikleri ve Kalitesi

4.1.1 Çiçek morfolojisine ait bulgular

Kalecik Karası ve Narince üzüm çeşidi erdişi çiçek yapısı ve bu yapıyı oluşturan organlara ait morfometrik bulgular Şekil 4.1 ve Çizelge 4.1 de sunulmuştur.



Şekil 4.1 Asma erdişi çiçek yapısı Kalecik Karası (A,B) ve Narince (C,D)

Kalecik Karası üzüm çeşidinde çiçeklerin yapısı incelendiğinde *Vitis vinifera* L. türü erdişi çiçek yapısı gözlenmiştir. Buna göre generatif organlar genel olarak 1 dişi organ + 5 erkek organ olarak çiçek tablasında yer almaktadır. Ancak %28 oranında 6 erkek organ ve %1 oranında 7 erkek organ bulunduran çiçekler de gözlemlenmiştir. Çiçek ve çiçek organlarının bazı morfometrik değerleri, anaçlar üzerinde farklı büyüklük değerleri vermiştir. Elde edilen bu farklılıklar çiçeklerin beklenen morfolojik yapılarını

değiştiren yapılanmalar olarak değerlendirilmez. Elde edilen sonuçlar, çiçek yapısı bakımından tane tutumunu olumsuz etkileyecek morfolojik sorunların olmadığını açıkça göstermiştir. Dişi organ uzunluğunda Kalecik Karası/41B anacı (2,08 mm), Kalecik Karası/5BB (1,86 mm) ve Kalecik Karası/1103P (1,80 mm) anacına göre daha uzun tespit edilmiştir. Kalecik Karası/5BB (1,23 mm), Kalecik Karası/41B (1,08 mm) ve Kalecik Karası/1103P (1,14 mm) ile dişi organ genişliği yönünden anaçlar arasında bir fark görülmemiştir. Erkek organ ölçümlerinde başçık uzunluğu sırasıyla Kalecik Karası/1103P (1,06 mm), Kalecik Karası/5BB (0,96 mm) ve Kalecik Karası/41B (0,90 mm) şeklinde ölçülmüştür. Sapçık uzunluğu Kalecik Karası/1103P (0,97 mm) anacında, Kalecik Karası/5BB (1,20 mm) ve Kalecik Karası/41B (1,31 mm) anaçlarına göre daha kısa bulunmuştur. Başçık genişliği değerlerinde anaçlar arası fark görülmemiştir.

Narince üzüm çeşidinin çiçek morfolojisi değerlendirildiğinde, erdişi çiçek yapısı gözlenmiştir. Çiçek tablası üzerinde genel olarak 1 dişi organ + 5 erkek organ yer almaktadır. Ancak %30 oranında 6 adet erkek organ bulunduran çiçeklerde gözlemlenmiştir. Narince üzüm çeşidinde dişi organ uzunluğu sırasıyla Narince/1103P (2,00 mm), Narince/41B (1,75 mm) ve Narince/5BB (1,58 mm) elde edilmiştir. Narince/5BB (1,13 mm), Narince/41B (1,03 mm) ve Narince/1103P (1,20 mm) ile dişi organ genişliği ölçümlerinde anaçlar arasında önemli bir fark görülmemiştir. Erkek organ ölçümlerinde; başçık uzunluğu en yüksek 0,91 mm ile Narince/1103P anacında tespit edilirken, bunu takiben Narince/41B (1,75 mm) ve Narince/5BB (1,58 mm) anaçları gelmektedir. Narince/5BB (0,55 mm), Narince/41B (0,56 mm) ve Narince/1103P (0,57 mm) ile başçık genişliği ve sapçık uzunluğu (sırasıyla 1,48 mm, 1,47mm ve 1,50mm) anaçlar arasında bir fark oluşmamıştır.

Erdişi çiçek yapısına sahip iki çeşit karşılaştırıldığında; Kalecik Karası çiçekleri, yumurtalık kısmı tabandan boyuncuk kısmına doğru oval şekilde, Narince çiçekleri ise çiçek tabanından boyuncuğa doğru aynı genişliğin devam ettiği bir morfolojik yapı gösterdiği; Kalecik Karası çiçeklerinde boyuncuk yapısının daha uzun olduğu tespit edilmiştir. Her iki çeşitte erkek organ filamentleri dik konumdadır. Erkek organ, başçık (anter) genişliği ve sapçık (filament) uzunlukları arasındaki farklılık önemli

bulunmuştur. Buna göre Kalecik Karası, Narince çeşidinden daha geniş yapılı anterlere ancak daha kısa sapcık uzunluğuna sahip çiçek yapısı göstermiştir.



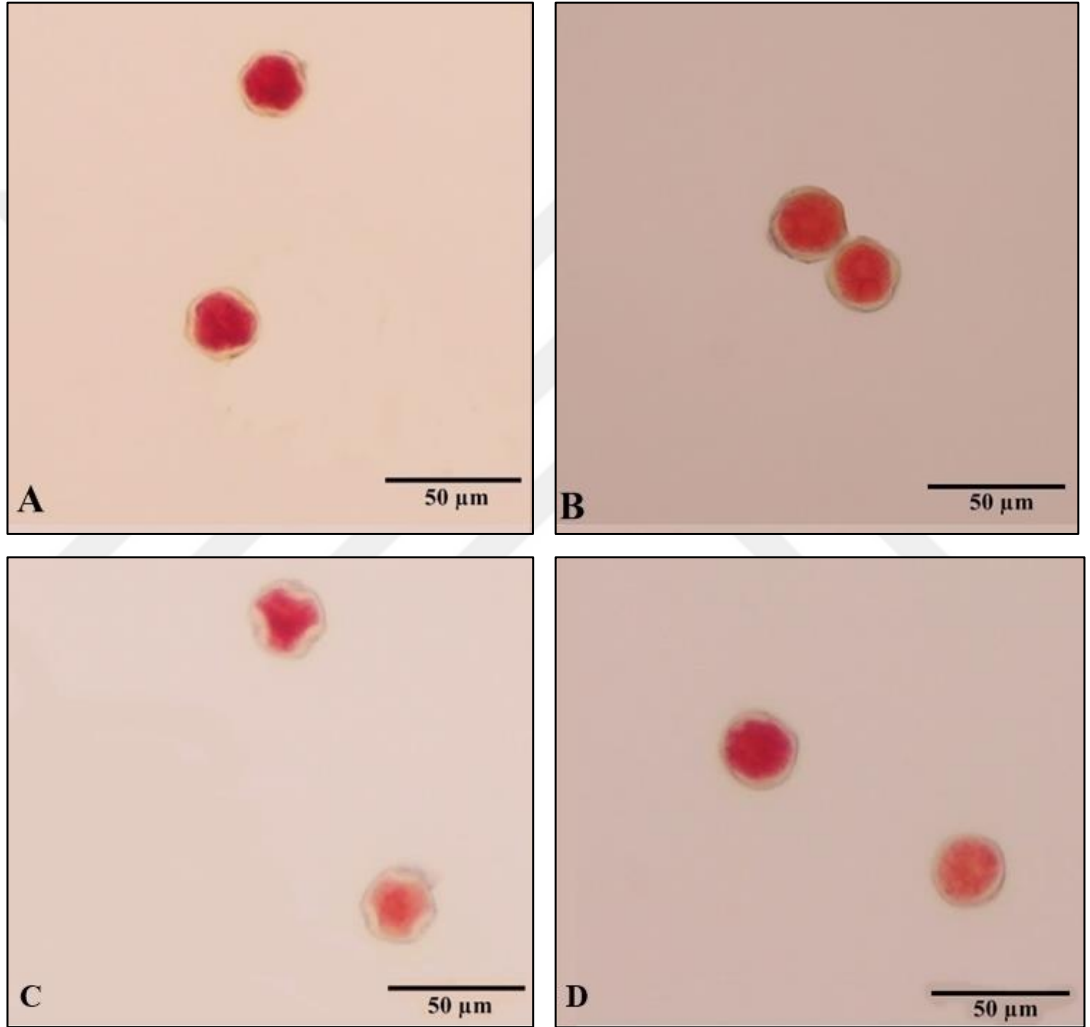
Çizelge 4.1 Asma çiçeklerinin dişi organ ve erkek organ morfolojik ölçümleri (mm)

	Kalecik Karası				
	Dişi Organ		Erkek Organ		
	Uzunluğu	Genişliği	Başcık Uzunluğu	Başcık Genişliği	Sapcık Uzunluğu
5BB	$1,86 \pm 0,074$ b	$1,23 \pm 0,057$	$0,96 \pm 0,012$ ab	$0,71 \pm 0,031$	$1,20 \pm 0,025$ a
41B	$2,08 \pm 0,032$ a	$1,08 \pm 0,094$	$0,90 \pm 0,039$ b	$0,68 \pm 0,038$	$1,31 \pm 0,035$ a
1103P	$1,80 \pm 0,051$ b	$1,14 \pm 0,011$	$1,06 \pm 0,042$ a	$0,76 \pm 0,034$	$0,97 \pm 0,069$ b
Ortalama	1,91	1,15	0,97	0,72	1,16
p	0,012*	0,332	0,007*	0,271	0,002*
	Narince				
	Dişi Organ		Erkek Organ		
	Uzunluğu	Genişliği	Başcık Uzunluğu	Başcık Genişliği	Sapcık Uzunluğu
5BB	$1,58 \pm 0,144$ b	$1,13 \pm 0,060$	$0,88 \pm 0,023$ ab	$0,55 \pm 0,069$	$1,48 \pm 0,064$
41B	$1,75 \pm 0,041$ ab	$1,03 \pm 0,110$	$0,80 \pm 0,040$ b	$0,56 \pm 0,058$	$1,47 \pm 0,058$
1103P	$2,00 \pm 0,024$ a	$1,20 \pm 0,037$	$0,91 \pm 0,017$ a	$0,57 \pm 0,039$	$1,50 \pm 0,115$
Ortalama	1,78	1,12	0,86	0,56	1,48
p	0,025*	0,299	0,056*	0,961	0,980

* Satırlar arası $p < 0,05$ seviyesinde anlamlı bir farklılık görülmektedir.

4.1.2 Çiçek tozu morfolojisine ait bulgular

Kalecik Karası ve Narince üzüm çeşitlerinin gelişimini tamamlamış çiçek tozları incelendiğinde üç porlu (trikolporat) yapıda olduğu görülmüştür (Şekil 4.2). Çeşitlerin çiçek tozu polar uzunluğu (P), ekvatorial genişliği ve P/E oranı Çizelge 4.2.'de sunulmuştur.



Şekil 4.2 Kalecik Karası üzüm çeşidi çiçek tozu A: polar (KK/5BB) B: ekvatorial görüntüsü (KK/5BB); Narince üzüm çeşidi çiçek tozu C: polar (N/5BB) D: ekvatorial görüntüsü (N/5BB)

Kalecik Karası anaçları arasında polar uzunluğu, ekvatorial genişliği ve P/E oranı ortalaması istatistiki olarak anlamlı bulmuştur. Polar uzunluğu sırasıyla Kalecik Karası/5BB 23,50 µm, Kalecik Karası/41B 24,48 µm ve Kalecik Karası/1103P 24,42

μm 'dir. Ekvatorial genişliği ise sırasıyla 23,96 μm , 23,96 μm ve 24,07 μm 'dir. P/E oranı ortalaması Kalecik Karası/5BB 0,99, Kalecik Karası/41B 1,06 ve Kalecik Karası/1103P 1,03 bulunmuştur. Bu üç parametrede, Kalecik Karası/41B anacı en yüksek değerleri verirken, Kalecik Karası/5BB en düşük olarak elde edilmiştir. Çiçek tozu polar uzunluğu ve ekvatorial genişliği ölçümleri ile elde edilen P/E oranına göre belirlenen çiçek tozu şekli ise Kalecik Karası/5BB anacında oblate-sferodial; Kalecik Karası/41B ve Kalecik Karası/1103P anaçlarında prolate-sferoidal'dir.

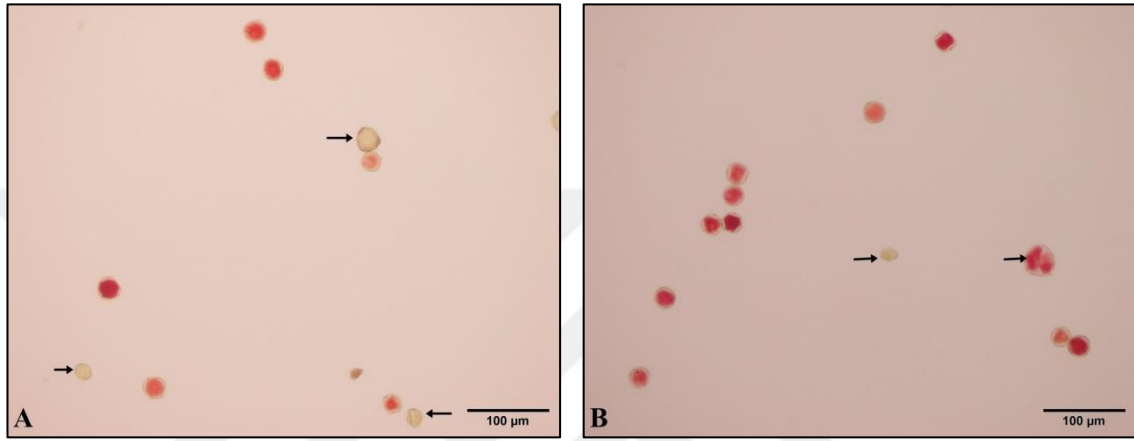
Narince üzüm çeşidinde anaçlar arasında polar uzunluğu ve P/E oranı istatistikî olarak önemli değilken, ekvatorial genişliği önemli bulunmuştur. Çiçek tozu polar uzunluğu ortalaması Narince/5BB (24,05 μm), Narince/41B (24,28 μm) ve Narince/1103P (24,16 μm) tespit edilmiştir. Ekvatorial genişliği Narince/5BB (23,86 μm) anacı, Narince/41B (24,84 μm) ve Narince/1103P (24,89 μm) anaçlarına göre düşük elde edilmiştir. Polar uzunluğu ise sırasıyla 24,05 μm , 24,27 μm ve 24,16 μm ile benzerdir. P/E oranına göre Narince/5BB anacı 1,02 ile prolate-sferoidal şekle sahipken Narince/41B (0,98) ve Narince/1103P (0,97) oblate-sferodial şeklinde olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.2 Çiçek tozu morfolojisine ait ölçümler

		Çiçek tozu polar uzunluğu μm			Çiçek tozu ekvatorial genişliği μm			Çiçek tozu uzunluğu/genişliği oranı (P/E)		
		Min	Mak	Ortalama	Min	Mak	Ortalama	Min	Mak	Ortalama
Kalecik Karası	5BB	18,00	28,03	23,50 b	17,20	27,95	23,26 b	0,77	1,21	0,99 b
	41B	21,70	28,63	24,48 a	18,25	29,68	23,96 a	0,82	1,42	1,06 a
	1103P	19,86	28,65	24,42 a	18,31	28,67	24,07 a	0,82	1,29	1,03 ab
	p			0,009*			0,009*			0,057*
Narince	5BB	17,99	27,50	24,05	19,52	27,70	23,86 b	0,76	1,31	1,01
	41B	19,48	28,99	24,27	18,65	30,06	24,84 a	0,79	1,80	1,00
	1103P	20,44	29,58	24,16	20,20	31,68	24,89 a	0,66	1,32	0,99
	p			0,806			0,019*			0,07

* Satırlar arası $p < 0,05$ seviyesinde anlamlı bir farklılık görülmektedir.

Normal görünümlü çiçek tozlarından farklı olarak normalden daha iri yapılı ve bozuk şekilli anormal çiçek tozları da tespit edilmiştir (Şekil 4.3). Kalecik Karası/5BB anacı %14,65, Kalecik Karası/41B anacı %20,90 ve Kalecik Karası/1103P anacında %20,15 oranında anormal çiçek tozu görülürken, Narince üzüm çeşidinde bu oran sırasıyla %10,94 (Narince/5BB), %8,63 (Narince/41B) ve %11,23 (Narince/1103P) şeklinde sonuçlanmıştır.



Şekil 4.3 Anormal yapıda çiçek tozunun ışık mikroskobu görüntüsü A. Kalecik Karası B. Narince. Anormal yapıda çiçek tozları → işareti ile gösterilmiştir.

4.1.3 Çiçek tozu canlılık oranları (%)

Cansızlaştırılmış çiçek tozu canlılık oranı (%) Çizelge 4.3’de sunulmuştur. Asetokarmin ve IKI canlılık testleri ile 2 sa 80°C ve 24 sa 80°C inkübasyon sonrasında çiçek tozlarında canlı örneklerde olduğu gibi boyanma gerçekleşmiştir. Kalecik Karası çeşidinde 2 sa 80°C/Asetokarmin testi %67,17; 24 sa 80°C/Asetokarmin canlılık testi ise %65,16 oranında çiçek tozlarının boyandığı görülmüştür. Kalecik Karası çiçek tozlarının canlılık kontrol tekniğinde IKI ile yapılan canlılık testi sonuçları da benzer şekilde ve sırasıyla 2 sa 80°C %32,71 ve 24 sa 80°C %70,98 oranında yüksek bir boyanma tespit edilmiştir. Çiçek tozu canlılık testi kontrol tekniği uygulamasının Narince üzüm çeşidinde ait çiçek tozlarında elde edilen canlılık oranları Asetokarmin canlılık testi için %17,86 (2 sa 80°C) ve %89,96 (24 sa 80°C) bulunmuştur. IKI canlılık testinde ise, %17,86 (2 sa 80°C) - %74,37 arasında canlılık yanılıgına neden olan boyanmış görünümde çiçek tozu sayımına neden olduğu belirlenmiştir. Her iki üzüm

çeşidinde de canlılık testi kontrol tekniği canlılık bulgusu elde edilmeyen (%0,0) bu nedenle başarılı teknikler olarak değerlendirilen yöntemler TTC ve FDA canlılık testleri olmuştur. Buna göre TTC ve FDA canlılık testlerinin asma çiçek tozları için güvenilir olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3 Cansızlaştırılmış çiçek tozu canlılık oranı (%)

Canlılık testleri	Kalecik Karası		Narince	
	2 sa 80°C	24 sa 80°C	2 sa 80°C	24 sa 80°C
Asetokarmin	68,17 ± 4,15	65,16 ± 1,25	73,54 ± 1,87	89,96 ± 2,44
IKI	32,71 ± 11,90	70,98 ± 4,97	17,86 ± 2,03	74,37 ± 11,50
TTC	0	0	0	0
FDA	0	0	0	0

Kalecik Karası ve Narince çeşitlerinin Asetokarmin, TTC, IKI ve FDA canlılık testlerine ait tüm sonuçlar Çizelge 4.4’de sunulmuştur.

Kalecik Karası üzüm çeşidinde canlılık testleri arasındaki fark $p < 0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Asetokarmin canlılık testinde anaçlar arası fark anlamlı iken IKI, TTC ve FDA testlerinde önemli bir fark gözlemlenmemiştir. Asetokarmin canlılık testinde Kalecik Karası/5BB anacında %68,51, Kalecik Karası/41B %70,03 ve Kalecik Karası/1103P %75,75 oranında canlılık tespit edilmiştir. IKI testinde ise bu oran sırasıyla %73,89, %68,64 ve %77,42 bulunmuştur. TTC canlılık oranları incelendiğinde anaçlara bağlı olarak; Kalecik Karası/5BB %62,42, Kalecik Karası/41B %57,74 ve Kalecik Karası/1103P %60,10 oranında gerçekleşmiştir. FDA canlılık testi sırasıyla %49,67, %44,63 ve %56,35 oranında bulunmuştur. Asetokarmin ve IKI testleri cansızlaştırılmış çiçek tozlarını boyamasının yanı sıra TTC ve FDA testlerine göre daha yüksek canlılık oranı vermektedir. TTC canlılık testinde en yüksek Kalecik Karası/5BB, FDA canlılık testinde Kalecik Karası/1103P anacında iken, iki canlılık testi için de Kalecik Karası/41B en düşük canlılık oranını vermiştir. Kalecik Karası/5BB ve Kalecik Karası/41B anaçlarında TTC, FDA canlılık testinden daha yüksek canlılık oranı verirken Kalecik Karası/1103P anacında iki canlılık testi benzer oran vermiştir.

Narince üzüm çeşidi kombinasyonlarında canlılık oranları, anaçlar arası fark göstermezken, canlılık testleri arasındaki fark $p<0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Asetokarmin canlılık oranı Narince/5BB %94,36, Narince/41B %89,71 ve Narince/1103P %77,52 elde edilmiştir. İKI testinde bu oran sırasıyla %76,19, %80,41 ve %73,91'dir. TTC canlılık testinde Narince/5BB %91,30, Narince/41B %80,63 ve Narince/1103P %79,42 canlılık oranı belirlenmiştir. FDA canlılık testinde bu oran sırasıyla %67,81, %64,72 ve %60,78'dir. Narince çeşidinde en yüksek canlılık oranı Asetokarmin testinde elde edilmiştir. Narince/5BB ve Narince/1103P anaçlarında TTC canlılık oranı, İKI testine göre yüksek elde edilirken, Narince/41B anacında iki canlılık testi benzer oran vermiştir. En düşük canlılık oranı FDA canlılık testinde belirlenmiştir.

Asetokarmin canlılık oranı her iki çeşitte de en yüksek elde edilirken, FDA en düşük oranı vermiştir. İKI canlılık testi iki çeşitte de benzer oran verirken, Asetokarmin, TTC ve FDA testlerinde Narince üzüm çeşidi Kalecik Karası'na göre daha yüksek canlılık oranı göstermiştir.

Çizelge 4.4 Çiçek tozu canlılık oranları (%)

	Kalecik Karası				
Canlılık testleri	5BB	41B	1103P	Ortalama	p
Asetokarmin	68,51 ± 0,67 a B	70,03 ± 1,24 a AB	75,75 ± 2,54 a A	71,43	0,049*
IKI	73,86 ± 3,28 a	68,64 ±2,20 a	77,42 ± 1,18 a	73,31	0,101
TTC	62,42 ± 0,79 ab	57,74 ±2,35 b	60,10 ± 4,17 b	60,09	0,661
FDA	49,67 ± 5,75 b	44,63 ±1,36 c	56,35 ± 3,62 b	50,22	0,271
Ortalama	63,615	60,26	67,405		
p	0,011*	0,000*	0,002*		
Narince					
	5BB	41B	1103P	Ortalama	p
Asetokarmin	94,36 ± 2,94 a	89,71 ± 1,34 a	77,52 ± 5,30 a	87,20	0,038
IKI	76,19 ± 6,09 bc	80,41 ± 5,45 ab	73,91 ± 3,52 ab	73,77	0,679
TTC	91,30 ± 2,86 ab	80,63 ± 4,40 ab	79,42 ± 2,36 a	83,78	0,083
FDA	67,81 ± 2,35 c	64,72 ± 2,49 b	60,78 ± 0,77 b	64,44	0,124
Ortalama	82,415	78,353	72,908		
p	0,004*	0,010*	0,019*		

* Sütunlar ve satırlar arası p<0,05 seviyesinde anlamlı bir farklılık görülmektedir. Sütunlar arası fark büyük harfle, satırlar arası fark küçük harfle ifade edilmiştir.

4.1.4 Çiçek tozu çimlenme oranları (%)

***In vitro* çimlenme:** Kalecik Karası ve Narince üzüm çeşitlerinde üç anaç üzerinde beş farklı içeriğe sahip asılı damla yöntemi (1., 2., 3., 4. ve 5. ortam) ve doymuş petri (6. ortam) yöntemlerinden elde edilen çiçek tozu *in vitro* çimlenme oranları Çizelge 4.5’de sunulmuştur.

Kalecik Karası üzüm çeşidinde uygulanan *in vitro* çimlenme ortamları arasında ve anaçlar arasında istatistiki bir fark görülmemesinde, Kalecik Karası/5BB ve Kalecik Karası/41B anaçlarında 5. ortam (asılı damla), Kalecik Karası/1103P anacında ise 4. ortam (asılı damla) yüksek çimlenme oranı vermiştir. Asılı damla (5. Ortam) uygulamasında çimlenme oranı sırasıyla Kalecik Karası/5BB %47,18, Kalecik Karası/41B %44,96 ve Kalecik Karası/1103P %30,40 şeklindedir. Petride agar (6. ortam) uygulamasında ise en yüksek değer %46,81 ile Kalecik Karası/5BB anacında tespit edilirken ardından Kalecik Karası/1103P (%39,92) ve Kalecik Karası/41B (%32,07) anaçları daha düşük çimlenme göstermiştir.

Narince üzüm çeşidi anaç kombinasyonlarında 5. ortam (asılı damla) çimlenme oranı anaçlar arasındaki fark önemli iken, diğer çimlenme testlerinde anaçlar arası fark önemli bulunmamıştır. Asılı damla 5. ortam çimlenme oranı Narince/1103P (%59,91) ve Narince/5BB (%58,60) anaçları, Narince/41B (%40,36) anacına göre yüksek ölçülmüştür. Çimlenme denemeleri arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmasa da en yüksek çimlenme oranı Narince/5BB ve Narince/1103P anaçlarında 5. ortam (asılı damla), Narince/41B anacında ise 3. ortamda (asılı damla) elde edilmiştir. Petride agar çimlenme oranı ise sırasıyla Narince/1103P (%43,65), Narince/41B (%40,88) ve Narince/5BB (%38,78) olarak tespit edilmiştir.

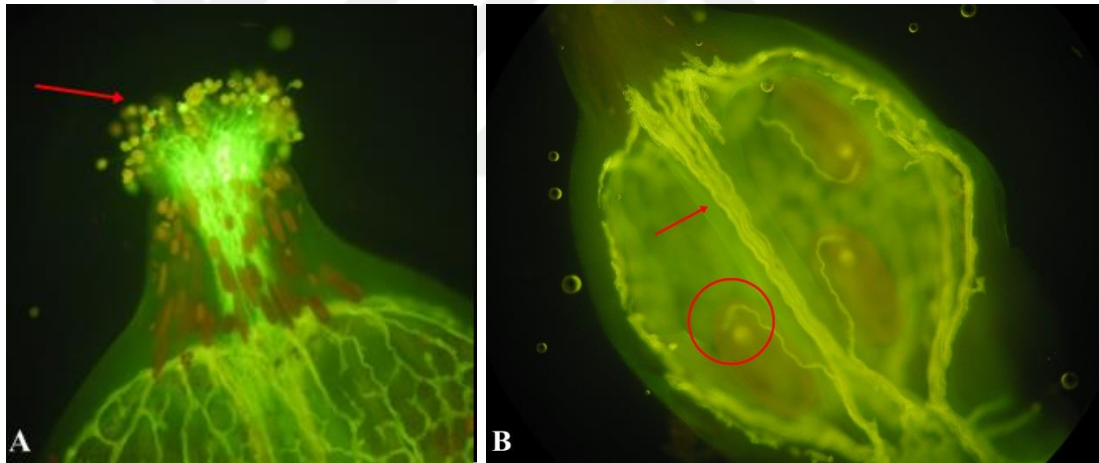
Narince üzüm çeşidi çiçek tozları *in vitro* çimlenme oranı Kalecik Karası’ndan yüksek olduğu görülmüştür. Her iki çeşitte de elde edilen verilere göre ortam içeriği ve çimlendirme yöntemi arasında istatistik anlamda bir fark görülmemiş, ancak genel olarak 5. ortam daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 4.5 Çiçek tozu *in vitro* çimlenme oranı (%)

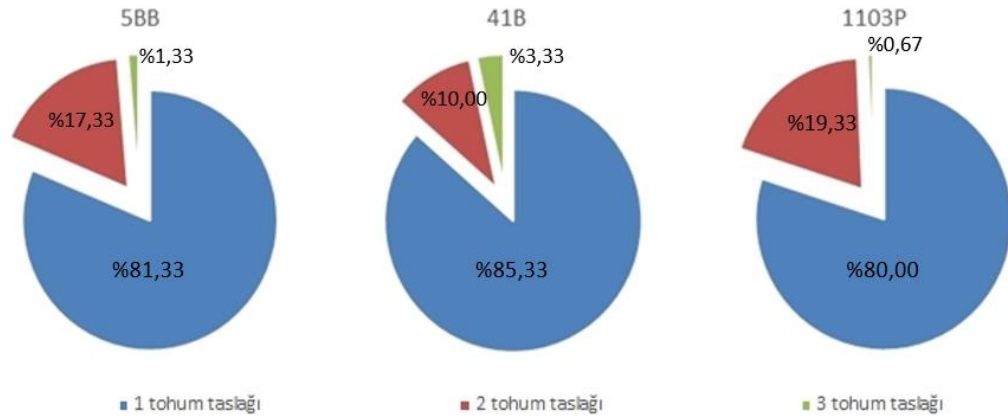
	Kalecik Karası				
	5BB	41B	1103P	Ortalama	p
1	32,88 ± 1,74	31,45 ± 3,85	37,16 ± 3,17	33,83	0,211
2	40,22 ± 3,34	40,00 ± 2,10	40,79 ± 5,13	40,34	0,988
3	31,26 ± 0,85	29,59 ± 1,64	38,01 ± 3,89	32,95	0,112
4	45,52 ± 11,47	40,74 ± 1,84	50,70 ± 6,71	45,65	0,679
5	47,18 ± 10,87	44,96 ± 2,62	30,40 ± 2,53	40,85	0,230
6	46,81 ± 1,40	32,07 ± 2,95	39,92 ± 8,33	39,60	0,438
Ortalama	40,65	36,47	39,50	38,87	
p	0,244	0,575	0,200		
	Narince				
	5BB	41B	1103P	Ortalama	p
1	52,52 ± 1,54	52,47 ± 3,87	49,74 ± 4,20	51,58	0,573
2	38,64 ± 3,84	47,17 ± 2,82	40,89 ± 10,82	42,23	0,719
3	44,23 ± 1,22	53,12 ± 4,03	52,26 ± 1,60	49,87	0,095
4	39,84 ± 3,10	51,95 ± 1,81	41,63 ± 6,61	44,47	0,185
5	58,60 ± 3,78 A	40,36 ± 0,23 B	59,91 ± 4,26 A	52,96	0,010*
6	38,78 ± 0,93	40,88 ± 3,72	43,65 ± 3,83	41,10	0,811
Ortalama	45,44	47,66	48,01	47,04	
p	0,123	0,133	0,145		

* Sütunlar ve satırlar arası p<0,05 seviyesinde anlamlı bir farklılık görülmektedir. Sütunlar arası fark büyük harfle, satırlar arası fark küçük harfle ifade edilmiştir.

In vivo çimlenme oranları (%): Floresan mikroskop bulgusu olarak başarılı tozlanma ve döllemenin tepcik, boyuncuk ve yumurtalıktaki (tohum taslağı) mikroskobik bulguları Şekil 4.4’de sunulmuştur. Kalecik Karası ve Narince üzüm çeşitlerinin 5BB, 41B ve 1103P anaç kombinasyonlarının çiçeklerinde tozlanma ve döllemenin ardından incelenen dişi organlarda dişicik tepesi (stigma) üzerinde çiçek tozları görülmüş ve polen tüpü oluşumunun kusursuz geliştiği belirlenmiştir. Polen tüpünün tohum taslağına başarılı bir şekilde ulaştığı tespit edilmiştir. Kalecik Karası üzüm çeşidinin polen tüpünün tanede tohum taslağına ulaşma oranı Şekil 4.5’de verilmiştir. Kalecik Karası/5BB anacının tanede polen tüpünün ortalama %81,33 oranında 1 tohum taslağı, %17,33 oranında 2 ve %1,33 oranında 3 tohum taslağına ulaştığı görülmüştür. Kalecik Karası/41B anacında polen tüpünün %85,33 (1 adet), %10,00 (2 adet) ve %3,33 (3 adet) tohum taslağına ulaştığı belirlenirken Kalecik Karası/1103P anacında bu oran sırasıyla %80,00, %19,33 ve %0,67 olduğu görülmüştür.



Şekil 4.4 Floresan mikroskop kullanarak Kalecik Karası/1103P dişi organ görüntüsü (A) Başçık (stigma) üzerinde çiçek tozu (B) polen tüpünün yumurtalığa doğru ilerleyişi ve polen tüpünün yumurtalığa girişi



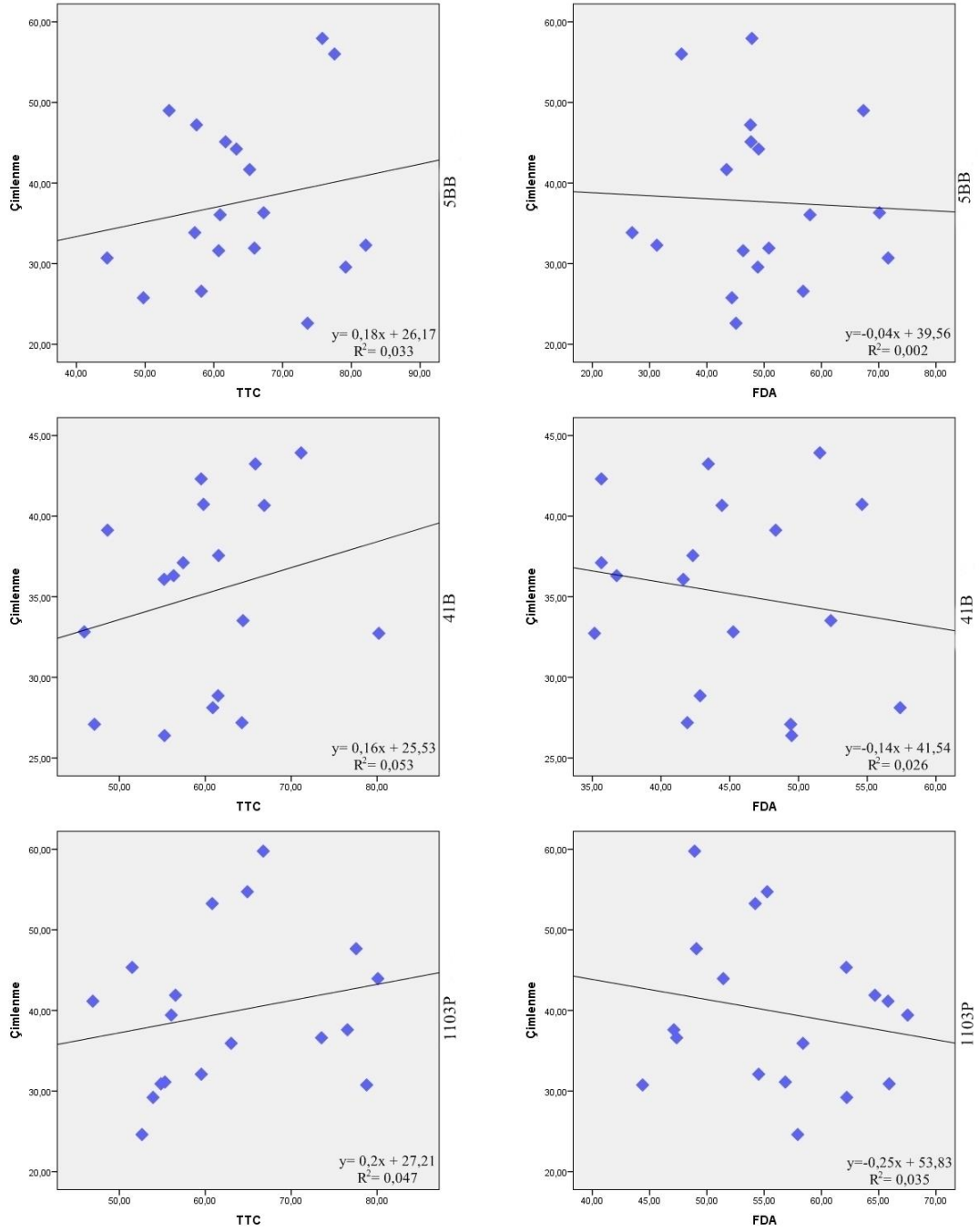
Şekil 4.5 Kalecik Karası üzüm çeşidi anaçlarında polen tüpünün tohum taslağına ulaşma oranı (%).

4.1.5 Çiçek tozu canlılık ve çimlendirme oranları arasındaki ilişkiler

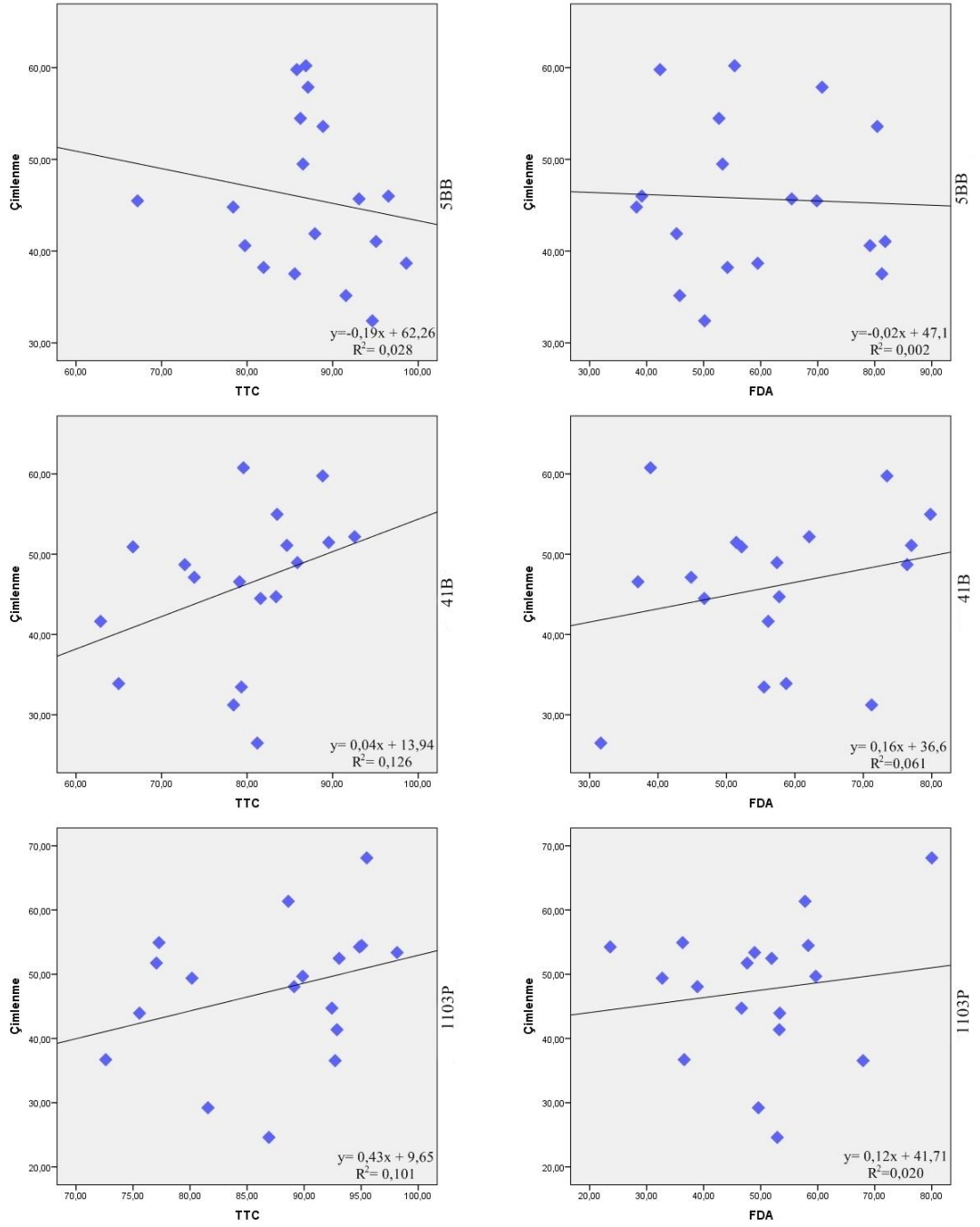
Tez çalışmasında çiçek tozu canlılık oranlarının belirlenmesinde güvenilir bulunan TTC ve FDA canlılık testleri ile 5 farklı asılı damla ve petride agar ile belirlenen çimlenme ortalaması kullanılarak korelasyon düzeyi belirlenmiştir. Çalışılan üzüm çeşitlerinde üç farklı anaç düzeyinde çiçek tozu canlılık ve *in vitro* çimlenme oranı korelasyonu Kalecik Karası için Şekil 4.6’te, Narince için Şekil 4.7’de sunulmuştur.

Kalecik Karası anaç kombinasyonlarında TTC canlılık testi ile *in vitro* çimlenme arasında pozitif yönlü ancak zayıf bir ilişki bulunmaktadır (p değeri Kalecik Karası/5BB 0,236, Kalecik Karası/41B 0,178 ve Kalecik Karası/1103P 0,193). Ancak FDA canlılık testi ve *in vitro* çimlenme arasında negatif yönlü ve zayıf bir ilişki tespit edilmiştir (p değeri sırasıyla 0,431, 0,262 ve 0,228). Narince/5BB anaç kombinasyonunda TTC ve FDA canlılık testi ile *in vitro* çimlenme arasında ise negatif yönlü ve zayıf bir ilişki bulunmuştur (p değeri TTC için 0,226 ve FDA için 0,436). Ancak Narince/41B ve Narince/1103P kombinasyonlarında canlılık testleri ile *in vitro* çimlenme pozitif yönlü ve zayıf bir ilişki göstermektedir (TTC canlılık testi için p değeri sırasıyla 0,074 ve 0,100; FDA canlılık testi için p değeri sırasıyla 0,162 ve 0,287).

Kalecik Karası/TTC canlılık oranının Kalecik Karası/FDA canlılık oranından yüksek olması, Kalecik Karası/FDA canlılık oranı ile *in vitro* çimlenme ortalaması oranı arasında negatif yönlü bir korelasyona neden olmuştur. Bu nedenle her canlı çiçek tozunun çimlenme yeteneğinde olmayacağı fikri oluşmuştur. Aynı zamanda anaç düzeyinde, Kalecik Karası/TTC canlılık ve *in vitro* çimlenme ortalaması oranı Kalecik Karası/41B, Kalecik Karası/5BB ve Kalecik Karası/1103P anaçlarına göre düşük elde edilmiştir. Narince üzüm çeşidinde ise *in vitro* çimlenme ortalaması 1103P>41B>5BB sıralaması ile gerçekleşirken, Narince/TTC ve Narince/FDA canlılık oranı 5BB>41B>1103P şeklinde bulunmuştur. Narince/5BB anacında düşük çimlenme oranına rağmen yüksek canlılık göstermesi negatif yönlü bir korelasyona neden olduğu düşünülmüştür. Ek olarak, Narince üzüm çeşidinin Kalecik Karası'ndan yüksek canlılık oranı dolayısıyla yüksek çimlenme oranı görülmesi ile canlılık oranı yüksek olan kombinasyonlarda çimlenme oranı da yüksek oranda gerçekleştiği sonucuna ulaşılmıştır.



Şekil 4.6 Kalecik Karası kombınayonlarında çiçek tozu canlılık oranları (%) ile tüm *in vitro* çimlenme ortamlarının ortalaması arasındaki (%) korelasyon



Şekil 4.7 Narince kombinasyonlarında çiçek tozu canlılık oranları (%) ile tüm *in vitro* çimlenme ortamlarının ortalaması arasındaki (%) korelasyon

4.1.6 Çiçek tozu verimi

Çeşitlerde çiçek tozu verimine ait bulgular Çizelge 4.6’de sunulmuştur. Kalecik Karası üzüm çeşidi için bir çiçeğe ait çiçek tozu miktarı anaçlara göre istatistik farklılık göstermemiştir. Kalecik Karası/5BB anacı üzerinde 3875, Kalecik Karası/41B üzerinde 3000 ve Kalecik Karası/1103P anacı üzerinde 3125 adet/çiçek olarak belirlenmiştir. Kalecik Karası çeşidinde istatistik anlamda anaçların etkisi farklı bulunmamış olmakla birlikte Kalecik Karası/5BB anacı üzerinde çiçek tozu verimi daha yüksek bulunmuştur.

Narince üzüm çeşidinde bir çiçekte üretilen çiçek tozu miktarı Narince/5BB anacı üzerinde 3343, Narince/41B anacı üzerinde 3062 ve Narince/1103P anacı üzerinde 3218 olarak belirlenmiştir. Narince çeşidinde de anaçların etkisi istatistik düzeyde anlamlı bulunmamış olmakla birlikte 5BB anacının çiçek tozu verimi bakımından daha yüksek sonuç verdiği belirlenmiştir. Her iki çeşitte 5BB anacının generatif performans ölçütü olarak çiçek tozu verimini olumlu yönde etkilediği, 41B anacının ise daha düşük bir performansa neden olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.6 Çiçek tozu verimi

Bir çiçeğe ait çiçek tozu miktarı (adet)			p
Kalecik Karası	5BB	3875 ± 352	0,239
	41B	3000 ± 500	
	1103P	3125 ± 283	
Narince	5BB	3343 ± 284	0,738
	41B	3062 ± 298	
	1103P	3281 ± 209	

4.2 Generatif Performans Bulguları

Kalecik Karası üzüm çeşidi tane tutum performans ölçütü olarak incelenen özellikler Çizelge 4.7’de sunulmuştur. Toplam tane sayısı, tane tutumu oranı (%), çekirdekli tane sayısı, salkım ağırlığı (g), salkım iskeleti ağırlığı (g) ve salkım genişliği (cm)

bakımından elde edilen bulgular anaçlar arasında fark $p<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Kalecik Karası üzüm çeşidinin tane tutumu anaçlara göre farklı oranlarda gerçekleşmiş olup, en yüksek tane tutumu sırasıyla Kalecik Karası/5BB %66,69; Kalecik Karası/1103P %41,32 ve KK/41B %29,03 olarak gerçekleşmiştir. Yeni görüşler ile generatif performansın tek nicel ölçüsü olan tane tutumu, çekirdeksiz ve çekirdekli tane sayısının salkım çiçek sayısına oranı ile belirlenmektedir. Salkımdaki çiçek sayısı 404,11 adet Kalecik Karası/5BB, 411,57 adet Kalecik Karası/41B ve 429,34 adet ile Kalecik Karası/1103P anaçları benzer sayıda oluşmuştur. Tane tutumu generatif performansı tam ifade edememektedir. Çünkü boncuklanma veya silkme ifadesinin herhangi bir göstergesini vermemektedir. Boncuklanma oranı ve indeksi çiçek sayısından bağımsızdır ve çiçeklenme sonrası çekirdeksiz tanenin toplam taneye (çekirdekli ve çekirdeksiz taneler ile LGO'nun) oranının bir ölçüsüdür. Boncuklanma indeksi 0 ile 10 arasındadır, bu sayısal değer ne kadar yüksekse boncuklanma ifade derecesi o kadar büyük olmaktadır. Bu ölçütler generatif performansın değerlendirilmesine bir araç sağlamakta ve boncuklanma ile silkme ifadelerinin ayrılmasına katkıda bulunmaktadır. Salkımdaki boncuklanma oranı ve indeksi her üç anaç üzerinde de çok yüksek olup, Kalecik Karası/5BB %46,94 - 5,37 ile en yüksek, ardından %35,35 - 3,77 ile Kalecik Karası/1103P ve en düşük oran %29,69 - 3,08 ile Kalecik Karası/41B anacında elde edilmiştir. Boncuklanma oranını belirleyen çekirdeksiz tane sayısı incelendiğinde boncuklanma oranına paralel şekilde sırasıyla 131,38 adet Kalecik Karası/5BB, 89,33 adet Kalecik Karası/1103P ve 59,75 adet ile Kalecik Karası/41B şeklindedir. Çekirdekli tane sayısı ise boncuklanma oranı en yüksek olan Kalecik Karası/5BB anacında 111,50 adet ile anaçlar arasında %45,81 ile salkımda en düşük çekirdekli taneye sahiptir. Diğer taraftan ikinci en yüksek boncuklanma oranının elde edildiği Kalecik Karası/1103P anacı 78,50 adet çekirdekli tane sayısı ile salkımda %46,77 çekirdekli taneye sayısına sahip olduğunu görülmektedir. Kalecik Karası/41B anacı en düşük boncuklanma oranına sahiptir ve salkımdaki çekirdekli tane sayısı 55,34 adet ve oranı %48,09 olması, Kalecik Karası/41B anacının Kalecik Karası/5BB anacına göre salkımda daha fazla çekirdekli taneye sahip olduğunu ifade etmektedir. Bu durumda tane tutumunun çiçek sayısına bağlı olması en yüksek tane

tutumunun Kalecik Karası/5BB anacında olmasına neden olmaktadır. Ancak salkımdaki çekirdekli ve çekirdeksiz taneler ile LGO sayısının yüksek olması boncuklanma oranının Kalecik Karası/5BB anacında görülmesini açıklamaktadır. Canlı-yeşil ovaryum (LGO) sayısı incelendiğinde 5BB>1103P>41B sıralaması diğer ölçütlerle paralel şekilde olduğu görülmektedir (sırasıyla 20,92 adet, 4,25 adet ve 1,92 adet). Kalecik Karası anaç kombinasyonlarında generatif performans ölçütlerinin salkım parametreleri (salkım ağırlığı, salkım iskeleti ağırlığı, çekirdeksiz tane ağırlığı, çekirdekli tane ağırlığı, LGO ağırlığı, salkım uzunluğu ve salkım genişliği) diğer ölçütler ile benzer şekilde 5BB>1103P>41B anaç kombinasyonları sıralaması şeklinde olmuştur. Toplam tane sayısı (çekirdekli ve çekirdeksiz taneler ile LGO) diğer anaçlara göre daha fazla olan Kalecik Karası/5BB anacının salkım ağırlığı ve uzunluğunun da daha yüksek olması olası bir durumdur.

Yukarıda belirtilen tane ve salkım özellikleri bakımından en yüksek verilerin Kalecik Karası/5BB kombinasyonundan elde edildiği belirlenmiştir. Kalecik Karası/41B ise üç anaç arasındaki en düşük performansın elde edildiği kombinasyon olmuştur. Tane ve salkım özellikleri bakımından diğer ölçütler arasında istatistik olarak bir fark görülmemesine rağmen ölçüm değerleri incelendiğinde çiçek sayısı ölçümlerinde belirlenen farklılık dışında 5BB>1103P>41B sıralamasının değişmediği izlenmiştir. En yüksek tane tutum oranının Kalecik Karası/5BB anacında elde edilmesine rağmen en yüksek boncuklanma indeksi de 5BB anacında belirlenmiştir. Kalecik Karası/41B ve Kalecik Karası/1103P anaçları benzer boncuklanma indeksine sahiptir. Ancak Kalecik Karası/1103P, Kalecik Karası/41B anacından daha yüksek tane tutumu göstermektedir.

Çizelge 4.7 Kalecik Karası üzüm çeşidi tane tutum performans parametreleri

	Kalecik Karası			
	5BB	41B	1103P	p
Çiçek sayısı	404,11± 47,26	411,57 ± 85,14	429,34 ± 35,31	0,954
Toplam tane sayısı	243,42 ± 29,04 a	115,08 ± 27,34 b	167,84 ± 27,07 ab	0,029*
Tane tutumu (%)	66,69 ± 4,11 a	29,03 ± 8,72 b	41,32 ± 4,98 ab	0,006*
Çekirdekli tane sayısı	111,50 ± 16,07 a	55,34 ± 7,31 b	78,50 ± 6,89 b	0,017*
Çekirdeksiz tane sayısı	131,92 ± 32,61	59,75 ± 23,09	89,33 ± 24,94	0,223
LGO sayısı	20,92 ± 9,29	1,92 ± 1,39	4,25 ± 1,63	0,073
Boncuklanma İndeksi (MI)	5,37 ± 0,94	3,08 ± 1,08	3,77 ± 0,94	0,290
Boncuklanma Oranı (%)	46,94 ± 10,99	29,69 ± 10,46	35,35 ± 8,62	0,495
Salkım ağırlığı (g)	258,73 ± 29,54 a	136,83 ± 22,39 b	206,73 ± 24,39 ab	0,025*
Salkım iskeleti ağırlığı (g)	7,25 ± 0,62 a	4,40 ± 0,51 b	6,08 ± 0,42 a	0,014*
Çekirdekli tane ağırlığı (g)	180,90 ± 23,94 a	113,25 ± 7,46 b	155,34 ± 18,47 ab	0,071
Çekirdeksiz tane ağırlığı (g)	64,26 ± 15,71	22,93 ± 10,75	41,80 ± 11,78	0,132
LGO ağırlığı (g)	0,13 ± 0,09	0,02 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,293
Salkım uzunluğu (cm)	16,04 ± 0,40	13,91 ± 0,61	14,70 ± 1,69	0,396
Salkım genişliği (cm)	14,20 ± 1,14 a	9,46 ± 1,30 b	13,36 ± 0,75 a	0,028*

* Sütunlar arası p<0,05 seviyesinde anlamlı bir farklılık görülmektedir.

Narince üzüm çeşidi tane tutum performans ölçütü olarak incelenen özellikler Çizelge 4.8’de sunulmuştur. Çekirdeksiz tane sayısı, boncuklanma indeksi ve oranı bakımından elde edilen bulgular anaçlar arasında fark $p<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Narince üzüm çeşidi tane tutum oranı anaçlar arasında istatistiksel bir fark oluşturmada da rakamsal olarak en yüksek Narince/5BB (%31,21) anacında elde edilmiştir. Narince/1103P (%22,92) ve Narince/41B (%21,11) anaçları birbirine yakın ve Narince/5BB’den düşük tane tutumu göstermiştir. Tane tutumunu etkileyen çiçek sayısı ise tane tutum oranı en düşük olan Narince/41B anacında 812,00 adet ile en yüksek bulunurken, ardından Narince/5BB 701,00 adet ve en düşük çiçek sayısı Narince/1103P anacında 560,25 adet bulunmuştur. Çekirdekli tane sayısı Narince/5BB 202,50 adet, Narince/41B 141,21 adet ve Narince/1103P 116,71 adet tespit edilmiştir. Narince/5BB anacı diğer anaçlara göre daha yüksek çekirdekli tane sayısına sahiptir. Narince üzüm çeşidi karakteristik olarak çekirdeksiz küçük tane oluşumu göstermemektedir. Elde edilen verilerde çekirdeksiz tane ve boncuklanma indeksi düşük bulunmuştur. Ancak çekirdeksiz tane sayısı ve boncuklanma parametrelerinde anaçlar arasındaki fark önemli bulunmuştur. Narince üzüm çeşidinde anaçlar arası hassasiyet gösterdiğini ifade etmektedir. Narince anaç kombinasyonları bu yönden değerlendirildiğinde en yüksek çekirdeksiz tane sayısı Narince/41B (29,17 adet) kombinasyonunda görülürken, ardından Narince/5BB ve Narince/1103P anaçlarında sırasıyla 9,50 ve 7,54 adet tespit edilmiştir. Benzer şekilde en yüksek boncuklanma oranı ve indeksi Narince/41B %17,74 – 1,92 anacında, ardından Narince/41B %4,49 – 0,48 ve Narince/1103P %4,81 – 0,72 anaçları gelmektedir. LGO sayısı ise en yüksek Narince/1103P anacında 3,88 adet, ardından Narince/41B 3,00 adet ve Narince/5BB anacında 0,75 adet bulunmuştur. Toplam tane sayısı bu parametrelerde farklı olarak en yüksek 212,75 adet Narince/5BB anacında, ardından 173,38 adet Narince/41B ve en düşük 128,13 adet Narince/1103P anacındadır. Narince üzüm çeşidi salkım verimi genel olarak değerlendirildiğinde Narince/5BB anacı yüksek tane tutumu ve toplam tane sayısına sahip ancak düşük boncuklanma göstermesi ile ilişkili olarak salkım ağırlığı (329,11 g), salkım uzunluğu (22,09 cm) ve salkım genişliği (12,45 cm) daha yüksek bulunmuştur. Düşük tane tutumu ve toplam tane sayısı görülen Narince/1103P anacında ise en düşük salkım

ağırlığı (180,98 g) , salkım uzunluğu (19,07 cm) ve salkım genişliği (10,26 cm) elde edilmiştir.

Narince anaç kombinasyonları üzerinde değerlendirildiğinde en yüksek verimin Narince/5BB anacında en düşük veriminde Narince/1103P anacında elde edildiği belirlenmiştir. Narince boncuklanma hassasiyeti göstermeyen çeşit olduğu için düşük sayıda çekirdekli taneye ve boncuklanma indeksine sahiptir. Ancak çekirdeksiz tane ve boncuklanm indeksi bazında anaçlar arası hassasiyet göstermiş olup, Narince/41B anacı diğer anaçlara göre daha yüksek elde edilmiştir.



Çizelge 4.8 Narince üzüm çeşidi tane tutum performans parametreleri

	Narince			
	5BB	41B	1103P	p
Çiçek sayısı	701,00 ± 62,27	812,00 ± 56,36	560,25 ± 82,99	0,078
Toplam tane sayısı	212,00 ± 34,97	170,38 ± 27,10	124,25 ± 18,85	0,167
Tane tutumu (%)	31,21 ± 3,71	21,11 ± 1,97	22,92 ± 2,45	0,068
Çekirdekli tane sayısı	202,50 ± 35,29	141,21 ± 24,19	116,71 ± 23,30	0,140
Çekirdeksiz tane sayısı	9,50 ± 4,32 ab	29,17 ± 6,76 a	7,54 ± 4,70 b	0,035*
LGO sayısı	0,75 ± 0,75	3,00 ± 2,21	3,88 ± 2,17	0,492
Boncuklanma İndeksi (MI)	0,48 ± 0,23 b	1,92 ± 0,36 a	0,72 ± 0,26 b	0,013*
Boncuklanma Oranı (%)	4,49 ± 2,32 b	17,74 ± 2,69 a	4,81 ± 2,42 b	0,007*
Salkım ağırlığı (g)	329,11 ± 69,75	287,34 ± 42,79	180,98 ± 23,04	0,144
Salkım iskeleti ağırlığı (g)	10,50 ± 2,09	9,82 ± 1,51	6,15 ± 1,12	0,181
Çekirdekli tane ağırlığı (g)	311,95 ± 67,07	242,32 ± 29,68	156,79 ± 26,22	0,101
Çekirdeksiz tane ağırlığı (g)	5,67 ± 2,80	10,83 ± 2,55	2,25 ± 0,93	0,068
LGO ağırlığı (g)	0,021 ± 0,021	0,038 ± 0,023	0,034 ± 0,015	0,832
Salkım uzunluğu (cm)	22,09 ± 1,34	22,93 ± 1,42	19,07 ± 1,22	0,152
Salkım genişliği (cm)	12,45 ± 0,86	12,63 ± 1,42	10,26 ± 1,40	0,369

* Sütunlar arası p<0,05 seviyesinde anlamlı bir farklılık görülmektedir.

Kalecik Karası ve Narince üzüm çeşitlerinin generatif performans yönünden karşılaştırılması Çizelge 4.9’da verilmiştir. Anaçların ortalaması ile çeşit generatif performansı belirlenmiştir. Çiçek sayısı, tane tutumu (%), çekirdekli tane sayısı, çekirdeksiz tane sayısı, MI, boncuklanma oranı (%), salkım iskeleti ağırlığı (g), çekirdekli tane ağırlığı (g), çekirdeksiz tane ağırlığı (g) ve salkım uzunluğu bakımından elde edilen bulgular çeşitler arasında fark $p<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Tane tutum oranı Kalecik Karası üzüm çeşidinde %45,67 ve Narince çeşidinde %25,08 olarak gerçekleşmiştir. Tane tutumunun başarılı kabul edilmesi için %30 - 50’ni arasında gerçekleşmesi gerekmektedir. Bu oranın %30’un altında gerçekleşmesi ise “zayıf veya yetersiz tane tutumu” olarak değerlendirilmektedir (May 2004). Bu nedenle Kalecik Karası üzüm çeşidi tane tutumu başarılı olarak bulunurken, Narince zayıf tane tutumu sergileyen çeşit olarak tespit edilmiştir. Benzer tane sayısında (çekirdekli ve çekirdeksiz tane) sahip iken Narince üzüm çeşidinin (691,08 adet), Kalecik Karası’ndan (412,13) yüksek çiçek sayısına sahip olması tane tutum oranının düşük olmasına neden olmuştur. Karakteristik olarak boncuklanma eğilimi gösteren Kalecik Karası üzüm çeşidi 94,51 adet çekirdeksiz tane, %39,74 boncuklanma oranı ve 4,25 boncuklanma indeksine sahiptir. Boncuklanma eğilimi göstermeyen Narince üzüm çeşidinde çekirdeksiz tane sayısı (15,40 addet), boncuklanma oranı (%9,01) ve boncuklanma indeksi (1,04) ile Kalecik Karası’ndan oldukça düşük tespit edilmiştir. Kalecik Karası 197,39 g salkım ağırlığı, 14,72 cm salkım uzunluğu ve 12,37 cm salkım genişliğine sahipken, Narince 265,81 g salkım ağırlığı, 21,36 cm salkım uzunluğu ve 11,78 cm salkım genişliğine sahiptir. Narince ve Kalecik Karası üzüm salkımları benzer genişliğe sahip, ancak Narince daha uzun ve ağır salkım oluşturmaktadır.

Çizelge 4.9 Kalecik Karası ve Narince üzüm çeşidi tane tutum performans parametreleri karşılaştırması

	Kalecik Karası	Narince	p
Çiçek sayısı	415,00 ± 31,40 b	691,08 ± 47,25 a	0,000*
Toplam tane sayısı	175,44 ± 21,53	169,13 ± 18,98	0,828
Tane tutumu (%)	45,67 ± 5,75 a	25,08 ± 1,98 b	0,003*
Çekirdekli tane sayısı	81,78 ± 9,00 b	153,47 ± 18,28 a	0,002*
Çekirdeksiz tane sayısı	93,67 ± 16,78 a	15,40 ± 4,07 b	0,000*
LGO sayısı	9,03 ± 3,84	2,54 ± 1,04	0,118
Boncuklanma İndeksi (MI)	4,07 ± 0,59 a	1,04 ± 0,24 b	0,000*
Boncuklanma Oranı (%)	37,33 ± 5,69 a	9,01 ± 2,27 b	0,000*
Salkım ağırlığı (g)	200,76 ± 20,14	265,81 ± 3,79	0,098
Salkım iskeleti ağırlığı (g)	5,92 ± 0,45 b	8,82 ± 1,03 a	0,016*
Çekirdekli tane ağırlığı (g)	149,83 ± 12,60 b	237,02 ± 30,29 a	0,014*
Çekirdeksiz tane ağırlığı (g)	43,00 ± 8,46 a	6,25 ± 1,59 b	0,000*
LGO ağırlığı (g)	0,06 ± 0,32	0,03 ± 0,01	0,406
Salkım uzunluğu (cm)	14,88 ± 0,62 b	21,36 ± 0,86 a	0,000*
Salkım genişliği (cm)	12,34 ± 0,84	11,78 ± 0,73	0,620

* Sütunlar arası p<0,05 seviyesinde anlamlı bir farklılık görülmektedir.

4.3 Yaprak ve Çiçek Tozunda Bor (B), Çinko (Zn) ve Molibden (Mo) Miktarı

Kalecik Karası ve Narince üzüm çeşitlerinin yaprak mikro besin element içeriği Çizelge 4.10 sunulmuştur. Kalecik Karası yaprak B, Zn ve Mo değerleri anaç düzeyinde istatistiksel bir fark görülmemiştir. Kalecik Karası B besin element miktarı anaç düzeyinde önemli olmasa da Kalecik Karası/5BB 25,05 ppm ve Kalecik Karası/41B 24,18 ppm değeri ile benzer bulunurken, Kalecik Karası/1103P 21,76 ppm ile diğer anaçlara göre düşük tespit edilmiştir. Zn değerinde ise Kalecik Karası/5BB 14,56 ppm ve Kalecik Karası/1103P 14,55 ppm ile benzer oran görülürken Kalecik Karası/41B 19,58 ppm ile diğer anaçlardan yüksek bulunmuştur. Mo değeri ise Kalecik Karası anaç kombinasyonlarında 0,03 ppm aynı elde edilmiştir. Narince üzüm çeşidi B değeri anaç düzeyinde istatistiksel bir fark oluşurken, ancak Zn ve Mo değerleri anaç düzeyinde istatistiksel bir fark görülmemiştir. Narince üzüm çeşidi anaç kombinasyonlarında yaprak B miktarı en yüksek Narince/5BB, ardından Narince/41B ve en düşük Narince/1103P anacında elde edilmiştir (sırasıyla 18,35 ppm, 16,60 ppm ve 14,71 ppm). Yaprak Zn miktarı ise en yüksek 12,16 ppm ile Narince/41B anacında, en düşük 10,93

Narince/1103P ve Narince/41B’de 10,93 bulunmuştur. Mo değeri ise Narince anaç kombinasyonların hepsinde 0,03 ppm ile aynı değerdedir. Kalecik Karası yaprak bor ve çinko miktarı Narince çeşidine göre yüksek bulunmuştur. Yaprak bor miktarı her iki çeşitte de en yüksek 5BB anacında elde edilirken en düşük değer 1103P anacıdır. Benzer şekilde Yaprak Zn değeri anaç arasında paralellik göstererek iki çeşitte de en düşük 1103P, en yüksek 41B anacında bulunmuştur. Mo değeri her iki çeşit için 0,03 ppm ile benzer elde edilirken, anaçlar arası fark görülmemiştir.

Çizelge 4.10 Asma yaprağı mikro element miktarı (ppm)

		B	Zn	Mo
Kalecik Karası	5BB	25,05 ± 0,81	14,56 ± 6,09	0,03 ± 0,00
	41B	24,18 ± 4,16	19,58 ± 7,55	0,03 ± 0,01
	1103P	21,76 ± 0,44	14,55 ± 5,41	0,02 ± 0,00
p		0,660	0,825	0,192
Narince	5BB	18,35 ± 0,50 a	11,62 ± 0,62	0,03 ± 0,00
	41B	16,60 ± 0,85 ab	12,16 ± 0,16	0,03 ± 0,00
	1103P	14,71 ± 0,99 b	10,93 ± 0,93	0,03 ± 0,00
p		0,045*	0,496	-

* Satırlar arası p<0,05 seviyesinde anlamlı bir farklılık görülmektedir.

Kalecik Karası ve Narince üzüm çeşitlerinin çiçek tozu mikro besin element içeriği Çizelge 4.11 sunulmuştur. Kalecik Karası çiçek tozu B, Zn ve Mo değerleri anaç düzeyinde istatistiksel bir fark görülmemiştir. Çiçek tozu B miktarı Kalecik Karası/5BB 7,97 ppm ve Kalecik Karası/1103P 7,90 ppm ile benzer ve Kalecik Karası/41B (6,08 ppm)’den yüksek bulunmuştur. Zn değeri ise anaçlar arasında en yüksekten düşüğe sırasıyla Kalecik Karası/5BB (21,74 ppm), Kalecik Karası/41B (18,22 ppm) ve Kalecik Karası/1103P (15,83 ppm) şeklindedir. Mo besin element değeri ise 0,13 ppm ile anaç düzeyinde farklılık göstermemiştir. Narince üzüm çeşidi çiçek tozu B değeri Narince/5BB 7,59 ppm, Narince/41B 7,31 ppm ve Narince/1103P 7,50 ppm ile anaçlar düzeyinde benzer değerler vermiştir. Narince çiçek tozu Zn miktarı anaçlar düzeyinde fark önemli bulunmuştur. Narince/41B 19,38 ppm ile en yüksek Zn değerini verirken

ardından 18,18 ppm ile Narince/1103P anacında en düşük Narince/5BB 15,15 ppm anacında elde edilmiştir. Narince çiçek tozu Mo miktarı üç anaçda da 0,13 ppm ile benzerdir. Kalecik Karası ve Narince anaç kombinasyonları çiçek tozu B miktarları Kalecik Karası/41B dışında benzer bulunmuştur. Kalecik Karası/41B diğer anaçlara göre düşük görülmüştür. Benzer şekilde çiçek tozu Zn miktarı da her iki çeşitte yakın değer vermiştir. Kalecik Karası ve Narince yaprak B miktarı, çiçek tozu düzeyine göre daha yüksek bulunmuştur. Ancak Zn miktarı çiçek tozunda yaprağa göre yüksek elde edilmiştir.

Çizelge 4.11 Asma çiçek tozu mikro element miktarı (ppm)

		B	Zn	Mo
Kalecik Karası	5BB	7,97 ± 1,69	21,74 ± 4,14	0,13 ± 0,00
	41B	6,08 ± 0,20	18,22 ± 1,61	0,13 ± 0,00
	1103P	7,90 ± 1,39	15,83 ± 1,32	0,13 ± 0,00
p		0,559	0,406	-
Narince	5BB	7,59 ± 0,56	15,15 ± 0,16 c	0,13 ± 0,00
	41B	7,31 ± 0,21	19,38 ± 0,37 a	0,13 ± 0,00
	1103P	7,50 ± 0,40	18,18 ± 0,17 b	0,13 ± 0,00
p		0,891	0,003*	-

* Satırlar arası p<0,05 seviyesinde anlamlı bir farklılık görülmektedir.

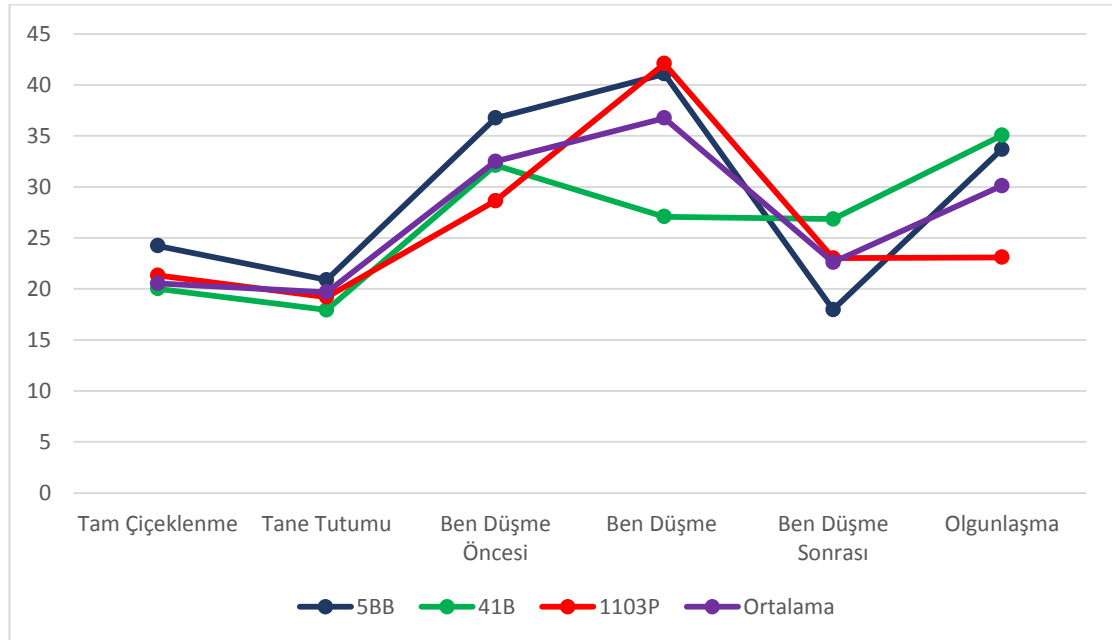
Kalecik Karası/anaç kombinasyonları ve anaçlar ortalaması farklı fenolojik dönemler arasındaki yaprak B miktarı Çizelge 4.12’de ve Şekil 4,8’de sunulmuştur. Kalecik Karası yaprak B miktarı anaç düzeyinde fark önemli bulunmamıştır. Ancak anaçların ortalamasına göre Kalecik Karası üzüm çeşidinin farklı fenolojik dönemleri arasında yaprak B miktarı değerlendirildiğinde p<0,05 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Buna göre en yüksek değer ben düşme (36,74 ppm) ve ben düşme öncesi (32,50 ppm) dönemde elde edilmiştir. Ardından olgunlaşma dönemi (30,11 ppm), 22,61 ppm ile ben düşme sonrası ve 20,53 ppm ile tam çiçeklenme dönemlerinden yüksek bulunmuştur. En düşük B miktarı ise 19,68 ppm ile tane tutumundadır. Boncuklanma ve çeşit/anaç B düzeyi ilişkisi yönünden incelendiğinde boncuklanma için kritik öneme sahip tam

çiçeklenme ve tane tutumu döneminde üç anaç içinde benzer seviyede olup anaçlar arasında bir fark görülmemiştir. Tam çiçeklenme ve tane tutum döneminde diğer fenolojik dönemlere göre daha düşük B düzeyi olması, bu dönemlerde asma tarafından B'un kullanıldığını düşündürmüştür.

Çizelge 4.12 Kalecik Karası üzüm çeşitlerinin farklı anaç kombinasyonlarının ve farklı fenolojik dönemlerin yaprak B miktarı (ppm).

	5BB	41B	1103P	Ortalama	p
Tam Çiçeklenme	24,23	20,02	21,33	20,53 ± 0,41 c	0,005*
Tane Tutumu	20,88	17,94	19,21	19,68 ± 0,61 c	
Ben Düşme Öncesi	36,75	32,12	28,64	32,50 ± 2,35 a	
Ben Düşme	41,07	27,08	42,08	36,74 ± 4,84 a	
Ben Düşme Sonrası	17,97	26,84	23,02	22,61 ± 2,57 bc	
Olgunlaşma	33,68	35,05	23,09	30,11 ± 3,78 ab	
Ortalama	29,10 ± 3,81	26,51 ± 2,71	26,23 ± 3,42		
p	0,803				

* Satırlar arası p<0,05 seviyesinde anlamlı bir farklılık görülmektedir.

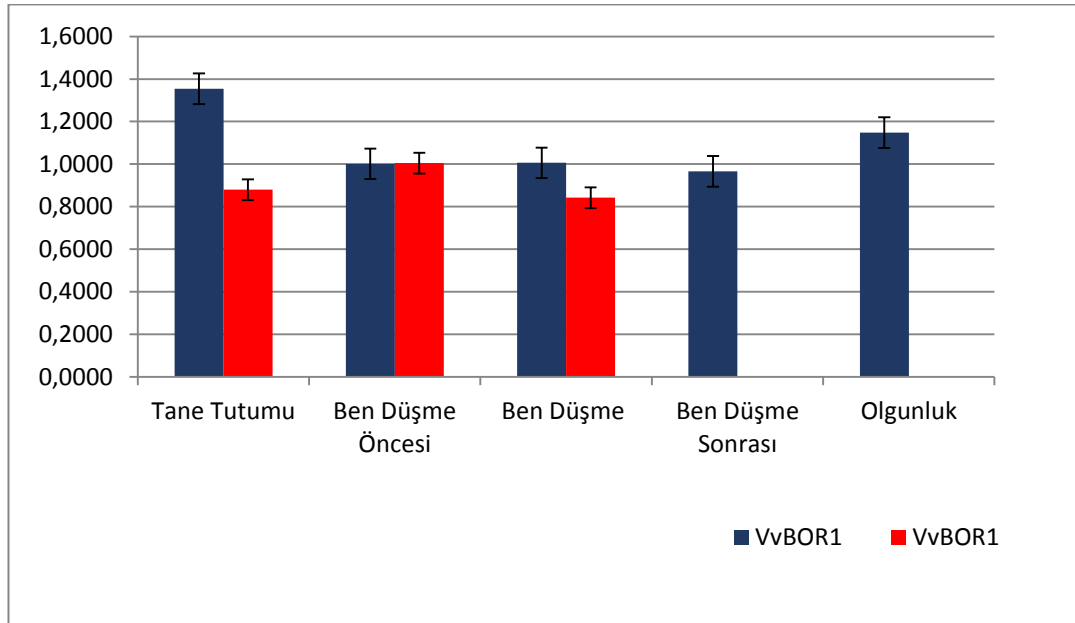


Şekil 4.8 Kalecik Karası/Anaç kombinasyonlarının farklı fenolojik dönemlerde yaprak B miktarı grafiği (ppm)

4.4 VvBOR Genlerinin Tanelerde İfadesi

Farklı fenolojik dönemlerde Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli ve çekirdeksiz tanelerde VvBOR1 ifade düzeyi Şekil 4.9’da, VvBOR3 ifade düzeyi Şekil 4.10’de ve VvBOR4 ifade düzeyi Şekil 4.11’de sunulmuştur.

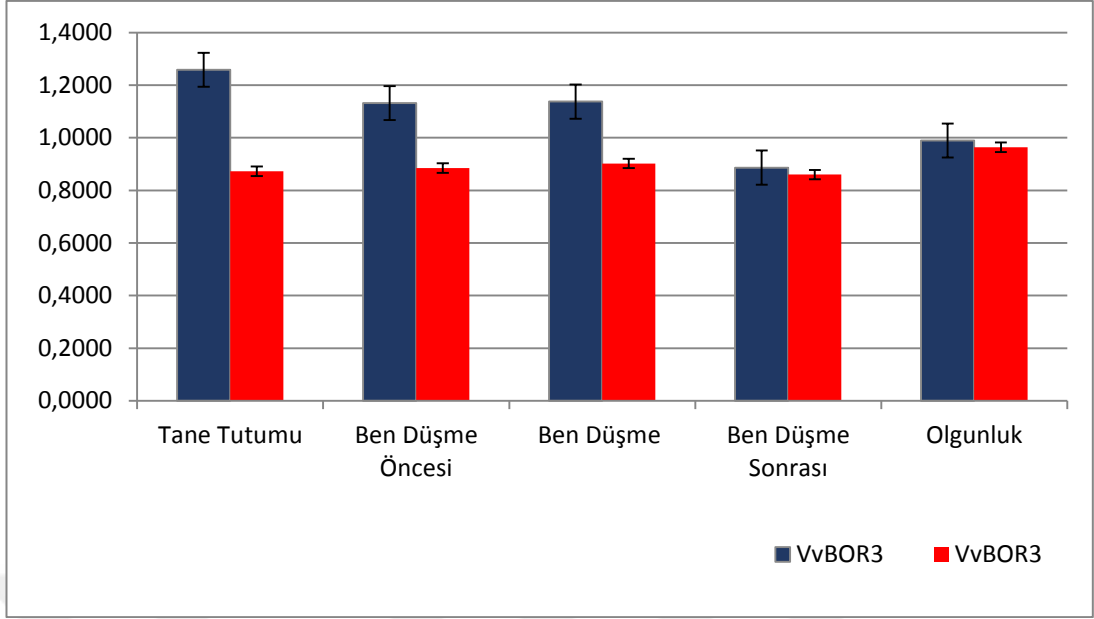
Kalecik Karası üzüm çeşidinde VvBOR1 geni çekirdekli tanede, çekirdeksiz taneye oranla tane tutumu döneminde 1,5 kat ve ben düşme döneminde 1,2 kat daha yüksek ifade edildiği görülmüştür. Ben düşme öncesinde ise çekirdekli ve çekirdeksiz tanelerde aynı seviyede ifade elde edilmiştir. Ben düşme sonrası ve olgunlukta ise çekirdekli tanelerde VvBOR1 ifadesi görülürken, çekirdeksiz tanelerde ifadesi belirlenmemiştir. Çekirdekli ve çekirdeksiz tanelerin VvBOR1 ifadesi beş fenolojik dönem arasında değişimi $p<0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Çekirdekli tanede en yüksek tane tutumu döneminde, ardından olgunluk dönemi gelmektedir. Ben düşme öncesi, ben düşme ve ben düşme sonrası dönemleri benzer seviyede ve tane tutumundan 1,35 kat daha düşük ifade edildiği belirlenmiştir. Çekirdeksiz tane VvBOR1 ifadesi tane tutumu ve ben düşme dönemlerinde birbirine yakın görülürken, ben düşme öncesi bu dönemlere göre ~1,2 kat daha yüksek ifade edilmiştir.



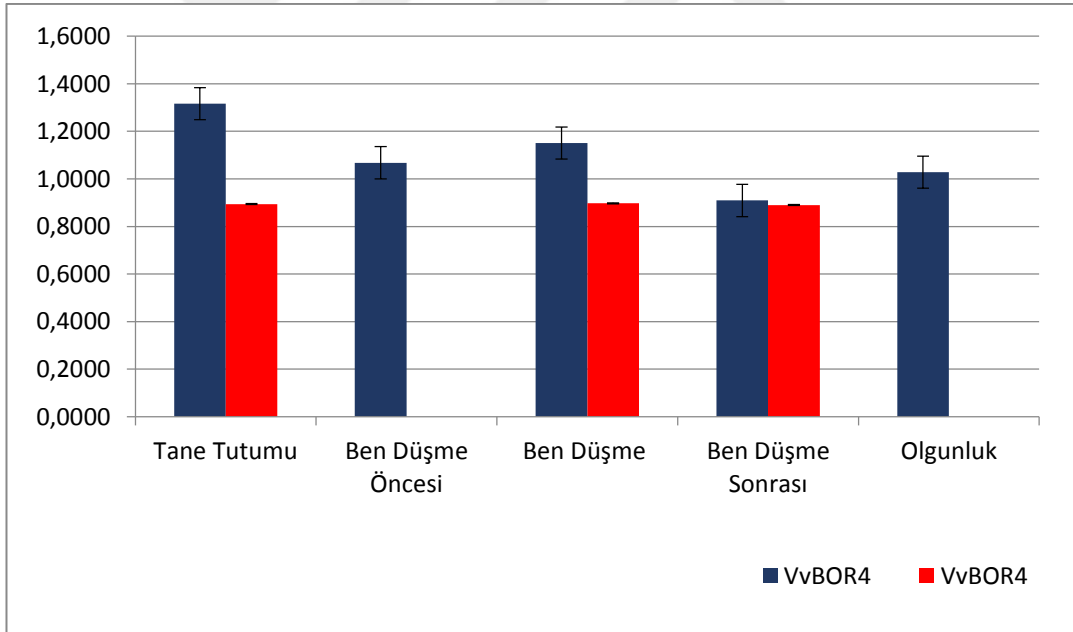
Şekil 4.9 Farklı fenolojik dönemlerde Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli ve çekirdeksiz tanelerde VvBOR1 ifade düzeyi

Bu tez çalışması kapsamında *V. vinifera* için çekirdekli ve çekirdeksiz tanelerde VvBOR3 ve VvBOR4 genlerin ifadeleri ilk defa belirlenmiştir. Kalecik Karası üzüm çeşidi beş fenolojik dönemde çekirdekli tanede, çekirdeksiz taneye oranla daha yüksek bir VvBOR3 ifadesi gözlemlenmiştir. Bu fark tane tutumu döneminde 1,4 kat iken ben düşme öncesi ve ben düşme döneminde 1,2 kat gerçekleşmiştir. Ben düşme sonrası ve olgunlukta ise çekirdekli ve çekirdeksiz tane arasındaki fark çok düşük seviyede olmuştur. Çekirdekli tanelerin VvBOR3 ifadesi beş fenolojik dönem arasında değişimi $p<0,05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Çekirdekli tanelerde VvBOR3 ifadesi tane tutumunda en yüksek seviyede elde edilmiştir. Ben düşme öncesi ve ben düşme dönemleri benzer ifade seviyesi göstermiş ve tane tutumundan düşük elde edilmiştir. En düşük VvBOR3 ifadesi ise ben düşme sonrası belirlenmiştir. Olgunluk döneminde ise ifade düzeyi küçük bir artış göstermiştir. Çekirdeksiz tane düzeyinde ise fenolojik dönemler arası VvBOR3 ifadesi farklı önemli bulunmamıştır.

VvBOR4 gen ifadesi tane tutumu, ben düşme ve ben düşme sonrası çekirdekli tanelerde, çekirdeksiz tanelere oranla daha yüksek tespit edilmiştir. Çekirdekli tanede, çekirdeksiz taneye oranla tane tutumunda ~1,5 kat ve ben düşme döneminde ~1,2 kat daha yüksek ifade edilmiştir. Ben düşme sonrası ise çekirdekli ve çekirdeksiz tanede ifadesi oldukça yakın belirlenmiştir. Ben düşme öncesi ve olgunluk döneminde çekirdekli tanelerde VvBOR4 ifadesi belirlenirken, çekirdeksiz tanelerde ifadesi görülmemiştir. Çekirdekli tanelerin VvBOR4 ifadesi beş fenolojik dönem arasında değişimi istatiki olarak önemli bulunmamasına rağmen, en yüksek ifadesi tane tutumunda elde edilmiştir. Ben düşme dönemi, ben düşme öncesi, olgunluk ve ben düşme sonrası olarak sırasıyla azalarak takip etmiştir. Çekirdeksiz tanelerde ise tane tutumu, ben düşme ve ben düşme sonrası VvBOR4 ifadesi benzer elde edilmiştir.

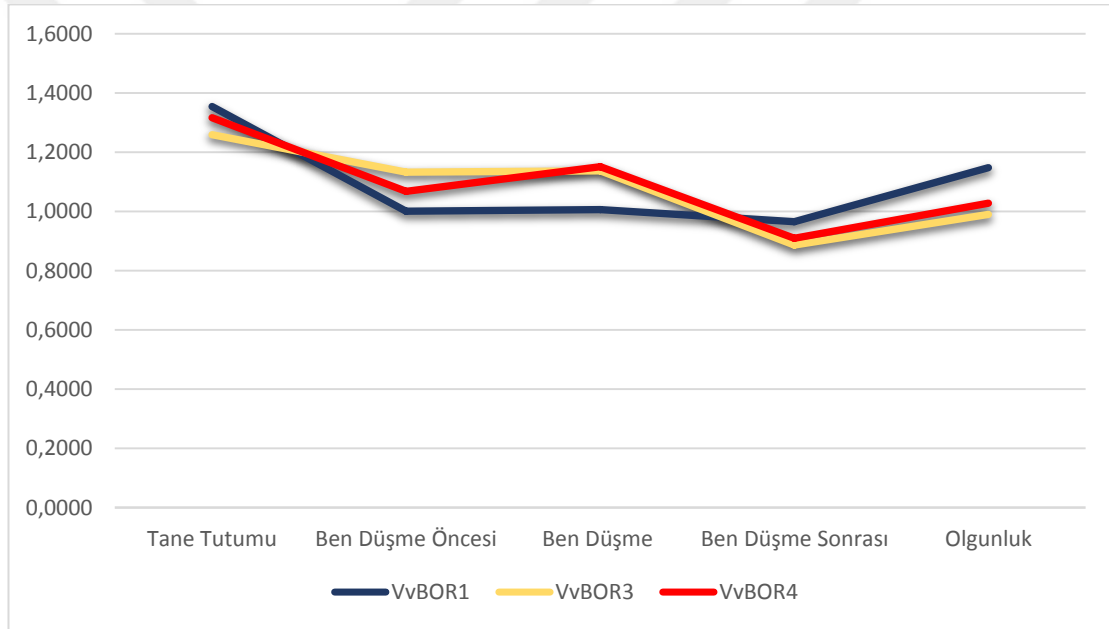


Şekil 4.10 Farklı fenolojik dönemlerde Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli ve çekirdeksiz tanelerde VvBOR3 ifade düzeyi



Şekil 4.11 Farklı fenolojik dönemlerde Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli ve çekirdeksiz tanelerde VvBOR4 ifade düzeyi

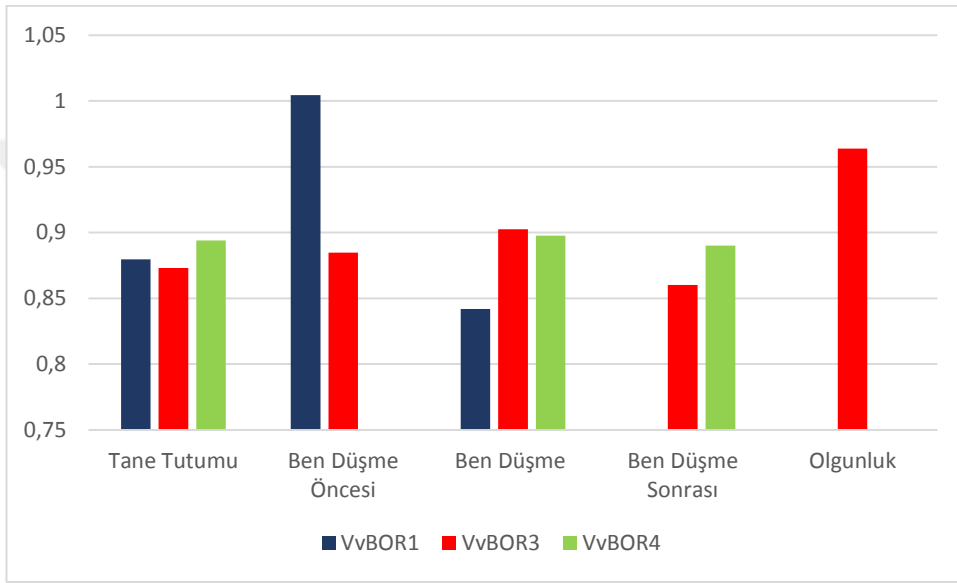
Farklı fenolojik dönemde Kalecik Karası çekirdekli tane VvBOR1, VvBOR3 ve VvBOR4 ifadeleri Şekil 4.12’de verilmiştir. Bu üç gen ifadesi benzer şekilde çekirdekli tanelerde çekirdeksiz tanelere oranla yüksek elde edilmiştir. VvBOR1 ifadesi en yüksek tane tutumu döneminde gerçekleşmiştir. Ardından ben düşme öncesi, ben düşme ve ben düşme sonrası, tane tutum dönemine göre azalmış ve aynı seviyede izlemiştir. Ben düşme sonrası bir miktar artış göstermiştir. VvBOR3 ve VvBOR4 ifadeleride VvBOR1’le benzer şekilde tane tutum döneminde en yüksek ifadesi görülürken, ben düşme döneminde küçük bir pik ile VvBOR’den farklı olarak artış belirlenmiştir. VvBOR3 ve VvBOR4 genleri en yüksek tane tutumu döneminde ifade edilirken olgunluk dönemine doğru küçük dalgalanmalar göstererek azalmıştır.



Şekil 4.12 Farklı fenolojik dönemlerde Kalecik Karası çekirdekli tanede VvBOR1, VvBOR3 ve VvBOR4 genlerinin ifade düzeyi

Kalecik Karası fenolojik dönemlerde çekirdeksiz tanede VvBOR1, VvBOR3 ve VvBOR4 ifadeleri Şekil 4.13’de verilmiştir. Buna göre tane tutumu döneminde üç genin ifadesi de benzer elde edilmiştir. VvBOR1 en yüksek ben düşme öncesi ifade edilirken ardından keskin bir düşüş göstererek ben düşme öncesinde tane tutumundan da düşük bir ifade gözlemlenmiştir. Ben düşme öncesi dönemde Kalecik Karası çekirdeksiz tanede VvBOR1, VvBOR3’den 1,14 kat daha yüksek elde edilirken, ben düşme sonrası ve olgunluk döneminde VvBOR1 ifadesi görülmemiştir. Ben düşme döneminde ise

VvBOR3 ve VvBOR4 benzer ifade gösterirken, VvBOR1 diğer iki genden daha düşük tespit edilmiştir. VvBOR3 ise tane tutumui ben düşme öncesi, ben düşme ve ben düşme sonrası benzer seviyelerde iken en yüksek ifadesi olgunluk döneminde elde edilmiştir. Olgunluk döneminde ise yalnızca VvBOR3 ifadesi belirlenmiştir ve VvBOR3'ün en yüksek ifadesi bu dönemdedir. VvBOR4, ben düşme öncesi ve olgunluk dönemlerinde ifadesi görülmemiştir. Tane tutumu, ben düşme ve ben düşme sonrası çekirdeksiz tanede VvBOR4 ifadesi benzer olmuştur.



Şekil 4.13 Farklı fenolojik dönemlerde Kalecik Karası çekirdekli tanede VvBOR1, VvBOR3 ve VvBOR4 genlerinin ifade düzeyi

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Asmada, tozlanma ve döllemenin ardından gerçekleşen tane tutumunun başarılı olarak kabul edilmesi için %30 - 50 arasında gerçekleşmesi gerekmektedir (May 2004). Bu oranın altında gerçekleşen “başarısız” veya “yetersiz” tane tutumu çeşide özgü nedenlerden oluşabilmektedir. Bunun yanı sıra tane tutumu uzun süren dinamik bir süreç olmasından dolayı %35 - 45 oranında anormal ve kusurlu çiçek yapısı, %25 - 50 oranında fizyolojik olaylar, %5 - 30 çevresel faktörler ve %5 - 30 oranında patolojik müdahalelerden kaynaklı yıldan yıla farklılık gösterebilmektedir (OIV 2009). Bu tez çalışmasında, tane tutum problemi olan boncuklanmanın karakteristik olarak görüldüğü Kalecik Karası üzüm çeşidinin aşılı olduğu üç farklı anaç (5BB, 41B ve 1103P) üzerinde generatif performans ve boncuklanma ile ilişkilendirilen B besin elementinin çeşit/anaç ilişkisi değerlendirilmiştir. Çeşit farklılıklarını karşılaştırmak amacıyla aynı bağ alanı içerisinde bulunan ve aynı (5BB, 41B ve 1103P) anaçlar üzerine aşılı olup normal tane tutumu gösteren Narince üzüm çeşidi de incelenmiştir. Bu amaçla Kalecik Karası ve Narince çeşitlerinde generatif organların özellikleri ve kalitesi (çiçek, çiçek organları ve çiçek tozu kalitesi), generatif performans ile besin element (B, Zn ve Mo) miktarı anaç düzeyinde incelenmiştir. Boncuklanma ile ilişkilendirilen B besin elementinin taşınmasında tanımlanmış VvBOR1, VvBOR3 ve VvBOR4 genlerinin, farklı fenolojik dönemlerde Kalecik Karası çekirdekli ve çekirdeksiz tanelerde ifadesi belirlenmiştir.

5.1 Generatif Organların Özellikleri ve Kalitesi

5.1.1 Çiçek ve çiçek tozu morfolojisi

Yapılan çalışmada, Kalecik Karası ve Narince üzüm çeşitlerinin çiçek morfolojisi incelendiğinde dişi organ uzunluğu-genişliği, erkek organ başçık uzunluğu-genişliği ve sapçık uzunluğu anaçlar arasında istatistiki farklılıklar görülse de tozlanma ve döllemeyi engelleyecek yapısal kusurlar görülmemiştir. Literatürde çoğunlukla asma çiçek organlarının boyutu çeşide özgü erkek organların kıvrık olması veya dişi organdan kısa - uzun olması şeklinde değerlendirilmiştir. Çelik (1993), 5 farklı üzüm çeşidinin

çiçek morfolojisini incelediği bulgulara dişi organ uzunluğu–genişliği 1,88 cm - 1,33 cm (Çavuş) ve 2,48 cm - 1,44 cm (Hafızali) arasında belirlemiştir. Başçık uzunluğu - genişliği dişi organ boyutlarına paralel şekilde elde edilmiş ve 0,78 cm - 0,53 cm (Çavuş) ile 0,94 cm - 0,69 cm (Hafızali) arasındadır. Sapçık uzunluğu Çavuş üzümünde çeşide özgü şekilde aşağı kıvrık vaziyette olup ölçülendirilmemiş, diğer çeşitlerde 2,36 cm (Hasandede) ile 3,44 cm (Hafızali) arasında değişmiştir. Dişi organ ve başçık boyutları çalışmamızdaki üzüm çeşitleri ile benzer aralıkta elde edilmiştir. Ancak sapçık uzunluğu Kalecik Karası (5BB/1,20cm, 41B/1,31cm ve 1103P/0,97cm) ve Narince (5BB/1,48cm, 41B/1,47cm ve 1103P/1,50cm) araştırmacının çeşitlerinden daha kısa elde edildiği görülmüştür.

Tozlanma ve dölleme üzerinde etkili bir diğer yapı ise çiçek tozu morfolojisidir. Asma çiçek tozları trikolporat yapı ile karakterize olarak tanımlanmaktadır. Kalecik Karası ve Narince üzüm çeşidinin çiçek tozlarının da üç porlu (trikolporat) yapıda olduğu gözlemlenmiştir. Kalecik Karası üzüm çeşidinin çiçek tozu polar uzunluğu, ekvatorial genişliği ile bunların oranı (P/E) 41B ve 1103P anaçlarında, 5BB anacından yüksek bulunmuştur. Narince çeşidinde ise çiçek tozu ekvatorial genişliği değerinde anaçlar arasındaki fark önemli bulunmuş ve Kalecik Karası ile benzer sonuç vermiştir. Çiçek tozu polar uzunluğu, ekvatorial genişliği ve P/E oranları yönünden iki çeşidinde çiçek tozlarının benzer olduğu görülmüştür. Daha önce yapılmış çalışmalar ile karşılaştırıldığında, İşçi (2021), Alphonse Lavallee, Cinsaut, Alicante Bouschet, Malbec, İtalya, Şiraz, Cardinal, Yuvarlak Çekirdeksiz üzüm çeşitlerini trikolporat olarak tanımlarken, Foça Karası ve Mahrabaşı çeşitlerinde porsuz (inaperture) çiçek tozlarının da görüldüğünü belirtmiştir. Çalışmamızdaki çeşitlerden elde edilen değerler, araştırmacının çeşitlerin çiçek tozu polar uzunluk ortalaması (16,26 μ m - 29,91 μ m) ile ekvatorial genişlik ortalamasının (10,12 μ m - 22,44 μ m) benzer olduğu görülmüştür. Sabır (2015a) tarafından, Narince üzüm çeşidinde saptanan çiçek tozu uzunluk değeri (26,9 μ m) ile çalışmamızdaki değerlere yakındır. Ancak çiçek tozu genişlik değeri söz konusu çalışmada (16,3 μ m) çalışmamızda elde edilen değerden düşük bulunmuştur. Çiçek tozu P/E oranı, İşçi (2022) 30 üzüm çeşidinde 1,08 - 2,55, İşçi (2021), 10 üzüm çeşidinde 1,08 - 2,55, Marasalı vd. (2005), 8 üzüm çeşidinde 0,84 – 1,16, Gökbayrak ve Engin (2016), Cabernet Sauvignon ve Cardinal üzüm çeşitlerinde sırasıyla 1,09 ve 1,08

olarak tespit etmiştir. Çalışmamızda da 0,99 ve 1,06 oranı ile benzer aralıkta elde edilmiştir. *Vitis* çeşitlerin çoğu için bu oranın < 2 olduğunu görülmüştür.

Anormal çiçek tozu sayısı Kalecik Karası/41B ve Kalecik Karası/1103P anaçlarında benzer oran bulunmuş ve Kalecik Karası/5BB'den yüksek elde edilmiştir. Tane tutum oranı benzer şekilde Kalecik Karası/41B ve Kalecik Karası/1103P'de aynı ve Kalecik Karası/5BB'den düşük tane tutum oranı gerçekleşmiştir. Bu durum çeşit/anaç düzeyinde anormal çiçek tozu oranı ile tane tutum oranının ilişkili olabileceğini düşündürmüştür. Boncuklanma oranı en yüksek 5BB anacında elde edilmesi ile anormal çiçek tozu ile boncuklanmanın arasında bir ilişkinin olmadığını düşündürmüştür. Narince üzüm çeşidinde ise anormal çiçek tozu oranı $1103P > 5BB > 41B$ sıralaması ile gerçekleşmiştir. Narince çeşidinin anormal çiçek tozu oranı Kalecik Karası'ndan düşük elde edilmiştir. Boncuklanma indeksi daha yüksek olan Kalecik Karası çeşidinde anormal çiçek tozu ile ilişkili olabileceği ancak tane tutum oranının Kalecik Karası'nda daha yüksek olması bu durumun çeşit hassasiyeti olabileceğini göstermiştir. Sonuç olarak anormal çiçek tozu oranı anaç düzeyinde etikili görülsede, boncuklanma ve tane tutum oranı çeşit hassasiyeti olduğu düşünülmüştür. Alva v. (2015), aynı bağ koşullarında altı üzüm çeşidinin anormal çiçek tozunu incelediği çalışmada tüm çeşitlerde çökmüş, küçük veya büyük çiçek tozlarının olduğu belirtilmiştir. Anormal çiçek tozu oranı birinci (S1) ve ikinci (S2) yıl arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Merlot (S1 %18 ve S2 %30), Malbec (%18) ve Carménère (S1 %16 ve S2 %10) partenokarpi gösterme eğilimi yüksek çeşitler için daha yüksek oranlar belirlenmiştir. Tane tutum problemi daha az görülen Cabernet Sauvignon, Chardonnay ve Şiraz gibi çeşitlerde ise daha düşük ($< \%10$) anormal çiçek tozu oranı gösterdiği ifade edilmiştir.

5.1.2 Çiçek tozu canlılık ve çimlenme

Çiçek tozu canlılığının değerlendirilmesi birçok çeşit için melezleme çalışmalarında, verim ve tane tutum problemlerinin anlaşılmasında kullanılmaktadır. Yapılan bazı çalışmalarda çiçek tozu canlılığını belirlemek için kullanılan sitoplazma veya enzimlerin varlığını gösteren canlılık testlerinin cansız çiçek tozlarını da boyama potansiyel riskini ortaya koymuştur. Bu nedenle birçok araştırmacı tarafından her bir

canlılık testinin çeşit düzeyinde canlı – cansız ve çimlenen – çimlenmeyen çiçek tozları arasında ayırım yapabilmesine göre değerlendirilmesi gerektiği ifade edilmiştir (Rodriguez-Riano ve Dafni 2000, Dafni ve Firmage 2000). Bu tez çalışmasında, asma çiçek tozlarının canlılığının belirlenmesinde yaygın kullanılan Asetokarmin, IKI, TTC ve FDA dört canlılık testi kullanılmıştır. Kalecik Karası ve Narince çeşitlerinin canlı ve cansız çiçek tozları *in vitro* çimlenme yöntemleri ile karşılaştırılarak değerlendirilip güvenilirliklerini test edilmiştir. Sonuç olarak 2 saat ve 24 saat 80°C sıcaklık uygulaması ile cansız hale getirilmiş çiçek tozları her iki çeşit için Asetokarmin ve IKI canlılık testlerinde boyandığı ancak TTC ve FDA testlerinin boyamadığı görülmüştür. Literatürde cansız çiçek tozları canlılık testi ile türlere göre optimizasyonu sağlanan çok az çalışma bulunmaktadır. Buna göre, Khatun ve Flowers (1995), pirinç (*Oryza sativa* L.) çeşitlerinde Anilin Mavisi ve TTC canlılık testinin güvenilir olmadığını, MTT canlılık testinin uygun olduğunu belirtmiştir. Mazzeo vd. (2014), dört zeytin (*Olea europaea* L.) çeşidinin çiçek tozları için Asetokarmin canlılık testinin uygun olmadığını, FDA testinin ise kullanılabileceğini görmüştür. Luria vd. (2019) *Arabidopsis* bitkisi için TTC canlılık testinin hiçbir çiçek tozunu boyamadığını, AS yönteminin ise sıcaklık uygulanan çiçek tozlarını da boyadığını görmüştür. Ancak MTT ve H₂DCFDA yönteminin *Arabidopsis* için uygun bir teknik olduğunu ifade etmiştir.

Çiçek tozu canlılık oranı Kalecik Karası/Asetokarmin testinde anaçlar düzeyinde fark istatistik olarak önemli bulunmuştur. Asetokarmin canlılık oranı Kalecik Karası üzüm çeşidinde 1103P>41B>5BB şeklinde gerçekleşmiştir. Kalecik Karası IKI, TTC ve FDA ile Narince Asetokarmin, IKI, TTC ve FDA testlerinde anaçlar arasındaki canlılık oranı önemli bulunmamıştır. Anaçların ortalaması Kalecik Karası'nda %71,43, Narince'de %87,20 canlılık oranı vermiştir. Korkutal vd. (2004), Kalecik Karası üzüm çeşidi çiçek tozunun Asetokarmin canlılık oranı %79,3 ile benzer oran elde edilmiştir. Ancak araştırmacılar Chardonnay (54,8), Cinsaut (78,5) ve Hamburg Misketi (%79,2) hariç 19 çeşitte Asetokarmin canlılık oranını ~%90'ın üzerinde belirlemiştir. Korkutal vd. (2019), Şiraz üzüm çeşidinde Asetokarmin canlılık oranını %93,71 - 95,76 arasında tespit etmiştir.

İKİ canlılık testi uygulanan çiçek tozlarında Kalecik Karası çeşidi anaçlar ortalaması %73,31 ve Narince anaçlar ortalaması %73,77 ile benzer oranda elde edilmiştir. Filimon vd. (2017)'in tarafından Victoria (%74,11), Bican (%71,18) ve Merlot (%70,34) çeşitlerinin İKİ canlılık oranı çalışmamızla benzer bulunurken, Cinsaut (%65,71) , Chardonnay (%61,66) ve Hamburg Misketi (%59,79) çeşitleri düşük tespit edilmiştir.

Güvenilir kabul edilen TTC canlılık testi incelendiğinde Kalecik Karası'nda anaçlar düzeyinde 5BB>1103P>41B sıralaması belirlenmiştir. Kalecik Karası anaçların ortalaması %60,09 canlılık oranı vermiştir. Narince üzüm çeşidinde ise Narince/5BB anacı Narince/41B ve Narince/1103P'den yüksek bulunmuştur. Anaçların ortalaması %83,78 ile Kalecik Karası'ndan yüksek canlılık oranı vermiştir. Narince üzüm çeşidi TTC canlılık oranını Sabır (2015a) çalışmasında %77,6 - 85,5 ve Sabır (2015b) çalışmasında %84,8 olarak benzer oranda belirlemiştir. İşçi (2021), TTC testi ile çiçek tozu canlılık oranı belirlediği Cardinal (%84,25), Alicante Boushet (%75,75), Şiraz (%74,25), Malbec (%67,00), Italia (%56,75) üzüm çeşitlerinde %50'nin üzerinde canlılık tespit etmiştir. Yuvarlak Çekirdeksiz (%42,25), Foça Karası (%26,50), Alphonse Lavallée (%24,25), Mahlarbaşı (%20,25) ve Cinsault (%11,75) çeşitlerinde ise düşük canlılık oranı belirlemiştir.

FDA canlılık oranı hem anaçlar ortalaması düzeyinde Kalecik Karası (%60,99) ve Narince (%64,44)'de canlılık testleri içinde en düşük canlılık oranını vermiştir. Kalecik Karası'nda anaç düzeyinde 1103P>41B>5BB şeklinde elde edilirken, Narince'de bu sıralama tam tersi 5BB>41B>1103P sıralaması ile gerçekleşmiştir. Pereira vd. (2018), üzüm çeşitlerinde FDA testi ile belirlediği canlılık oranı %19,3 (Touriga Nacional) ile %99,3 arasında değiştiği belirtilmiştir. Bu üzüm çeşitlerinden 13'ü %50'den, 8'i ise %75'den yüksek canlılık oranı vermiştir. Kelen ve Demirtaş (2003), FDA testi ile belirlediği çalışmada Siyah Gemre (%80,8) çeşidinin yüksek canlılık oranı, Sariemin (%61,3) çeşidinin Kalecik Karası ve Narince ile benzer oranı verdiği görülmüştür. Razaki (%58,0), Siyah Dimrit (%51,8), Tikli Kuyruğu (%50,0), Burdur Dimriti (%47,8) ve Siyah Buzgulu (%43,0) çeşitlerinin benzer canlılık oranı verdiği, Buzgulu (%23,8) çeşidinin ise en düşük canlılık gösterdiği belirtilmiştir.

Tez çalışmasındaki Kalecik Karası ve Narince çeşitlerinin anaçlar ortalaması düzeyinde TTC, FDA canlılık testinden daha yüksek canlılık göstermiştir. Kelen ve Demirtaş (2003) üzüm, Koyuncu ve Tosun (2005) kirazda, Ilgın vd. (2007) incir, Sütyemez (2007) ve Bayazıt vd. (2012) ceviz ve bademde çalışmamıza benzer şekilde TTC canlılık testinin FDA'ya göre yüksek olduğunu saptanmıştır. Bunu aksine Derin ve Eti (2001) narda, Chandrashekar vd. (2013) hardal otunda FDA testinin TTC canlılık oranından yüksek olduğunu belirtmiştir. TTC testi dehidrojenaz aktivitesinin mevcut olduğu tüm çiçek tozlarını canlı göstermesi ve canlılık tahmininin nesnelliğini etkileyebilecek renk yoğunluğunda bir derecelendirme gösterdiğinden; FDA testi ise iki yönünü olup, enzimatik aktiviteyi ve hücre zarının sağlamlığını test ettiğinden canlılık testleri arasında farklılıklar oluşmaktadır. Bu nedenle çiçek tozu canlılığının farklı özelliklerini değerlendirmek için birkaç canlılık testinin aynı anda uygulanması ile canlılık çalışmaları desteklenmelidir.

Kalecik Karası üzüm çeşidinde farklı *in vitro* çimlenme ortamı ve yöntemlerinin arasında anaçlar düzeyinde anlamlı bir fark görülmemesine rağmen canlılık oranına paralel şekilde Kalecik Karası/5BB ve Kalecik Karası/1103P anaçları, Kalecik Karası/41B anacından yüksek çimlenme oranı vermiştir. Narince çeşidinde ise sadece 5. besin ortam (asılı damla yöntemi) anaçlar arası fark önemli bulunmuştur. Buna göre Narince üzüm çeşidi Kalecik Karası'na benzer şekilde Narince/5BB ve Narince/1103P anaçları Narince/41B anacından yüksek bulunmuştur. Kidman vd. (2014), Şiraz üzüm çeşidinde anaçların polen tüpü uzunluğu ve *in vitro* çimlenme oranları üzerinde bir etkisi olmadığını belirtmiştir. Farklı içeriklere sahip *in vitro* çimlenme testleri arasında bir fark görülmemiştir. Kelen ve Demirtaş (2003) çimlenme besin ortamı sakkaroz oranı arttıkça çimlenme oranının arttığını bildirmiştir. Filimon vd. (2017), altı farklı üzüm çeşidinde %5, %10 ve %15 sakkarozun artması ile çimlenmenin arttığını, sakkaroz oranının %20 olmasında ise çimlenme oranının azaldığını belirtmiştir. Ancak çalışmamızda aksine 1., 2., ve 3., ortamlarında sakkaroz içeriğinin artması ile çimlenme oranında düzenli bir artışı söz konusu olmamıştır.

Kalecik Karası ve Narince çeşitlerinde incelenen çiçek tozlarının histokimyasal canlılık oranı *in vitro* çimlenme oranından daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlar asmada

çimlenme oranına kıyasla canlılık testlerinin daha yüksek olduğunu bildiren Korkutal vd. (2004), Pereira vd. (2018), Korkutal vd. (2019), Gökbayrak ve Engin (2022) ve Jovanović-Cvetković vd. (2002) ile uyumludur. Ancak, İşçi (2021)'nin uyguladığı petride agar (10 mg/ml borik asit, %20 sakkaroz ve %0,6 agar) *in vitro* çimlenme yöntemi ile 10 asma çeşidi üzerinde yaptığı incelemede 7 çeşidin çimlenme değerini TTC canlılık oranından yüksek bulmuştur.

Çeşit/anaç düzeyinde TTC ve FDA canlılık testleri ile altı farklı çimlenme yöntemlerinin ortalamasının ilişkisi incelenmiştir. Kalecik Karası'nda TTC canlılık oranı ve *in vitro* çimlenme arasında pozitif ve zayıf, FDA testi ile *in vitro* çimlenme arasında ise negatif ve zayıf ilişki elde edilmiştir. Narince üzüm çeşidinde ise TTC ve FDA testleri ile *in vitro* çimlenme arasında Narince/5BB anacı negatif ve zayıf, Narince/41B ve Narince/1103P anaçları ile pozitif ve zayıf bir ilişki belirlenmiştir. Canlılık ve çimlenme arasındaki ilişki 1:1 oranında olmaması canlılık testinin çimlenmeden daha basit yöntem olmasından ve TTC testi açısından çimlenme gücünü kaybetmiş çiçek tozlarının tetrazolyum tuzunu indirgeyebilmesinden kaynaklandığı düşüncesine ulaştırmıştır. Sabır (2015a), Narince üzüm çeşidinde TTC testi ile koyu kırmızı boyanan çiçek tozlarının, İşçi (2021) ise 10 üzüm çeşidinin TTC ve çimlenme arasında pozitif yönlü zayıf bir korelasyon tespit etmiştir. Bu sonuçlar bizim bulgularımızla uyum içindedir. Bu nedenle TTC canlılık testi asma çiçek tozları canlılığının belirlenmesinde kullanılabilir ve böylece genel bir canlılık tahmini sağlayabilir fikrini belirlemiştir. Diğer türlerin çiçek tozu canlılığı ve çimlenme testleri arasındaki ilişkiyi belirlemeye yönelik çalışmalar farklı sonuçlar vermiştir. Örneğin kirazda, Bolat ve Pırlak (1999) TTC ve çimlenme arasında negatif bir ilişki bulurken İKI ve çimlenme arasında anlamlı ve pozitif bir ilişki elde edilmiştir. Ancak Sülüsoğlu ve Çavuşoğlu (2014), kiraz çiçek tozları ile yaptığı çalışmada TTC ve çimlenme arasında pozitif; İKI ve çimlenme arasında negatif bir ilişki görmüştür. Bu farklılıkların çalışma materyallerinin farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Luo vd. (2020), bir başka tetrazolyum canlılık testi olan MTT canlılık testi ve çimlenme arasındaki ilişkiyi incelediğinde; MTT testinin *C. mollissima* için yaklaşık %50'den ve *C. henryi* için %70 fazla canlılık oranı tespit ettiğini görmüştür. MTT canlılık testinin, mitokondride süksinat dehidrojenazın aktivitesini tespit ettiği için çiçek tozu canlılığını

olduğundan fazla tahmin ettiğini bu nedenle çimlenme oranına göre daha yüksek olduğunu ifade etmiştir. Ancak buna rağmen koyu renk boyanmış çiçek tozları ile çimlenme arasında anlamlı ve kuvvetli pozitif ilişki olduğunu görmüştür. Perez ve Criley (2011) *Plumeria*'da çimlenmenin asetokarmin canlılık testi ile zayıf FDA ile kuvvetli bir korelasyon elde etmiştir. Kelen ve Demirtaş (2003) ve Bou Daher vd. (2009) da FDA canlılık testinin diğer canlılık testlerinden daha doğru olduğunu bildirmiştir. Chung vd. (2013) boyaların kullanımı ile belirlenen çiçek tozu canlılığının *in vitro* çiçek tozu çimlenmesi veya dölleme yeteneği ile iyi bir korelasyon göstermediğini bildirmiştir. Buna karşılık, bazı araştırmacılar, *Arabidopsis thaliana* L. (Swanson vd. 2016), *Sorghum halepense* L. (Burke vd. 2007), *Corylus avellana* L. (Novara vd. 2017) ve *Olea europaea* L. (Mazzeo vd. 2014) gibi farklı bitki türlerinde *in vitro* çiçek tozu çimlenmesi ile histokimyasal yöntemler arasında yüksek bir korelasyon olduğunu doğrulamaktadır. Sonuç olarak çiçek tozu çimlenme yeteneğini kaybederken metabolize etme yeteneğini koruyabildiğinden, canlılık her zaman çimlenme ile doğrusal ilişkili olmayabilir.

Bir çiçeğe ait çiçek tozu miktarı Kalecik Karası'nda 3000 ile 3875 arasında, Narince'de 3062 ile 3343 arasındadır. Kelen ve Demirtaş (2003), 8 farklı üzüm çeşidi ile yaptığı çalışmada bir çiçeğe ait çiçek tozu miktarı 3563 ile 9000 arasında olduğunu belirtmiştir. Kalecik Karası ve Narince çeşitleri araştırmacının belirlediği çiçek tozu sayısı ile benzer aralıkta yer almaktadır.

5.2 Generatif Performans ve Anaçların Etkisi

Generatif performans yaygın olarak, çiçeklenme sırasındaki çiçek sayısından salkım başına toplam tane sayısı olarak hesaplanan tane tutumu (%) ile ölçülmektedir. Tane tutum oranının belirlenmesinde sadece tane sayısının ölçülmesinin olmadığı ve salkım başına çiçek sayısı kullanarak hesaplanan formülün daha doğru sonuç verdiği Collins ve Dry (2009) tarafından belirtilmiştir. Araştırmacılar tarafından geliştirilen silkme ve boncuklanma indeks formülünün belirlenmesiyle generatif performans değerlendirilmesi daha da nicelleştirilmiştir.

Dünya ve Türkiye bağcılığında asma yetiştiriciliği anaçlar üzerine aşılı çeşitler ile gerçekleştirildiği için anaçların çeşitler üzerindeki etkisinin araştırılması önem kazanmaktadır. Generatif performans anaçların etkisini incelemek için boncuklanma problemi gösteren Kalecik Karası üzüm çeşidi 5BB, 41B ve 1103P anaçları arasındaki generatif parametreler değerlendirilmiştir. Anaçların çeşitler üzerindeki etkisi karşılaştırmak için aynı anaçlar üzerine aşılı normal tane tutum gösteren Narince üzüm çeşidi seçilmiştir. Her iki çeşit için anaçların generatif performansa etkisi farklı olmuş ve tane tutum oranı ile salkım ağırlığı yönünden en verimli 5BB anacı olmuştur. Kalecik Karası çeşidinin karakteristik boncuklanma özelliğinde ise anaçlar arasında istatistik olarak bir fark oluşturmamıştır. Kalecik Karası üzüm çeşidi için Kalecik Karası/5BB anacı ve Kalecik Karası/41B anacı benzer çiçek sayılarına sahip ancak Kalecik Karası/5BB anacında daha fazla tane bulunmasından dolayı tane tutum oranı Kalecik Karası/41B'den yüksektir. Salkım toplam taneye göre çekirdekli tane oranı değerlendirildiğinde Kalecik Karası/41B (%48,09) ve Kalecik Karası/1103P (%46,77) anaçları %45,81 ile Kalecik Karası/5BB anacından daha fazla çekirdekli taneye sahiptir. Kalecik Karası/5BB salkım genelinde değerlendirildiğinde tane tutum oranı, toplam tane sayısı ve salkım ağırlığı daha yüksek olmasına rağmen boncuklanma eğilimi yani çekirdeksiz tane varlığı daha fazla olmaktadır. Anaç düzeyinde benzer salkım uzunluğu görülürken, salkım genişliğinde Kalecik Karası/41B anacı daha kısadır. En düşük toplam tane sayısı ve salkım genişliği Kalecik Karası/41B anacının en düşük salkım ağırlığına sahip olmasına neden olmaktadır. Narince üzüm çeşidinde de yüksek tane tutum oranı, toplam tane ve salkım ağırlığı Narince/5BB anacında elde edilmiştir. Kalecik Karası'nda en düşük tane tutum oranı Kalecik Karası/41B iken Narince'de 1103P anacında elde edilmiştir. Buna ek olarak Narince/1103P anacı en düşük çiçek sayısı, toplam tane sayısı, salkım kompozisyonuna sahiptir.

Kidman vd. (2013), anaçlar üzerine aşılı Merlot'un, kendi kökleri üzerindeki göre önemli ölçüde daha yüksek tane tutumu ve salkım parametrelerine sahip olduğunu belirtmiştir. Tane tutumu, anaçlara aşılı Merlot için kendi köklerine kıyasla %41 ila %75 daha yüksek bulunmuş ve bu durum salkım başına önemli ölçüde daha yüksek çekirdekli tane sayısı ile ilişkilendirmiştir. Merlot çeşidi anaçlar arasında ise en yüksek boncuklanma indeksi 1103P, silkme indeksi Ramsey, çekirdeksiz tane sayısı ise 1103P

ve Teleki 5C anaçlarında elde edilmiştir. En yüksek çiçek sayısı, toplam tane sayısı ve tane tutumu Schwarzmann; salkım ve tane ağırlığı da en yüksek Teleki 5C anacındadır. Cabernet Sauvignon için anaçların tane tutumuna önemli bir etkisi görülmemiştir. Anaçların Cabernet Sauvignon'da generatif performans ve verim üzerindeki etkisi, esas olarak verim ve salkım sayısı üzerindeki etkiden kaynaklandığını bildirmiştir. Kidman vd. (2014) çalışmasında ise Şiraz üzüm çeşidi için anaçlar, kendi köklerine göre daha yüksek silkme (coulure) insidansına ve daha düşük bir tane tutumuna neden olmuştur. Buna ek olarak, regresyon analizi ile Şiraz'da anaçların generatif performans üzerindeki ana etkilerinden biri olan tane tutumu ve silkme arasında ters bir ilişki tespit etmiştir. Kendi kökleri üzerinde daha yüksek boncuklanma indeksi ve çekirdeksiz tane sayısına sahip olmasına rağmen toplam tane sayısı ve tane ağırlığı da anaçlara oranla yüksektir. Ramsey üzerine aşılı asmalarda çekirdekli tane sayısı, toplam tane sayısı, tane tutum oranı ve tane ağırlığı diğer anaçlara göre düşük bulmuşlardır. Silkme ve boncuklanma indeksi de diğer anaçlara göre yüksek elde edilmiştir. Bu durum, karbonhidrat konsantrasyonu eksikliği verim bileşenleri ve silkme ile ilişkilendirilerek kendi kökleri üzerindeki asmanın karbonhidrat üretimini sınırlamadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bunun yanı sıra 99R ve Schwarzmann anaçlarına aşılı Şirazın dişicik tepesi (stigma) üzerinde diğer anaçlara göre daha fazla çiçek tozuna sahip olması buna bağlı olarak daha yüksek tane tutumu çekirdekli tane ve düşük boncuklanma ile ilişkilendirilmiştir. Bu sonuçlar çalışmamıza benzer şekilde anaçlar arasındaki potansiyel genetik farklılıkları desteklemektedir.

Kalecik Karası anaçlar ortalaması generatif performans incelendiğinde boncuklanma (millerandage) indeksi 4,07 ile oldukça yüksek bulunmuştur. Bu değer ile Kalecik Karası çeşidinde nicel olarak boncuklanma gösteren bir salkıma sahip olduğu kanıtlanmıştır. Salkımda boncuklanma problemine karşın %45,67 tane tutum oranı ile normal tane tutumu göstermektedir. Dry vd. (2010), zayıf tane tutumuna sahip üzüm çeşitlerinin generatif performansına göre asma çeşitlerini sınıflandırmıştır. Buna göre aynı grupta olan Cabernet Sauvignon ve Merlot sırasıyla 4,6 ve 4,3 ile yüksek boncuklanma indeksine sahiptir. Bu iki çeşit yüksek çiçek sayısına rağmen 100 - 110 adet çekirdekli tane ve 6 - 8 adet çekirdeksiz taneye sahip olmasından dolayı %31 oranı ile Kalecik Karası'na göre daha düşük tane tutumuna sahiptir. Boncuklanmanın yanı

sıra 4,0 ve 4,6 değeri ile yüksek silkme indeksine de sahip olması özellikle Merlot üzüm çeşidinde gevşek taneli salkım görünümüne neden olmaktadır. Bir diğer grup boncuklanma indeksi yine yüksek olan Nebbiolo (3,7), Sangiovese (3,6) ve Zinfandel (5,0) çeşitlerinin yer aldığı gruptur. Yüksek çiçek sayısı, önceki gruba göre daha fazla çekirdekli ve çekirdeksiz taneye sahiptir. Ek olarak tane tutumu sırasıyla %43,2 %47,2 ve %47,8 oranı ile daha yüksek ve silkme indeksi daha düşüktür. Her iki grupta da çekirdekli tane sayısı çekirdeksiz tane sayısından fazladır. Çalışmamız ile karşılaştırıldığında Kalecik Karası salkımında küçük çekirdeksiz tanelerin sayısının daha fazla ve sık bir salkıma sahip olduğu görülmektedir. Tane tutum oranı ve silkme oranı yönünden Nebbiolo, Sangiovese ve Zinfandel çeşitleri ile daha çok benzerlik göstermektedir. Kalecik Karası'nda ortalama 9,03 adet LGO bulunurken, Dry vd. (2010) incelediği çeşitlerde LGO sayıları 29,7 ile 101,3 arasında olup oldukça yüksektir. Friend ve Trough (2007), Kidman vd. (2013) benzer şekilde Merlot üzüm çeşidi için LGO oranının üç sezonda %4 ila %35 arasında değiştiğini belirtmiştir.

Tane tutum ve boncuklanma indeksleri ile birlikte anaçlar ve çeşitler arasındaki karşılaştırma, çeşitli generatif bileşenlerin çeşit/anaç etkilerinin kapsamlı bir şekilde incelemesini sağlamıştır. Bu tez çalışması ile anaçların çeşitlere özgü etkileşimleri olduğunu ve sonuç olarak çeşitlerin farklı anaçlara aşılandığında generatif performanslarında farklılık gösterebileceğini tespit etmiştir. Özellikle tane tutumunun sınırlı olabileceği yer ve çeşitler için anaç seçimi konusunda karar vermelerine yardımcı olacaktır.

5.3 Yaprak ve Çiçek Tozu Mikrobesein Elementi ve Anaçların Etkisi

Bor, çinko ve molibden asmalarda hem tozlanma – dölleme hem de çiçek tozu ve tane gelişimi için gerekli besin elementleridir. Bu nedenle bu mikro besin elementlerinin tane tutumu, boncuklanma ve silkme üzerine doğrudan etkisi, asma generatif performansı etkileyen önemli etmenlerden biri olmasına neden olmaktadır. Bununla birlikte, anaçların bazı spesifik besinler için emilim kapasitesi veya afinitesindeki farklılıkları bilinmektedir (Gautier vd. 2020, Ibacache vd. 2020). Asmada anaç/çeşit kombinasyonunda anaçların bu besin seviyelerindeki farklılık generatif performansa

etkisini yansıtmaktadır. Bu amaçla çalışmamızda Kalecik Karası ve Narince çeşitlerinin farklı anaç kombinasyonlarında besin elementlerin bitki bünyesinde birikimine etkisini belirlemek için hem yaprak hem de çiçek tozunda bor, çinko ve molibden analizleri incelenmiştir.

Bor, çiçek tozundaki şeker emilimini, şeker translokasyonunu ve metabolizmasını destekleyen borat komplekslerinin bir sonucu olarak stigma çiçek tozu alımına, çiçek tozu çimlenmesine ve polen tüpünün büyümesine yardımcı olur (May 2004, Lee vd. 2009). Tam çiçeklenme döneminde asma yaprak sapında B düzeyinin 25-50 ppm altında olması yetersiz, 50 ppm'in üzerinde olması ise B toksik seviyesinde olduğu belirtilmiştir (Kacar ve Katkat 2009). Asmada B eksikliği, yüksek oranda çekirdeksiz tanelerle birlikte tane tutumunun azalmasına neden olabilir. Analiz sonucunda Kalecik Karası yaprak bor miktarı Kalecik Karası/5BB anacında 25,05 ppm ile değeri ile referans aralığında ve diğer anaçlara göre yüksek bulunmuştur. Kalecik Karası/41B anacı 24,18 ppm ile Kalecik Karası/ 5BB anacına daha yakın iken Kalecik Karası/1103P anacı (21,76 ppm) referans değerinin altındadır. Narince çeşidinde de benzer şekilde yaprak bor miktarı en yüksek Narince/5BB anacındadır. Çiçek tozu bor değerinde her iki çeşitte de 41B anacı 5BB ve 1103P anaçlarından düşük bulunmuştur. Çekirdekli tane sayısı, tane tutum oranı ve salkım ağırlığı parametreleri ile generatif performans ve bor içeriği karşılaştırıldığında 5BB anacının daha yüksek olması anaç ve bor arasında bir etkileşim olduğunu göstermektedir. Ancak anaçlar içerisinde en yüksek çekirdeksiz tane sayısı ve boncuklanma indeksi de 5BB anacında görülmektedir. Kalecik Karası'nın aksine Kidman vd. (2014) Şiraz/anaç ve bor miktarı incelediği çalışmada daha yüksek bor miktarı içeren Şiraz/1103P kombinasyonunun çekirdeksiz tane sayısı ve boncuklanma oranının düşük olmasına neden olduğunu belirtmiştir. Güneş vd. (2003), aynı anaçlar üzerine aşılı Kalecik Karası çeşidinin bor düzeyini benzer bulmuştur. En yüksek bor seviyesi Kalecik Karası/ 5BB anacında, en düşük ise Kalecik Karası/ 41B'de elde etmiştir. Ayrıca Yuvarlak Çekirdeksiz çeşidinde 1103P ve 5BB anacının, Cabernet Sauvignon da ise 1103P anacının daha düşük B düzeyinde olduğunu görmüştür. Yapraktan bor uygulaması ile üzüm çeşitleri anaçların bor alımlarının ve akümülyasyonlarının farklılığını teyit etmişlerdir.

Kalecik Karası/5BB, Kalecik Karası/41B ve Kalecik Karası/1103P anaçlarında bor düzeyi farklı fenolojik dönemlerde benzer elde edilmiştir. Yalnızca ben düşme döneminde Kalecik Karası/5BB ve Kalecik Karası/1103P anaçları, Kalecik Karası/41B'den yüksek bulunmuştur. En düşük B seviyesi tam çiçeklenme ve tane tutum döneminde gerçekleşmiştir. Tam çiçeklenmeden tane tutum döneminde miktar azalan bor seviyesi, ben düşme dönemine kadar artarak devam etmiştir. Ben düşme sonrası azalan B miktarı, olgunluk dönemi ile tekrar artış göstermiştir. Bu durum çiçeklenme ve tane tutum döneminde B kullanıldığını düşündürmüştür.

Asmada B elementinin yanı sıra Zn uygulamasının da tanede çekirdek sayısını etkilediği dolayısıyla tane boyutunu, salkım ağırlığını ve tane sayısını artırdığı bilinmektedir (Kara vd. 2018, Gutiérrez-Gamboa vd. 2018, Sabır ve Sarı 2019, Tadayson vd. 2019, Ortoleva 2020). Asma yaprak sapı için belirlenen yeterli çinko seviyesi 20 - 30 ppm'dir (May 2004, Kacar ve Katkat 2009). Her iki çeşit için çinko miktarı bu referans düzeyin altında kalmıştır. Yaprak çinko düzeyi Kalecik Karası'nda Narince'den yüksek iken çiçek tozunda benzer seviyede elde edilmiştir. En yüksek Zn içeriğinin ve en yüksek polen tüpünün 3 adet yumurtalığa ulaşma oranı %3,33 ile Kalecik Karası/41B anaç kombinasyonunda gerçekleşmesi Zn ile çekirdek oluşumunun ilişkisini göstermektedir. Kidman vd. (2014) ise üç mevsim boyunca çinko noksanlığı gözlemlediği 110R-ve 140R-anaçlarında silkmeyi artırdığını görmüştür.

Mo tozlanma ve döllenmeyi etkileyerek çekirdekli tane oluşumu üzerinde olumlu etkisi ve tane tutumunu artırdığı, çekirdeksiz ve LGO sayısını azalttığı Williams vd. (2005), Kaiser vd. (2005) ve Longbottom vd. (2010) tarafından belirtilmiştir. Boncuklanmanın şiddeti salkım ağırlığının azalmasına ve daha düşük verime neden olmaktadır. Çalışmamızda her iki çeşit için anaçlar arasında bir fark görülmemiştir. Yaprak Mo miktarı her iki çeşitte ve anaç düzeyinde 0,03 ppm ile benzer olup belirlenen referans aralığından düşüktür. Çiçek tozu molibden düzeyi 0,13 ppm ile yaprak miktarından yüksek olup yaprak için belirlenen referans aralığında, çeşit veya anaç düzeyinde aynı sonuç elde edilmiştir. Anaçların molibden alımında farklılık olmasa da yaprakta molibden eksikliği boncuklanma hassasiyeti olan Kalecik Karası için tetikleyici etmen olabileceği düşünülmüştür. Kidman vd. (2014) çalışmamızın aksine molibden

düzeyinde anaçlar arası farklılık saptanmıştır. Hem yaprak hem de çiçek tozundan Schwarzmann anacı en düşük seviyeye sahip olmasına karşın ne MI ne de CI yüksek bulunmuştur. Ancak diğer anaçlara göre daha düşük tane ağırlığına sahip olmasını molibden ile ilişkilendirmişlerdir. Hatta molibden uygulaması ile tane ağırlığının arttığını bu artışın molibden düzeyi daha yüksek olan anaçlardaki tane ağırlığı artış oranından daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Yaprak bor değerleri çiçek tozundan yüksek iken, molibden miktarı aksine çiçek tozunda yüksek bulunmuştur. Çinko değeri ise Kalecik Karası'a benzer iken Narince'de çiçek tozunda konsantrasyonu daha yüksek olduğu görülmüştür. Kidman vd. (2014), Şiraz üzüm çeşidi anaç düzeyinde ise bor, çinko ve molibden de çiçek tozu konsantrasyonu yüksek bulmuşlardır.

Sonuç olarak asmada çeşitler, anaçlar ve besin içeriği arasındaki etkileşimlerin anlaşılması, aşılı çeşitlerde anaçların besin seviyelerinde farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Bor, çinko ve molibden başarılı tozlanma ve döllenme için gerekli besinlerdir. Bu besinlerin eksiklikleri tanenin yetersiz büyümesine ve düzensiz tane gelişimine yol açabilir.

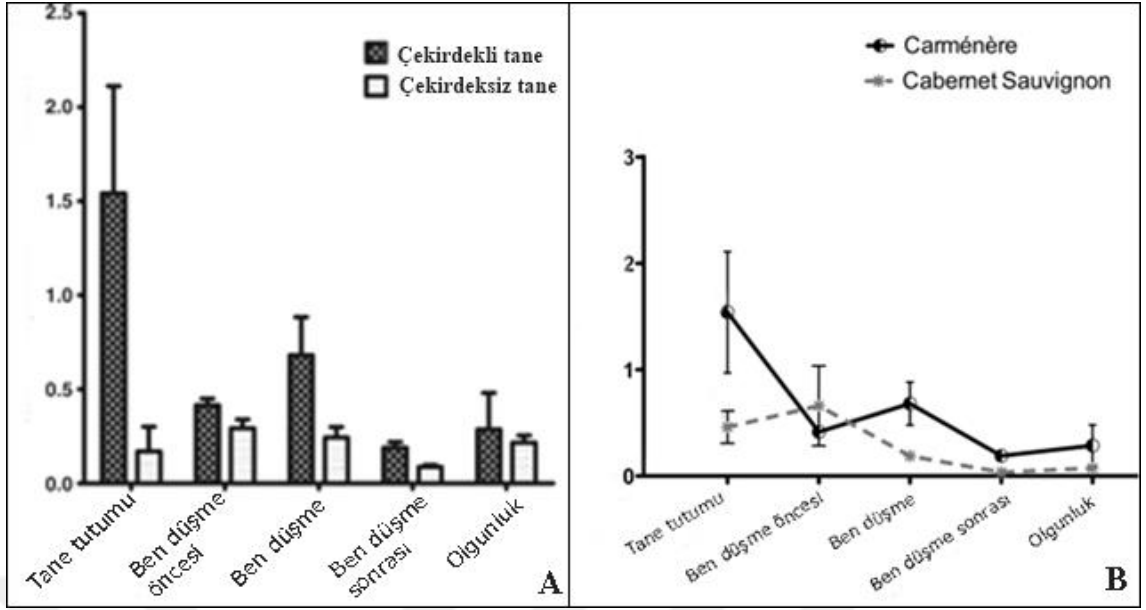
5.4 VvBOR Gen İfadesi ve Boncuklanmaya Etkisi

Asmada B, çiçek tozu çimlenmesi ve polen tüpü büyümesi için gerekli olması nedeniyle yetersiz tane tutumu bu elementin noksanlığı ile ilişkilendirilmektedir. B bitkide borik asit/borat formunda taşınmaktadır. BOR akış taşıyıcıları, B taşınmasında ve homeostazında önemli bir rol oynamaktadır. Daha önceki çalışmalarda bor taşınmasında görev yapan asma için tanımlanmış VvBOR1 geni (Perez-Castro vd. 2012) ve VvBOR3 ile VvBOR4 (Alva vd. 2015) genlerinin ifade düzeyleri belirlenmiştir.

Bu çalışmada, beş farklı fenolojik dönemde (tane tutumu, ben düşme öncesi, ben düşme, ben düşme sonrası ve olgunluk) Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli ile çekirdeksiz taneler arasındaki VvBOR1, VvBOR3, VvBOR4 ifadesi ve yaprak B seviyesi incelenmiştir. BOR1 geninin ağırlıklı olarak köklerde ifade edilmesine rağmen,

Perez-Castro vd. (2012) Carménère ve Cabernet Sauvignon çeşitlerinde çiçeklenme döneminde çiçeklerde de transkripsiyonel aktivitesinin bir indüksiyonu gözlemlemiştir. Perez-Castro vd. (2012) Carménère üzüm çeşidinin çekirdekli ve çekirdeksiz tanelerde VvBOR1 ifadesi Şekil 5.1 A'da sunulmuştur. Tez kapsamındaki Kalecik Karası üzüm çeşidi ile Carménère üzüm çeşidinin benzer şekilde VvBOR1 geni çekirdekli tanelerde daha yüksek tespit edilmiştir. Ancak Carménère çeşidinde tane tutum döneminde çekirdekli ile çekirdeksiz tane arasındaki fark Kalecik Karası'na göre daha fazla bulunmuştur. Buna ek olarak Kalecik Karası'nda ben düşme sonrası ve olgunluk döneminde çekirdeksiz tanelerde VvBOR1 ekspresyonu görülmezken Carménère çeşidinde ifadesi görülmektedir. Bu sonuçlar göze önüne alındığında normal çekirdekli tane gelişimi sırasında B homeostazının korunmasının VvBOR1 taşıyıcısı ile gerçekleştiğini göstermektedir. Perez-Castro vd. (2012) Carménère ve Cabernet Sauvignon çeşitleri farklı fenolojik dönemlerde VvBOR1 ifade profili Şekil 5.1 B'de sunulmuştur. Şekil 4.12'de Kalecik Karası üzüm çeşidi çekirdekli tanelerin farklı fenolojik dönemlerde VvBOR1 geninin ifadesi ile karşılaştırılmıştır. Buna göre VvBOR1 en yüksek tane tutum döneminde ifade edilmiştir. Ben düşme döneminde 1,35 kat azalan VvBOR1 ifadesi ben düşme ve ben düşme sonrası aynı seviyede kalmıştır. Olgunluk döneminde ise bir miktar (1,15 kat) artış göstermiştir. Kalecik Karası ve Carménère üzüm çeşitleri VvBOR1 ifadesi (ben düşme dönemi hariç) tane tutumunda en yüksek görülen ifadenin dalgalanarak azalma göstermesi ile benzer şekilde ifade edildiği görülmüştür.

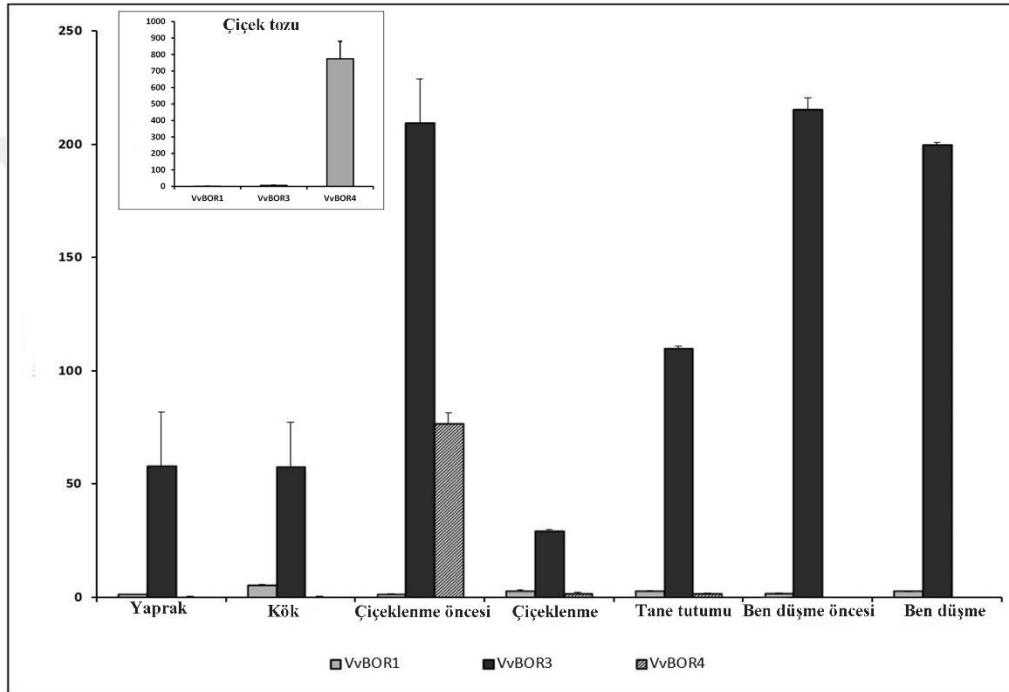
VvBOR1 genin ortologu olan AtBOR1, *Arabidopsis thaliana* hava dokularında bor dağılımında yer almıştır ve esas olarak kök perisiklusunda ifade edilmesine rağmen, aynı zamanda sürgünlerde de ifade edildiği Takano vd. (2001) tarafından belirtilmiştir. Miwa ve Fujiwara (2010), AtBOR1'in genç yapraklara yeterli bir tedarik sağlamak için ksilemden floeme bor taşınmasına dahil olabileceğini ifade etmiştir. Sonuç olarak kök ve vejetatif dokulara bor taşınması ve dağılımında görev yapan BOR akış taşıyıcıları bilinmektedir, *V. vinifera* için VvBOR1 geninin de taneler için benzer role sahip olduğu görülmüştür.



Şekil 5.1 Perez-Castro vd. (2012), farklı fenolojik dönemlerde VvBOR1 ifade düzeyi A: Carménère çeşidi çekirdekli ve çekirdeksiz tanede ifadesi B: Carménère ve Cabernet Sauvignon çeşitlerinde ifadesi

Bu tez çalışması kapsamında *V. vinifera* için çekirdekli ve çekirdeksiz tanelerde VvBOR3 ve VvBOR4 genlerin ifadeleri ilk defa belirlenmiştir. VvBOR1'e benzer şekilde VvBOR3 ve VvBOR4 ifadeleri çekirdekli tanelerde çekirdeksiz tanelere oranla yüksek elde edilmiştir. Beş farklı fenolojik dönem sürecinde Kalecik Karası çekirdekli tanede VvBOR3 ve VvBOR4 genleri, VvBOR1 ile aynı seviyelerde olduğu görülmüştür (Şekil 4.12). VvBOR3 ve VvBOR4 genleri en yüksek tane tutumu döneminde ifade edilirken olgunluk dönemine doğru küçük dalgalanmalar göstererek azalmıştır. Şekil 4.13' Kalecik Karası fenolojik dönemlerde çekirdeksiz tanede VvBOR1, VvBOR3 ve VvBOR4 ifadeleri Alva vd. (2015) elde ettiği veriler ile karşılaştırılmıştır. Kalecik Karası tane tutumu döneminde üç genin ifadesi de benzer elde edilmiştir. Ancak Alva vd. (2015), Carménère üzüm çeşidinin tanelerinde tane tutumu dönemi VvBOR3 ifadesini, VvBOR1 ve VvBOR4'den oldukça yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Ben düşme öncesi Kalecik Karası ise Carménère üzüm çeşidine benzer şekilde VvBOR1 ve VvBOR3 genlerinin ifadesi görülürken, VvBOR4 ifadesi elde edilmemiştir. Bu dönemde Kalecik Karası çekirdeksiz tanede VvBOR1, VvBOR3'den 1,14 kat daha yüksek elde edilirken, Carménère çeşidinde VvBOR1, VvBOR3'den oldukça düşük bulunmuştur. Ben düşme döneminde ise Kalecik Karası çekirdeksiz tanede VvBOR3 ve VvBOR4 benzer ifade gösterirken, VvBOR1 diğer iki genden daha düşük tespit

edilmiştir. Carménère çeşidinde benzer şekilde VvBOR1, VvBOR3'den düşük bulunmuştur. Ancak bu iki gen arasındaki ifade farkı Kalecik Karası'ndan daha yüksek gerçekleşmiştir. Ek olarak Carménère de ben düşme dönemi VvBOR4 ifadesi görülmemiştir. Ben düşme sonrası Kalecik Karasında VvBOR1 ifadesi tespit edilmemiştir. Bu dönemde VvBOR3 ve VvBOR4 benzer ifade göstermiştir. Olgunluk döneminde ise yalnızca VvBOR3 ifadesi belirlenmiştir ve VvBOR3'ün en yüksek ifadesi bu dönemdedir.



Şekil 5.2 Alva vd. (2015) Fenolojik dönemlerde Carménère üzüm çeşidinin farklı dokularında VvBOR1, VvBOR3 ve VvBOR4 ifade düzeyi

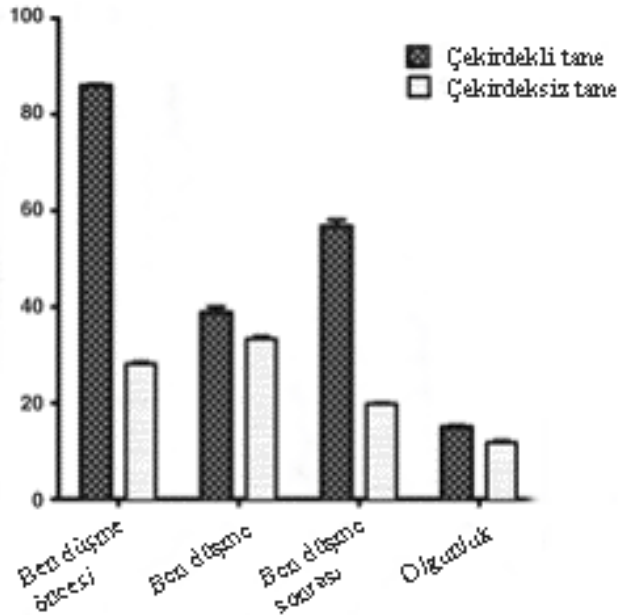
Farklı fenolojik dönemlerde VvBOR1, VvBOR3 ve VvBOR4 genlerinin çekirdekli (Şekil 4.12) ve çekirdeksiz (Şekil 4.13) tanelerde ifadesi ile yaprak B düzeyi (Şekil 4.8) değerlendirilmiştir. Çekirdekli tanede VvBOR genleri en yüksek tane tutumunda ifade edilmiş ve ben düşme öncesinde azaldığı görülmüştür. Yaprak B miktarında ise tam tersi şekilde tane tutumu döneminde en düşük olup, ben düşme öncesinde artmıştır. Bu durum tane tutum döneminde tane gelişimi için gerekli B'un taşınmasında BOR taşıyıcısı olarak tanımlanan VvBOR1, VvBOR3 ve VvBOR4 genlerinin ifadesinin artmasına neden olduğu düşünülmüştür. Asma tane gelişimi çift sigmoid eğrisi ile üç gelişim aşaması göstermektedir. Birinci ve üçüncü aşama tane gelişimi hızı en yüksek

seviyede iken, ikinci aşama çekirdek gelişimi nedeniyle tane gelişimi yavaşlamaktadır (Şahin ve Sabır 2016, Pehlivan vd. 2021). Tane tutumunun ardından azalan VvBOR ifadesi, ben düşme döneminde B'un çekirdek oluşumuna etkisinden dolayı artmış olabileceği düşünülmüştür. Ben düşme döneminin ardından VvBOR ifadesi ile yaprak B düzeyi paralellik göstermiştir. Kalecik Karası çekirdeksiz tanede ise VvBOR genlerinin ifadeleri ile yaprak B düzeyi, çekirdekli tane ile B ilişkisinden farklı gerçekleşmiştir. Özellikle VvBOR1 ifadesi tane tutum döneminde, ben düşme öncesine göre düşük elde edilmiştir. Bu durum çekirdeksiz tanede B taşıyıcısı olan VvBOR1 ifadesinin düşük seviyede ifade edilmesi çekirdeksiz tane oluşum mekanizmasını tetiklediğini düşündürmüştür. Çekirdeksiz tane VvBOR3 ve VvBOR4 genlerinin ifadesi incelendiğinde (Şekil 5.3) tane tutum döneminde ifadesinin görüldüğü ancak VvBOR3'ün ben düşme öncesi, ben düşme ve ben düşme sonrası dönemleri ile aynı seviyede ve düşük ifade edildiği; benzer şekilde VvBOR4'ün ben düşme ve ben düşme sonrası dönemlerde tane tutumu ile benzer seviyede ve düşük ifade edildiği görülmüştür.

Salkımda çiçeklenme ve tane tutum döneminde tane tutumu ve çekirdek gelişimi gibi temel süreçlerde B ihtiyacı arttığı birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir (Tadayon ve Moafpourian 2019, Huang vd. 2000, Ortoleva 2020). B eksikliğinde salkıma B'un ulaşması BOR taşıyıcıları ile gerçekleşmektedir. Bu nedenle Kalecik Karası'nda tane tutum dönemi VvBOR genlerinin ifadesinin artması ile doğrulanmıştır. Ancak salkımlarda bütün tanelerde VvBOR1, VvBOR3 ve VvBOR4 genlerinin ifadesi aynı seviyede olmamıştır. Çekirdekli ve çekirdeksiz tanede arasında en büyük ifade farkı tane tutum döneminde gerçekleşmiştir. Bu ifade farkının salkımın çiçekleri arasında gerçekleşip gerçekleşmediği bilinmemektedir. Ancak bazı tanelerde düşük ifade edilmesi, tane gelişimi için gerekli B'u taneye ulaştırılamaması ile çekirdeksiz ve küçük tane oluşumuna yol açtığı düşünülmektedir.

Perez-Castro vd. (2012) Carménère üzüm çeşidi çekirdekli ve çekirdeksiz tane B düzeyi Şekil 5.6'da sunulmuştur. Carménère ve Kalecik Karası tanelerinde VvBOR1 ifadesi benzer elde edilmiştir. Ancak fenolojik dönem düzeyinde Kalecik Karası yaprak B içeriği ile Carménère çekirdeksiz tane B düzeyi zıt orantılı olduğu, Carménère

çekirdeksiz tanelerde ise ben düşme öncesi, ben düşme ve ben düşme sonrası dönemelerde paralel düzeyde olduğu görülmüştür. Şekil 5.1 A'da görüldüğü gibi Carménère çeşidinde de çekirdekli tanede ben düşme öncesi yüksek B düzeyinde VvBOR1 ifadesi azalmakta, ancak ben düşme döneminde B düzeyinin azalması ile VvBOR1 ifadesi artmaktadır. Ben düşme sonrası B seviyesinin tekrar artması ile VvBOR1 ifadesi azalmaktadır. Araştırmacılar, Carménère çekirdekli tane B düzeyi ile VvBOR genlerinin çalışma mekanizması açık şekilde görüldüğünü belirtmiştir. Ancak Carménère çekirdeksiz tanede B düzeyi ile VvBOR1 ifadesi B taşınma mekanizması ile uyum göstermediği ifade edilmiştir.



Şekil 5.3 Perez-Castro vd. (2012), farklı fenolojik dönemlerde Carménère üzüm çeşidi çekirdekli ve çekirdeksiz tanede B düzeyi

Bu çalışmada 5BB, 41B ve 1103P anaçları üzerinde aşılı olan Kalecik Karası'nın boncuklanma problemine ilişkin parametreler değerlendirilmiştir. Bu amaçla anaçların etkisini belirlemek için aynı anaçlar üzerine aşılı Narince üzüm çeşidi kontrol olarak değerlendirilmiştir. Boncuklanma probleminin temel kaynağı olan çiçek tozu ve generatif performans incelenmiştir. Ek olarak tane tutum ile ilişkili olduğu belirtilen bor besin elementinin etkisini incelemek için hem bor miktarı hem de bitkide bor taşıyıcısı

olan asma için tanımlanmış VvBOR1, VvBOR3 ve VvBOR4 genlerinin ifadeleri belirlenmiştir. Elde edilen veriler ile tartışılan bulguların sonucu aşağıda listelenmiştir.

1. Kalecik Karası ve Narince üzüm çeşitlerinin çiçek yapısı incelendiğinde döllenme ve tozlanmayı engelleyecek yapısal kusurlar görülmemiştir. Çiçek tozu yapısı asma ile karakterize olan trikolporat yapıda olup anormal çiçek tozu oranı yeterli seviyede tozlanmaya engel olabilecek kadar yüksek olmadığı düşünülmektedir.

2. Çiçek tozu canlılık oranının değerlendirilmesi için kullanılacak canlılık testlerinin sıcaklık uygulaması ile cansız hale getirildikten sonra asma için uygunluğu kontrol edilmelidir. Tez çalışmasında asetokarmin ve İKI çözeltilerinin cansız çiçek tozlarını boyadığı tespit edilmiştir.

3. Canlılık, çimlenme ve çiçek tozu verimi değerlendirildiğinde anaçların etkileri bakımından önemli bir fark görülmemiştir. TTC canlılık testi FDA testinden daha yüksek oran vermiştir. Kullanılan farklı besin ortamları ve farklı *in vitro* çimlenme testleri arasında fark görülmemiştir. Çiçek tozu verimi daha önceki çalışmalarda asma için belirtilen değerler ile benzer sonuç vermiştir. TTC canlılık testi ve çimlenme arasında her iki çeşit için pozitif; FDA ile çimlenme arasında Kalecik Karası çeşidinde negatif, Narince de ise pozitif bir korelasyon belirlenmiştir.

4. Tane tutum özellikleri değerlendirildiğinde Kalecik Karası salkımlarında boncuklanma probleminin olduğuna dair ilk bulgular bu tez çalışması ile literatüre sağlamıştır. Her ne kadar çiçek ve çiçek tozu verim parametrelerinde anaçlar arası fark istatistik olarak belirgin olmasa da hem Kalecik Karası hem de Narince’de generatif performansı en yüksek 5BB anacında elde edilmiştir. Kalecik Karası/5BB anacı yüksek tane tutumu göstermesine karşın salkımdaki çekirdeksiz tane sayısı ve boncuklanma oranı en yüksek yine 5BB anacında olmuştur. Kalecik Karası/41B ve Kalecik Karası/1103P anaçlarında boncuklanma indeksi benzer elde edilmesine rağmen Kalecik Karası/1103P anacı tane tutum oranı ve salkım ağırlığı Kalecik Karası/41B anacına göre daha yüksek elde edilmiştir. Bunun yanı sıra Kalecik Karası boncuklanma hassasiyetine

rağmen tane tutum oranı normal bulunurken, Narince üzüm çeşidi zayıf tane tutumuna sahip çeşit olarak değerlendirilmiştir.

5. Başarılı tozlanma ve döllenme için gerekli olan bor, çinko ve molibden besin elementleri incelenmiştir. Çeşit/anaç düzeyinde en yüksek B düzeyi 5BB anaç kombinasyonunda, Zn düzeyi ise 41B anaç kombinasyonunda gerçekleşmiştir. Mo seviyesi anaç düzeyinde farklılık göstermemiştir. Farklı fenolojik dönemde, en yüksek B, ben düşme öncesi ve ben düşme döneminde; en düşük seviye ise tam çiçeklenme ve tane tutumunda elde edilmiştir. Anaç düzeyinde B ve Zn generatif performansı etkilediği belirlenmiştir. Yetersiz Mo seviyesinin boncuklanmayı tetiklediği düşünülmüştür.

6. Borun bitki bünyesinde moleküler olarak taşınması değerlendirildiğinde ise bor taşınmasında görevli olduğu belirlenen asma için tanımlanmış VvBOR1, VvBOR3 ve VvBOR4 genleri tanede ifadesi tespit edilmiştir. Bu genlerin çekirdekli tanede, çekirdeksiz taneye oranla daha fazla ifade edildiği görülmüştür. Farklı fenolojik dönemlerde, VvBOR1, VvBOR3 ve VvBOR4 ifadeleri en yüksek tane tutum döneminde elde edilirken, olgunluk dönemine doğru dalgalanma göstererek azalmıştır. Bu genlerin B eksikliği görülen tane tutum döneminde ifadesi artarak asma dokularına B taşınması ve hemostazını gerçekleştirdiği belirlenmiştir.

7. Son olarak anaçlar arası besin element alımındaki farklılığın çeşitlerde generatif performansı etkilediği, asma salkımında bulunan bor miktarı ile tanelerde borun taşınmasında görevli olan genlerin ise farklı ifade edildiği sonucunda ulaşılmıştır. Ancak bu tanelerde yaşanan VvBOR genlerindeki ifade farklılığının belirlenmesi için daha detaylı çalışmalar gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Abreu, I., Costa, I., Oliveira, M., Cunha, M., ve De Castro, R. 2006. Ultrastructure and germination of *Vitis vinifera* cv. Loureiro pollen. *Protoplasma*, 228(1-3), 131-135.
- Ağaoğlu, Y.S. ve Karataş, H. 2003. Kalecik Karası klonlarında farklı döllenme şekillerinin tane bağlama üzerine etkileri. Türkiye IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. 461-463. Antalya.
- Almada, R., Cabrera, N., Casaretto, J. A., Ruiz-Lara, S., ve González Villanueva, E. (2009). VvCO and VvCOL1, two CONSTANS homologous genes, are regulated during flower induction and dormancy in grapevine buds. *Plant cell reports*, 28, 1193-1203.
- Akçay, M. B. 2013. Merlot üzüm çeşidinde (*Vitis vinifera* L.) farklı sıklıkta yapraklardan uygulanan çinko ve bor mikro elementlerinin şaraplık üzüm kalitesi üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 77, Tekirdağ.
- Alonso, C., Navarro-Fernández, C. M., Arceo-Gómez, G., Meindl, G. A., Parra-Tabla, V., ve Ashman, T. L. 2013. Among-species differences in pollen quality and quantity limitation: implications for endemics in biodiverse hotspots. *Annals of Botany*, 112(7), 1461-1469.
- Alva, O., Roa-Roco, R. N., Pérez-Díaz, R., Yáñez, M., Tapia, J., Moreno, Y., ve González, E. 2015. Pollen morphology and boron concentration in floral tissues as factors triggering natural and GA-induced parthenocarpic fruit development in grapevine. *PLoS One*, 10(10), e0139503.
- Anonim. 2012. Türkiye Asma Genetik Kaynakları. Tekirdağ Bağcılık Araştırma İstasyonu Müdürlüğü, 411 s., Tekirdağ.
- Baby, T. 2014. Grapevine reproductive performance: the role of amines, and the effects of salt and silicon. Doktora Tezi, The University of Adelaide, Waite Research Institute, 132, Adelaide.
- Baby, T., Collins, C., Tyerman, S. D., ve Gilliam, M. 2016b. Salinity negatively affects pollen tube growth and fruit set in grapevines and is not mitigated by silicon. *American Journal of Enology and Viticulture*, 67(2), 218-228.
- Baby, T., Gilliam, M., Tyerman, S. D., ve Collins, C. 2016a. Differential fruitset between grapevine cultivars is related to differences in pollen viability and amine concentration in flowers. *Australian journal of grape and wine research*, 22(1), 149-158.
- Bahar, E., Korkutal, İ., ve Doğan, A. Z. 2009. Bağda Silkmeye ve Silkmeye Neden Olan Faktörler. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(2), 81-87.

- Barrow, J. R. 1983. Comparisons among pollen viability measurement methods in cotton 1. *Crop Science*, 23(4), 734-736.
- Bascuñán-Godoy, L., Franck, N., Zamorano, D., Sanhueza, C., Carvajal, D. E., ve Ibacache, A. 2017. Rootstock effect on irrigated grapevine yield under arid climate conditions are explained by changes in traits related to light absorption of the scion. *Scientia Horticulturae*, 218, 284-292.
- Bayazit, S., Imrak, B., ve Caliskan, O. 2012. Determination of pollen production and quality attributes of some almond cultivars (*Prunus dulcis*) and selected wild almond (*Amygdalus orientalis*) genotypes. *International Journal of Agriculture and Biology*, 14(3).
- Beck-Pay, S. L. 2012. Optimisation of pollen viability tests for *Acacia podalyriifolia* and two ploidys of *Acacia mearnsii*. *South African Journal of Botany*, 78, 285-289.
- Bolat, İ., ve Pirlak, L. 1999. An investigation on pollen viability, germination and tube growth in some stone fruits. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23(4), 383-388.
- Bou Daher, F., Chebli, Y. ve Geitmann, A. 2009. Optimization of conditions for germination of cold-stored *Arabidopsis thaliana* pollen. *Plant Cell Rep.* 28:347-357.
- Brewbaker, J. L., ve Kwack, B. H. 1963. The essential role of calcium ion in pollen germination and pollen tube growth. *American journal of botany*, 50(9), 859-865.
- Bronick, C. J., ve Lal, R. 2005. Soil structure and management: a review. *Geoderma*, 124(1-2), 3-22.
- Burke, I. C., Wilcut, J. W., ve Allen, N. S. 2007. Viability and in vitro germination of johnsongrass (*Sorghum halepense*) pollen. *Weed technology*, 21(1), 23-29.
- Canon, P., Aquea, F., Rodríguez- Hoces de la Guardia, A., ve Arce- Johnson, P. 2013. Functional characterization of *Citrus macrophylla* BOR1 as a boron transporter. *Physiologia plantarum*, 149(3), 329-339.
- Caporali E, Spada A, Marziani G, Failla O ve Scienza A 2003 The arrest of development of abortive reproductive organs in the unisexual flower of *Vitis vinifera* ssp *silvestris*. *Sex Plant Reproduction* 15 (6):291-300.
- Carmona, M. J., Cubas, P., Calonje, M., ve Martinez-Zapater, J. M. 2007. Flowering transition in grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Botany*, 85(8), 701-711.
- Caruso, G., Palai, G., Gucci, R., ve D'Onofrio, C. 2022. The effect of regulated deficit irrigation on growth, yield, and berry quality of grapevines (cv. Sangiovese) grafted on rootstocks with different resistance to water deficit. *Irrigation Science*, 1-15.

- Chandrashekar, U. S., Prasad, M., Chakrabarty, S. K., Dadlani, M., ve Vishwanath, K. 2013. Pollen viability assays in protogyny and self-incompatibility system in Indian mustard [*Brassica juncea* (L.) Czern. & Coss]. *BIOINFOLET-A Quarterly Journal of Life Sciences*, 10(3a), 782-784.
- Christensen L. P., Beede R. ve Peacock W. 2006. Fall foliar sprays prevent boron-deficiency symptoms in grapes. *California Agriculture*. 60: 100–104.
- Christensen, L. P., ve Peacock, W. L. 2000. Mineral nutrition and fertilization. *Raisin production manual*, 102-114.
- Chung M.-Y., Chung J.-D, Ramanna, M. Van Tuyl, J.M. ve Lim K.B. 2013 Production of polyploids and unreduced gametes in *Lilium auratum* × *L. henryi* hybrid *Int. J. Biol. Sci.*, 9, pp. 693-701.
- Collins, C., ve Dry, P. R. 2009. Response of fruitset and other yield components to shoot topping and 2- chloroethyltrimethyl- ammonium chloride application. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 15(3), 256-267.
- Cook, S. A., ve Stanley, R. G. 1960. Tetrazolium chloride as an indicator of pine pollen germinability. *Silvae Genetica* 9, Heft 5 (Sept.-Okt. 1960): p. 121-148.
- Cookson, S. J., Hevin, C., Donnart, M., ve Ollat, N. 2012. Grapevine rootstock effects on scion biomass are not associated with large modifications of primary shoot growth under nonlimiting conditions in the first year of growth. *Functional Plant Biology*, 39(8), 650-660.
- Costantini, L., Moreno-Sanz, P., Nwafor, C. C., Lorenzi, S., Marrano, A., Cristofolini, F., ve Grando, M. S. 2021. Somatic variants for seed and fruit set in grapevine. *BMC plant biology*, 21(1), 1-33. Creasy, G. L.; Creasy, L. L.; 2009: *Grapes*, Wallingford, Oxfordshire, CAB International.
- Çelik, H., Marasalı, B., Söylemezoğlu, G., Karlı İlbay, A., Fidan, Y., Ağaoğlu, Y.S. ve Akkurt, M. 1999. Kalecik Karası üzüm çeşidi (Klon 12) için Ankara koşullarında uygun asma anacının belirlenmesi. *Türkiye III. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Bildiriler*, 579-584, 14-17 Eylül 1999, Kızılcacahamam/Ankara
- Çelik, M. 1993. Bazı üzüm çeşitlerinin çiçek morfolojileri, polenlerinin çimlenme yetenekleri ve tane tutumları üzerinde araştırmalar. *Yüksek Lisans Tezi*, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 93, Ankara.
- Çilekar, S. 2019. Elma Ağaçlarında Sonbahar ve Ilkbaharda Yapraktan Bor Uygulamasının Etkileri. *Yüksek Lisans Tezi*, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 39, Konya.
- Dafni ve Firmage, 2000. Pollen viability and longevity: practical, ecological and evolutionary implications. *Plant Systematics and Evolution*. 222, 113-132.
- Değirmenci, D., ve Marasalı, B. 2002. Stenospermokarpik üzüm çeşitlerinde çekirdeklerin çimlenme gücünün geliştirilmesinde büyümeyi düzenleyici madde

etkilerinin morfolojik ve anatomik incelenmesi. Türkiye V. Bağcılık ve Şarapcılık Sempozyumu, s, 46-52.

- Degryse, F. 2017. Boron fertilizers: use, challenges and the benefit of slow-release sources—a review. *Journal of Boron*, 2(3), 111-122.
- Deloire, A. 2010. Grapevine berry morphology and composition: A review. *Wineland Magazine. YearBook*, 2010, 104-119.
- Derin, K., ve Eti, S. 2001. Determination of pollen quality, quantity and effect of cross pollination on the fruit set and quality in the pomegranate. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 25(3), 169-173.
- Di Filippo, M., ve Vila, H. 2011. Influence of different rootstocks on the vegetative and reproductive performance of *Vitis vinifera* L. Malbec under irrigated conditions. *OENO One*, 45(2), 75-84.
- Dokoozlian, N. K. 2000. Grape berry growth and development. *Raisin production manual*, 3393, 30.
- Dry, P. R., Longbottom, M. L., McLoughlin, S., Johnson, T. E., ve Collins, C. 2010. Classification of reproductive performance of ten winegrape varieties. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 16, 47-55.
- East, K. E., Zasada, I. A., Schreiner, R. P., ve Moyer, M. M. 2021. Irrigation and Rootstocks to Manage Northern Root-Knot Nematode During Wine Grape Vineyard Establishment. *Plant Health Progress*, PHP-06.
- Ebadi, A. 1996. Effects of pre-flowering conditions of temperature and light on flower and berry development in model grapevines (Doctoral dissertation).
- Ebadi, A., May, P., Sedgley, M., ve Coombe, B. G. 1995. Effect of low temperature near flowering time on ovule development and pollen tube growth in the grapevine (*Vitis vinifera* L.), cvs Chardonnay and Shiraz. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 1(1), 11-18.
- Elçi, Ş., ve Sancak, C. 2013. Sitogenetikte araştırma yöntemleri ve gözlemler. Ankara: Ankara Üniversitesi.
- Eti, S. 1990. Çiçek tozu miktarı belirlemede kullanılan pratik bir yöntem. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(4):49-58.
- Fang, K. F., Du, B. S., Zhang, Q., Xing, Y., Cao, Q. Q., ve Qin, L. 2019. Boron deficiency alters cytosolic Ca^{2+} concentration and affects the cell wall components of pollen tubes in *Malus domestica*. *Plant Biology*, 21(2), 343-351.
- Ferrara, G., Camposeo, S., Palasciano, M., ve Godini, A. 2008. Comparison between two pollen quality evaluation methods and germination in olive (*Olea europaea* L.). In VI International Symposium on Olive Growing 949, 227-229.

- Fidan, Y. 1975. Karagevrek üzüm çeşidi için uygun dölleyicinin saptanması üzerinde bir araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, 575, 48.
- Filimon, R., Filimon, V. R. ve Paşa, R. (2017). Studies regarding pollen viability and germination capacity of some *Vitis vinifera* L. varieties.
- Friend, A. P. 2005. Berry set and development in *Vitis vinifera* L. Doktora Tezi, Lincoln University, Canterbury
- Gainza-Cortés, F., Pérez-Díaz, R., Pérez-Castro, R., Tapia, J., Casaretto, J. A., González, S. ve González, E. 2012. Characterization of a putative grapevine Zn transporter, VvZIP3, suggests its involvement in early reproductive development in *Vitis vinifera* L. BMC plant biology, 12(1), 1-13.
- Gautier, A. T., Merlin, I., Dumas, P., Cochetel, N., Mollier, A., Vivin, P. ve Cookson, S. J. 2021. Identifying roles of the scion and the rootstock in regulating plant development and functioning under different phosphorus supplies in grapevine. Environmental and Experimental Botany, 185, 104405.
- Gautier, A., Cookson, S. J., Lagalle, L., Ollat, N. ve Marguerit, E. 2020. Influence of the three main genetic backgrounds of grapevine rootstocks on petiolar nutrient concentrations of the scion, with a focus on phosphorus. Oeno One, 54(1), 1-13.
- Ge, Y., Fu, C., Bhandari, H., Bouton, J., Brummer, E. C. ve Wang, Z. Y. 2011. Pollen viability and longevity of switchgrass (*Panicum virgatum* L.). Crop Science, 51(6), 2698-2705.
- Geros, H., Chaves, M. M., Gil, H. M. ve Delrot, S. 2015. Grapevine in a changing environment: a molecular and ecophysiological perspective. John Wiley & Sons.
- Gottardini, E., Cristofori, A., Cristofolini, F., Maccherini, S. ve Ferretti, M. 2008. Ambient levels of nitrogen dioxide (NO₂) may reduce pollen viability in Austrian pine (*Pinus nigra* Arnold) trees—Correlative evidence from a field study. Science of the total environment, 402(2-3), 299-305
- Gökbayrak, Z. ve Engin, H. 2016. Micromorphology of pollen grains of some grape cultivars. In VII International Scientific Agriculture Symposium, "Agrosym 2016", 6-9 October 2016, Jahorina, Bosnia and Herzegovina. Proceedings (pp. 176-180). University of East Sarajevo, Faculty of Agriculture.
- Gökbayrak, Z. ve Engin, H. 2022. Cytological and Palynobiometric Investigation in *Vitis vinifera* L.: Case Study of Cultivar 'Cardinal'. Erwerbs-Obstbau, 1-7.
- Gutiérrez-Gamboa, G., Garde-Cerdán, T., Souza-Da Costa, B. ve Moreno-Simunovic, Y. 2018. Strategies for the improvement of fruit set in *Vitis vinifera* L. cv. 'Carménère' through different foliar biostimulants in two different locations. Ciência e Técnica Vitivinícola, 33(2), 177-183.
- Güneş, A., Alpaslan, M. ve İnal, A. 2000. Bitki besleme ve gübreleme. Ankara Üni. Ziraat Fak. Yayın, (1514), 199.

- Güneş, A., Çelik H., Alparslan M., Söylemezoğlu G., Eraslan F., Yaşa Z. ve Koç Ö., 2003. Asmaların (*Vitis* spp.) bor toksisitesi ve tuzluluğa karşı toleransının belirlenmesine yönelik olarak bor, sodyum ve klor alımlarının karşılaştırılması. *Journal of Agricultural Sciences*, 9(04).
- Güneş, A., Köse, C. ve Turan, M. 2015. Yield and mineral composition of grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Karaerik) as affected by boron management. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 39(5), 742-752.
- Hänsch, R. ve Mendel, R. R. 2009. Physiological functions of mineral micronutrients (Cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Mo, B, Cl). *Current opinion in plant biology*, 12(3), 259-266.
- Harbertson, J. F. ve Keller, M. 2012. Rootstock effects on deficit-irrigated winegrapes in a dry climate: grape and wine composition. *American journal of enology and viticulture*, 63(1), 40-48.
- Harris, J. L. 2013. Effect of rootstock on vegetative growth, yield, and fruit composition of Norton grapevines (Doctoral dissertation, University of Missouri--Columbia).
- Hauser, E. J. ve Morrison, J. H. 1964. The cytochemical reduction of nitro blue tetrazolium as an index of pollen viability. *American Journal of Botany*, 51(7), 748-752.
- Heazlewood, J. E., 2005. Aspects of *Vitis vinifera* L. cv Pinot Noir fruitfulness in Tasmania (Doctoral dissertation, University of Tasmania).
- Heslop-Harrison, J., and Heslop-Harrison, Y., 1970 Evaluation of pollen viability by enzymatically induced fluorescence; intracellular hydrolysis of fluorescein diacetate. *Stain technology*, 45(3), 115-120.
- Heslop-Harrison, J., Heslop-Harrison, Y. ve Shivanna, K. R. 1984. The evaluation of pollen quality, and a further appraisal of the fluorochromatic (FCR) test procedure. *Theoretical and Applied Genetics*, 67(4), 367-375.
- Ho, S. B. 2000. Boron deficiency of crops in Taiwan (No. Folleto 16296). Food and Fertilizer Technology Center.
- Hosseiniabad, A. ve Khadivi, A. 2019. The Effect of Microelements on Qualitative and Quantitative Characteristics of *Vitis vinifera* cv. Thompson Seedless. *Erwerbs-Obstbau*, 61(1), 41-46.
- Houel, C., Martin- Magniette, M. L., Nicolas, S. D., Lacombe, T., Le Cunff, L., Franck, D. ve Adam- Blondon, A. F. 2013. Genetic variability of berry size in the grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 19(2), 208-220.
- Huang, L., Pant, J., Dell, B. ve Bell, R. W. 2000. Effects of boron deficiency on anther development and floret fertility in wheat (*Triticum aestivum* L. 'Wilgoyne'). *Annals of botany*, 85(4), 493-500.

- Huang, Z., Zhu, J., Mu, X. ve Lin, J. 2004. Pollen dispersion, pollen viability and pistil receptivity in *Leymus chinensis*. *Annals of Botany*, 93(3), 295-301.
- Ibacache, A., Verdugo-Vásquez, N. ve Zurita-Silva, A. 2020. Rootstock: Scion combinations and nutrient uptake in grapevines. In *Fruit crops* (pp. 297-316). Elsevier.
- Ibáñez, S., Grimplet, J., Baroja, E., Hernaiz, S. ve Ibáñez, J. 2018. Characterization of the reproductive performance of a collection of grapevine cultivars. In *XII International Conference on Grapevine Breeding and Genetics* 1248 (pp. 345-352).
- İlgin, M., Ergenoglu, F. ve Caglar, S. 2007. Viability, germination and amount of pollen in selected caprifig types. *Pakistan Journal of Botany*, 39(1), 9.
- İşçi, B. 2022. Palynological Study on Some Grape (*Vitis vinifera* L.) Cultivars Using Scanning Electron Microscopy. *Journal of Agricultural Sciences*, 28(1), 16-24.
- İşçi, B. 2021. Pollen characteristics of some grape cultivars (*Vitis vinifera* L.). *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 5(3), 279-286.
- İştar, A. ve Odabaş, F. 1980. Erzincan'da yetiştirilen Kabuğuyufka üzüm çeşidinde büyüme düzenleyici kimyasal maddelerden GA+ CCC ve CCCnin silkmeyi önlemedeki tesiri üzerinde araştırmalar. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(3-4).
- Johansen, D.A., 1940. *Plant microtechnique*. McGraw-Hill, New York.
- Jones, F. A. ve Comita, L. S. 2008. Neighbourhood density and genetic relatedness interact to determine fruit set and abortion rates in a continuous tropical tree population. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 275(1652), 2759-2767.
- Jovanović-Cvetković, T., Šutalo, V., Kupe, M., Ercisli, S., Životić, A. ve Pašalić, B. 2022. Influence of Interaction Effects of the Different Pollenizers on the Blatina Variety (*Vitis vinifera* L.) Grape Cluster and Seed Characteristics. *Plants*, 11(3), 420.
- Kacar B. 2014. Bitki, Toprak ve Gübre Analizleri 2, Kolay Uygulanabilir Bitki Analizleri. Nobel Akademik Yayıncılık, Yayın No: 910, Ankara, ISBN: 978-605-133-812-5.
- Kacar B, Katkat AV, 2009. Bor. Bitki Besleme, s. 536-560
- Kaiser, B. N., Gridley, K. L., Ngaire Brady, J., Phillips, T. ve Tyerman, S. D. 2005. The role of molybdenum in agricultural plant production. *Annals of botany*, 96(5), 745-754.

- Kalyoncu, İ. H., Ersoy, N. ve Yilmaz, M. 2013. Determination of pollen viability germination and production of selected K-3 cornellian cherry (*Cornus mas* L.) type. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 3(1), 39-45.
- Kara, Z., Doğan, O., Gezgin, S., Yazar, K., Ekinci, H. ve Sabir, A. 2018. Effects of foliar application of boron and zinc on table grape characteristics of cultivars 'Ekşi Kara' and 'Gök Üzüm' (*Vitis vinifera* L.). In XXX International Horticultural Congress IHC2018: International Symposium on Viticulture: Primary Production and Processing 1276 (pp. 231-238).
- Kara, Z., Sabir, A., Yazar, K., Doğan, O. ve Khaleel, A. 2017. Fertilization Biology of Ancient Grape 'Ekşi Kara' (*Vitis vinifera* L.). *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 31(2), 92-97.
- Karabıyık, Ş. ve Sinan, E. 2015. Farklı yenidoğru çeşitlerinin değişik çiçeklenme dönemlerinde çiçek tozu canlılık ve çimlenme düzeyleri ile üretim miktarlarının belirlenmesi. *Meyve Bilimi*, 2(1), 42-48.
- Karaman, M.R., Şahin, S., Çoban, S. ve Sert, T. 2006. Spatial variability of site specific P/Zn ratios on calcareous soil under the wheat plants (*Triticum aestivum*). *Asian Journal of Chemistry*, 18 (3): 1-8.
- Kelen, M., ve Demirtas, I., 2003. Pollen viability, germination capability and pollen production level of some grape varieties (*Vitis vinifera* L.). *Acta physiologiae plantarum*, 25(3), 229.
- Keller M., Mills L.J. ve Harbertson J.F. 2012 Rootstock effects on deficit-irrigated winegrapes in a dry climate: vigor, yield formation, and fruit ripening. *Am J Enol Vitic* 63:29–39. doi:10.5344/ajev.2011.11078
- Keller, M. 2010. The science of grapevines. Academic press.
- Khaleel, A. J. K. 2017. Ekşi Kara (*Vitis vinifera* L.) üzüm çeşidinin dölleme biyolojisi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Khatun, S. ve Flowers, T. J. 1995. The estimation of pollen viability in rice. *Journal of Experimental Botany*, 46(1), 151-154.
- Kidman C.M., Dry P.R., McCarthy M.G. ve Collins C. 2013. Reproductive performance of Cabernet Sauvignon and Merlot (*Vitis vinifera* L.) is affected when grafted to rootstocks: reproductive performance of grafted grapevines. *Aust J Grape Wine Res* 19:409–421. doi:10.1111/ajgw.12032
- Kidman, C. M., Dry, P. R., McCarthy, M. G., ve Collins, C. 2014. Effect of rootstock on nutrition, pollination and fertilisation in 'Shiraz' (*Vitis vinifera* L.).
- Klimek, K., Kaplan, M., ve Najda, A. 2022. Influence of Rootstock on Yield Quantity and Quality, Contents of Biologically Active Compounds and Antioxidant Activity in Regent Grapevine Fruit. *Molecules*, 27(7), 2065.

- Knez, M., Stangoulis, J. C., Glibetic, M., ve Tako, E. 2017. The linoleic acid: dihomo- γ -linolenic acid ratio (LA: DGLA)—an emerging biomarker of Zn status. *Nutrients*, 9(8), 825.
- Kodur, S., Tisdall, J. M., Tang, C. ve Walker, R. R. 2011. Uptake, transport, accumulation and retranslocation of potassium in grapevine rootstocks (*Vitis*). *VITIS-Journal of Grapevine Research*, 50(4), 145-149.
- Korkutal, I., Bahar, E. ve Carbonneau, A. 2019. Early water stress effects on pollen viability, berry set and embryo development in cv. ‘Syrah’ (*Vitis vinifera* L.). *Horticultural Science*, 46(4), 215-223.
- Korkutal, İ., Bahar, E., Kök, D., Çelik, S. ve Uruç, S. 2004. Bazi üzüm çeşitlerinde (*Vitis vinifera* L.) in vitro testler yardımıyla polen canlılığı ve çimlenme yeteneklerinin incelenmesi. *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(2), 117-126
- Korkutal, I., Carbonneau, A. ve Bahar, E. 2011. Effects of early water stress levels on berry set and berry development in Merlot cv. (*Vitis vinifera* L.). *African Journal of Biotechnology*, 10(71), 15921-15932.
- Kovács, G. 2000. The estimation of pollen viability of snowdrop (*Galanthus nivalis* L.). *International Journal of Horticultural Science*, 6(3), 141-144
- Koyuncu, F. ve Tosun, F. 2005. Evaluation of pollen viability and germination capacity of some sweet cherry cultivars grown in Isparta, Turkey. In V International Cherry Symposium 795 (pp. 71-74).
- Kunter, B. ve Sehit, A. 2019. Çekirdekli Üzüm Çeşitlerinde Salkım Morfolojisini Etkileyen Tane Tutum Sorunları. *CURRENT RESEARCH AND ASSESSMENTS FOR AGRICULTURAL SCIENCES*. 9-18
- Leaungthitikanhachana, S., Fujibe, T., Tanaka, M., Wang, S., Sotta, N., Takano, J. ve Fujiwara, T. 2013. Differential expression of three BOR1 genes corresponding to different genomes in response to boron conditions in hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant and cell physiology*, 54(7), 1056-1063.
- Lee, S. H.; Kim, W. S.; Han, ve T. H. 2009. Effects of post- harvest foliar boron and calcium applications on subsequent seasons pollen germination and pollen tube growth of pear (*Pyrus pyrifolia*). *Sci. Hortic.* 122, 77-82.
- Lijavetzky, D., Carbonell-Bejerano, P., Grimplet, J., Bravo, G., Flores, P., Fenoll, J. ve Martínez-Zapater, J. M. 2012. Berry flesh and skin ripening features in *Vitis vinifera* as assessed by transcriptional profiling. *PloS one*, 7(6), e39547.
- Lohitnavy, N., Bastian, S. ve Collins, C. 2010. Early leaf removal increases flower abscission in *Vitis vinifera* ‘Semillon’. *Vitis*, 49(2), 51-53.
- Longbottom, M. L. 2007. The reproductive biology of grapevines: factors that affect flowering and fruitset (Doctoral dissertation).

- Longbottom, M. L., Dry, P. R. ve Sedgley, M. 2010. Effects of sodium molybdate foliar sprays on molybdenum concentration in the vegetative and reproductive structures and on yield components of *Vitis vinifera* cv. Merlot. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 16(3), 477-490.
- Luo, S., Zhang, K., Zhong, W. P., Chen, P., Fan, X. M. ve Yuan, D. Y. 2020. Optimization of in vitro pollen germination and pollen viability tests for *Castanea mollissima* and *Castanea henryi*. *Scientia Horticulturae*, 271, 109481.
- Luria, G., Rutley, N., Lazar, I., Harper, J. F. ve Miller, G. 2019. Direct analysis of pollen fitness by flow cytometry: implications for pollen response to stress. *The Plant Journal*, 98(5), 942-952.
- Marasalı, B. 2002. Asmada Kusursuz Tohum Taslağı Oluşumu ve Embriyogenez Üzerinde Araştırmalar. *Journal of Agricultural Sciences*, 8(02), 180-184.
- Marasalı, B., Pinar, M., ve Büyükkartal, H. N. 2005. Palynological study on the pollen grains of selected Turkish grape (*Vitis vinifera* L.) cultivars. *Turkish journal of agriculture and forestry*, 29(1), 75-81.
- Marschner, H. 1995. Boron. Mineral nutrition of higher plants, 379-396.
- Martin, F. W. 1972. Inhibition of pollen germination and tube growth by stigmatic substances.
- May, P. 2000. From bud to berry, with special reference to inflorescence and bunch morphology in *Vitis vinifera* L. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 6(2), 82-98.
- May, P. 2004. Flowering and fruitset in grapevines. *Phylloxera and Grape Industry Board of South Australia in association with Lythrum Press*.
- Mazzeo, A., Palasciano, M., Gallotta, A., Camposeo, S., Pacifico, A. ve Ferrara, G. 2014. Amount and quality of pollen grains in four olive (*Olea europaea* L.) cultivars as affected by 'on' and 'off' years. *Scientia Horticulturae*, 170, 89-93.
- Mei, Y., Lei, S., Fang-Sen, X., Jian-Wei, L. ve Yun-Hua, W. 2009. Effects of B, Mo, Zn, and their interactions on seed yield of rapeseed (*Brassica napus* L.). *Pedosphere*, 19(1), 53-59.
- Meyer- Regueiro, C., Schlechter, R., Espinoza, C., Bisquertt, A., Aquea, F., ve Arce-Johnson, P. 2015. Boron stress in grapevine: current developments and future prospects. *Grapevine in a Changing Environment: A Molecular and Ecophysiological Perspective*, 202-222.
- Miele, A., Rizzon, L. A. ve Giovannini, E. 2009. Effect of rootstock on nutrient content of cabernet sauvignon grapevine tissues. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 31(4), 1141-1149.

- Migeon, A., Blaudez, D., Wilkins, O., Montanini, B., Campbell, M. M., Richaud, P. ve Chalot, M. 2010. Genome-wide analysis of plant metal transporters, with an emphasis on poplar. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 67(22), 3763-3784.
- Miwa K., Takano J, Seki A, Shinozaki K. ve Fujiwara T. 2005. The boron transporter BOR2 in *Arabidopsis thaliana* is essential for root elongation under boron-deficient conditions. *Symposium Abstracts Abstracts of the 46th Annual Meeting of the Japanese Society of Plant Physiologists* (pp. 235-235). Japanese Society of Plant Physiologists.
- Miwa, K. ve Fujiwara, T. 2010. Role of boron in plant growth and its transport mechanisms. In *Cell biology of metals and nutrients* (pp. 1-15). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Miwa, K., Takano, J., Omori, H., Seki, M., Shinozaki, K. ve Fujiwara, T. 2007. Plants tolerant of high boron levels. *Science*, 318(5855), 1417-1417.
- Miwa, K., Takano, J., Seki, H., Shinozaki, K. ve Fujiwara, T. 2006. Expression and physiological roles of boron transporters BOR3, BOR4, and BOR5 in *Arabidopsis thaliana*. *Abstracts of the 47th Annual Meeting of the Japanese Society of Plant Physiologists* (pp. 154-154). Japanese Society of Plant Physiologists.
- Miwa, K., Tanaka, M., Kamiya, T. ve Fujiwara, T. 2010. Molecular mechanisms of boron transport in plants: involvement of *Arabidopsis* NIP5; 1 and NIP6; 1. *MIPs and their Role in the Exchange of Metalloids*, 83-96.
- Miwa, K., Wakuta, S., Takada, S., Ide, K., Takano, J., Naito, S. ve Fujiwara, T. 2013. Roles of BOR2, a boron exporter, in cross linking of rhamnogalacturonan II and root elongation under boron limitation in *Arabidopsis*. *Plant physiology*, 163(4), 1699-1709.
- Moukarzel, R., Ridgway, H. J., Guerin- Laguette, A. ve Jones, E. E. 2021. Grapevine rootstocks drive the community structure of arbuscular mycorrhizal fungi in New Zealand vineyards. *Journal of Applied Microbiology*, 131(6), 2941-2956.
- Nakagawa ., Hanaoka H., Kobayashi M., Miyoshi K., Miwa K. ve Fujiwara T. 2007. Cell-type specificity of the expression of Os BOR1, a rice efflux boron transporter gene, is regulated in response to boron availability for efficient boron uptake and xylem loading. *Plant Cell* 19:2624–2635
- Nedel'tcheff, N. 1930. On the causes of 'coulure', 'millerandage', and 'apyrenia' in cultivated Vines. *Progres Agricole et Viticole*, 94(44).
- Nepi, M. ve Franchi, G. G. 2000. Cytochemistry of mature angiosperm pollen. In *Pollen and pollination* (pp. 45-62). Springer, Vienna.
- Nepi, M., Cresti, L., Guarnieri, M. ve Pacini, E. 2010. Effect of relative humidity on water content, viability and carbohydrate profile of *Petunia hybrida* and *Cucurbita pepo* pollen. *Plant Systematics and Evolution*, 284(1), 57-64.

- Nikkhah, A. 2013. Chronophysiology of ruminant feeding behavior and metabolism: an evolutionary review. *Biological Rhythm Research*, 44(2), 197-218.
- Nikolaou, N., Koukourikou, M. ve Karagiannidis, N. 2000. Effects of various rootstocks on xylem exudates cytokinin content, nutrient uptake and growth patterns of grapevine *Vitis vinifera* L. cv. Thompson seedless. *Agronomie*, 20(4), 363-373.
- Novara, C., Ascari, L., La Morgia, V., Reale, L., Genre, A. ve Siniscalco, C. 2017. Viability and germinability in long term storage of *Corylus avellana* pollen. *Scientia horticulturae*, 214, 295-303.
- O'Neill M.A., Ishii T., Albersheim P. ve Darvill AG. 2004. Rhamnogalacturonan II: structure and function of a borate cross-linked cell wall pectic polysaccharide. *Annual Review of Plant Biology*; 55: 109–139
- Odabaş, F., Beyhan, N. ve Çelik, H. 2007. The Effect of GA, and CCC on Ovule and Seed Development in Kabuğuyufka (*Vitis vinifera* L.). *International Journal of Agricultural Research*, 2(2), 145-151.
- OIV. 2009. OIV (Uluslararası Bağ ve Şarap Ofisi) descriptor list for grape varieties and *Vitis* species. Organisation Internationale de la Vigne et du Vin, Paris, France.
- Ortoleva, S. 2020. Effect of shoot tipping and boron treatment on vegetative and productive behavior of *Vitis vinifera* L. cv. Grillo.
- Ozyigit, I. I., Filiz, E., Saracoglu, I. A. ve Karadeniz, S. 2020. Exploration of two major boron transport genes BOR1 and NIP5; 1 in the genomes of different plants. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 34(1), 455-468.
- Pagay, V. ve Collins, C. 2017. Effects of timing and intensity of elevated temperatures on reproductive development of field-grown Shiraz grapevines.
- Park, S. M., Wakana, A., Kim, J. H. ve Jeong, C. S. 2002. Male and female fertility in triploid grapes (*Vitis* complex) with special reference to the production of aneuploid plants. *VITIS-GEILWEILERHOF-*, 41(1), 11-20.
- Pehlivan, M., Doğru, B. ve Çatak, E. Meyve Gelişimi Döneminde Kayısıda (*Prunus armeniaca* L.) Bazı Fiziksel ve Kimyasal Değişimler. *Journal of Agriculture*, 4(1), 10-15.
- Pereira, G. L., Siqueira, J. A., Batista-Silva, W., Cardoso, F. B., Nunes-Nesi, A. ve Araújo, W. L. 2021. Boron: more than an essential element for land plants? *Frontiers in Plant Science*, 11, 610307.
- Pereira, M. C., Crane, J. H., Montas, W., Nietzsche, S., ve Vendrame, W. A. 2014. Effects of storage length and flowering stage of pollen influence its viability, fruit set and fruit quality in 'Red' and 'Lessard Thai' sugar apple (*Annona squamosa*) and 'Gefner' atemoya (*A. cherimola* × *A. squamosa*). *Scientia Horticulturae*, 178, 55-60.

- Pereira, M. R., Ribeiro, H., Cunha, M., ve Abreu, I. 2018. Comparison of pollen quality in *Vitis vinifera* L. cultivars. *Scientia Horticulturae*, 227, 112-116.
- Perez, K., ve Criley, R. A. 2011. Correlative vital staining and in vitro pollen germination of plumeria. In VII International Symposium on New Floricultural Crops 1000 (pp. 511-518).
- Pérez-Castro, R., Kasai, K., Gainza-Cortés, F., Ruiz-Lara, S., Casaretto, J. A., Peña-Cortés, H. ve González, E. 2012. VvBOR1, the grapevine ortholog of AtBOR1, encodes an efflux boron transporter that is differentially expressed throughout reproductive development of *Vitis vinifera* L. *Plant and Cell Physiology*, 53(2), 485-494.
- Pinillos, V. ve Cuevas, J. 2008. Standardization of the fluorochromatic reaction test to assess pollen viability. *Biotechnic & Histochemistry*, 83(1), 15-21.
- Pratt, C. 1971. Reproductive anatomy in cultivated grapes-a review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 22(2), 92-109.
- Prinsi, B., Simeoni, F., Galbiati, M., Meggio, F., Tonelli, C., Scienza, A., ve Espen, L. 2021. Grapevine rootstocks differently affect physiological and molecular responses of the scion under water deficit condition. *Agronomy*, 11(2), 289.
- Rathod, V., Behera, T., Munshi, A., Durgesh, K., Jat, G., Krishnan, B. ve Sharma, N. 2018. Pollen viability and in vitro pollen germination studies in *Momordica* species and their intra and interspecific hybrids. *Inter. J. Chem. Studies*, 6(6), 32-40.
- Reid R. 2007. Identification of boron transporter genes likely to be responsible for tolerance to boron toxicity in wheat and barley. *Plant Cell Physiol* 48:1673–1678
- Reid, R. 2014. Understanding the boron transport network in plants. *Plant and soil*, 385(1), 1-13.
- Reynolds, A. G. ve Wardle, D. A. 2001. Rootstocks impact vine performance and fruit composition of grapes in British Columbia. *HortTechnology*, 11(3), 419-427.
- Robinson, J. ve Harding, J. 2015. *The Oxford companion to wine*. American Chemical Society.
- Rodriguez-Riano, T. ve Dafni, A. 2000. A new procedure to asses pollen viability. *Sexual Plant Reproduction*, 12(4), 241-244.
- Rogiers, S. Y., Coetzee, Z. A., Walker, R. R., Deloire, A. ve Tyerman, S. D. 2017. Potassium in the grape (*Vitis vinifera* L.) berry: transport and function. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1629.
- Sabır, A. 2015a. Improvement of the pollen quality and germination levels in grapes (*Vitis vinifera* L.) by leaf pulverizations with nanosize calcite and seaweed

- extract (*Ascophyllium nodosum*). JAPS: Journal of Animal & Plant Sciences, 25(6).
- Sabir, A. 2015b. Xenia and metaxenia in grapes: differences in berry and seed characteristics of maternal grape cv. 'Narince' (*Vitis vinifera* L.) as influenced by different pollen sources. *Plant Biology*, 17(2), 567-573.
- Sabır, A., ve Sarı, G. 2019. Zinc pulverization alleviates the adverse effect of water deficit on plant growth, yield and nutrient acquisition in grapevines (*Vitis vinifera* L.). *Scientia Horticulturae*, 244, 61-67.
- Sabır, A., Gayretli, Y., Abdulhadi, S. A. A. ve Karaca, U. C. 2021. Differential Responses of Grapevine Rootstocks (*Vitis* spp.) to Saline Irrigation Water Applications. *Erwerbs-Obstbau*, 63(1), 9-14.
- Sharafi, Y. ve Raina, M. 2021. Effect of Boron on Pollen Attributes in Different Cultivars of *Malus domestica* L. *National Academy Science Letters*, 44(3), 189-194.
- Shivanna K.R. ve Johri B. M. 1985. Viability and Storage. In: *The Angiosperm Pollen Structure and Function*. Wiley Eastern Ltd., New Delhi. pp. 84117
- Shivanna, K. R., ve Heslop-Harrison, J. 1981. Membrane state and pollen viability. *Annals of Botany*, 47(6), 759-770.
- Shivanna, K. R., ve Rangaswamy, N. S. (1992). *Pollen biology: a laboratory manual*. Springer Science & Business Media.
- Shivanna, K. R., ve Rangaswamy, N. S. (2012). *Pollen biology: a laboratory manual*. Springer Science & Business Media.
- Singh, B., ve Usha, K. (2001, September). Effect of macro and micro-nutrient spray on fruit yield and quality of grape (*Vitis vinifera* L.) cv. Perlette. In *International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants* 594 (pp. 197-202).
- Singh, C., Sharma, V. P., Usha, K. ve Sagar, V. R. (2002). Effect of macro and micronutrients on physico-chemical characters of grape cv. Perlette. *Indian Journal of Horticulture*, 59(3), 258-260.
- Somkuwar, R. G., Jogaiah, S., Sawant, S. D., Taware, P. B., Bondage, D. D. ve Troutwar, P. (2014). Rootstocks influence the growth, biochemical contents and disease incidence in Thompson Seedless grapevines. *British Journal of Applied Science & Technology*, 4(6), 1030.
- Souza, C. R. D., Mota, R. V. D., França, D. V. C., Pimentel, R. M. D. A. ve Regina, M. D. A. (2015). Cabernet Sauvignon grapevine grafted onto rootstocks during the autumn-winter season in southeastern Brazilian. *Scientia Agricola*, 72, 138-146.
- Stanley, R.G. ve Linskens H.F., 1974. *Pollen: Biology, Biochemistry and Management*. Berlin Heidelberg NewYork.

- Sülüőğlu, M. ve Çavuşoğlu, A. (2014). Pollination Biology of Cherry Laurel and Pollinizer Effects on Fruit Characteristics. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 24(3), 280-289.
- Sütyemez, M. 2007. Determination of pollen production and quality of some local and foreign walnut genotypes in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*.
- Swanson R.J., Hammond, A.T. Carlson, H. Gong, A.L. ve Donovan T.K. 2016. Pollen performance traits reveal prezygotic nonrandom mating and interference competition in *Arabidopsis thaliana* *Am. J. Bot.*, 103, pp. 1-16
- Swathi, A., Jegadeeswari, D., Chitdeshwari, T. ve Kavitha, C. 2019. Effect of foliar nutrition of calcium and boron on the yield and quality attributes of grape. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(3), 3625-3629.
- Şahin, G. ve Sabir, A. 2016. Farklı polen kaynakları ile tozlanan Alphonse Lavallée üzüm çeşidinde tane büyüme seyri ve tane şekil indeksi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 5(1), 7-13.
- Şensoy, A. S., Ercan, N., Ayar, F. ve Temirkaynak, M. 2003. Cucurbitaceae familyasındaki bazı sebze türlerinde çiçek tozlarının bazı morfolojik özellikleri ile canlılıklarının belirlenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(1), 1-6.
- Tabbing, O., Tisdal, J.M. ve Swain, S., 2013. Low temperature exposure of root system and inflorescence affected flowering and fruit set in 'Chardonnay' grapevines (*Vitis vinifera*). *Vitis* 52 (4), 165–169.
- Tadayon, M. S. ve Moafpourian, G. 2019. Effects of Exogenous epi-brassinolid, zinc and boron foliar nutrition on fruit development and ripening of grape (*Vitis vinifera* L. clv. 'Khalili'). *Scientia Horticulturæ*, 244, 94-101.
- Takano J., Noguchi K., Yasumori M., Kobayashi M., Gajdos Z., Miwa K., Hayashi H., Yoneyama T. ve Fujiwara T. 2002. *Arabidopsis* boron transporter for xylem loading. *Nature* 420:337–340
- Takano J., Tanaka M., Toyoda A., Miwa K., Kasai K., Fuji K., Onouchi H., Naito S. ve Fujiwara T. 2010. *Arabidopsis* bor taşıyıcılarının farklı kaçakçılık yolları yoluyla polar lokalizasyonu ve bozulması. *Proc Natl Acad Sci ABD* 107:5220–5225
- Takano, J., K. Miwa, ve T. Fujiwara, T. 2008. Boron transport mechanisms: collaboration of channels and transporters. *Trends in plant science*, 2008. 13(8): p. 451-457.
- Takano, J., Wada, M., Ludewig, U., Schaaf, G., Von Wirén, N. ve Fujiwara, T. 2006. The *Arabidopsis* major intrinsic protein NIP5; 1 is essential for efficient boron uptake and plant development under boron limitation. *The Plant Cell*, 18(6), 1498-1509.

- Tanaka, M. ve Fujiwara, T. 2008. Physiological roles and transport mechanisms of boron: perspectives from plants. *Pflügers Archiv-European Journal of Physiology*, 456(4), 671-677.
- Tanaka, M., Wallace, I. S., Takano, J., Roberts, D. M. ve Fujiwara, T. 2008. NIP6; 1 is a boric acid channel for preferential transport of boron to growing shoot tissues in *Arabidopsis*. *The Plant Cell*, 20(10), 2860-2875.
- Tandonnet, J. P., Cookson, S. J., Vivin, P. ve Ollat, N. 2010. Scion genotype controls biomass allocation and root development in grafted grapevine. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 16(2), 290-300.
- Tangolar, S., Eti, S., Gök, S. ve Ergenoğlu, F. 1999. Obtaining plants from seedless x seedless grape crosses using embryo culture. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23(10), 935-942.
- Tecchio, M. A., Silva, M. J. R. D., Sanchez, C. A. P. C., Callili, D., Vedoato, B. T. F., Hernandez, J. L. ve Moura, M. F. 2022. Yield performance and quality of wine grapes (*Vitis vinifera*) grafted onto different rootstocks under subtropical conditions. *Bragantia*, 81.
- Tello, J., Royo, C., Baroja, E., Garcia-Escudero, E., Martínez-Zapater, J. M. ve Carbonell-Bejerano, P. 2021. Reduced gamete viability associated to somatic genome rearrangements increases fruit set sensitivity to the environment in Tempranillo Blanco grapevine cultivar. *Scientia Horticulturae*, 290, 110497.
- Vasconcelos, M. C., Greven, M., Winefield, C. S., Trought, M. C. ve Raw, V. 2009. The flowering process of *Vitis vinifera*: a review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 60(4), 411-434.
- Verdugo-Vásquez, N., Gutiérrez-Gamboa, G., Villalobos-Soublett, E. ve Zurita-Silva, A. 2021. Effects of rootstocks on blade nutritional content of two minority grapevine varieties cultivated under hyper-arid conditions in Northern Chile. *Agronomy*, 11(2), 327.
- Vondras, A. M., Lerno, L., Massonnet, M., Minio, A., Rowhani, A., Liang, D. ve Cantu, D. 2021. Rootstock influences the effect of grapevine leafroll- associated viruses on berry development and metabolism via abscisic acid signalling. *Molecular plant pathology*, 22(8), 984-1005.
- Wallace, I. S. ve Roberts, D. M. 2004. Homology modeling of representative subfamilies of *Arabidopsis* major intrinsic proteins. Classification based on the aromatic/arginine selectivity filter. *Plant Physiology*, 135(2), 1059-1068.
- Wang, X., De Bei, R., Fuentes, S. ve Collins, C. 2019. Influence of canopy management practices on canopy architecture and reproductive performance of Semillon and Shiraz grapevines in a hot climate. *American Journal of Enology and Viticulture*, 70(4), 360-372.

- Wang, Z. Y., Ge, Y., Scott, M. ve Spangenberg, G. 2004. Viability and longevity of pollen from transgenic and nontransgenic tall fescue (*Festuca arundinacea*)(Poaceae) plants. *American Journal of Botany*, 91(4), 523-530.
- Whiting, J. R. 2003. Selection of grapevine rootstocks and clones for Greater Victoria. Dept. of Primary Industries.
- Williams, C. M. J., Maier, N. A. ve Bartlett, L. 2005. Effect of molybdenum foliar sprays on yield, berry size, seed formation, and petiolar nutrient composition of “Merlot” grapevines. *Journal of Plant Nutrition*, 27(11), 1891-1916.
- Williams, C., Maier, N., Chvyl, L., Porter, K. ve Leo, N. 2007. Molybdenum foliar sprays and other nutrient strategies to improve fruit set and reduce berry asynchrony (‘hen and chickens’). Final Report SAR, 2.
- Williams, L. E., Dokoozlian, N. K. ve Wample, R. 2018. Grape. In *Handbook of environmental physiology of fruit crops* (pp. 85-133). CRC Press.
- Wójcik, P. 2020. Effects of molybdenum sprays on the growth, yield and fruit quality of ‘Red Jonaprince’ apple trees. *Scientia Horticulturae*, 271, 109422.
- Yu M., Hu C.X. ve Wang Y.H. 2002. Molybdenum efficiency in winter wheat cultivars as related to molybdenum uptake and distribution. *Plant and Soil* 245, 287-293.
- Zhang, F., Zhong, H., Zhou, X., Pan, M., Xu, J., Liu, M. ve Xu, Y. 2022. Grafting with rootstocks promotes phenolic compound accumulation in grape berry skin during development by integrative multi-omics analysis. *Horticulture Research*.
- Zheng, H., Liu, W., Liu, S., Liu, C. ve Zheng, L. 2019. Effects of melatonin treatment on the enzymatic browning and nutritional quality of fresh-cut pear fruit. *Food chemistry*, 299, 125116.
- Zinelabidine, L. H., Torres-Pérez, R., Grimplet, J., Baroja, E., Ibáñez, S., Carbonell-Bejerano, P. ve Tello, J. 2021. Genetic variation and association analyses identify genes linked to fruit set-related traits in grapevine. *Plant Science*, 306, 110875.

EKLER

EK 1 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli tanelerinin VvBOR1 gen ifade analizleri ortalama, standart hata ve standart sapma değerleri

EK 2 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli tanelerinin VvBOR1 geninde Tek Yönlü Varyans Analizi verileri

EK 3 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdeksiz tanelerinin VvBOR1 gen ifade analizleri ortalama, standart hata ve standart sapma değerleri

EK 4 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdeksiz tanelerinin VvBOR1 geninde Tek Yönlü Varyans Analizi verileri

EK 5 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli tanelerinin VvBOR3 gen ifade analizleri ortalama, standart hata ve standart sapma değerleri

EK 6 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli tanelerinin VvBOR3 geninde Tek Yönlü Varyans Analizi verileri

EK 7 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdeksiz tanelerinin VvBOR3 gen ifade analizleri ortalama, standart hata ve standart sapma değerleri

EK 8 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdeksiz tanelerinin VvBOR3 geninde Tek Yönlü Varyans Analizi verileri

EK 9 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli tanelerinin VvBOR4 gen ifade analizleri ortalama, standart hata ve standart sapma değerleri

EK 10 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli tanelerinin VvBOR4 geninde Tek Yönlü Varyans Analizi verileri

EK 11 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdeksiz tanelerinin VvBOR4 gen ifade analizleri ortalama, standart hata ve standart sapma değerleri

EK 12 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdeksiz tanelerinin VvBOR4 geninde Tek Yönlü Varyans Analizi verileri

EK 13 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli tanelerinde VvBOR1 genin farklı fenolojik dönemler Post Hoc Test verilerinin incelenmesi

EK 14 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdeksiz tanelerinde VvBOR1 genin farklı fenolojik dönemler Post Hoc Test verilerinin incelenmesi

EK 15 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli tanelerinde VvBOR3 genin farklı fenolojik dönemler Post Hoc Test verilerinin incelenmesi

EK 16 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdeksiz tanelerinde VvBOR3 genin farklı fenolojik dönemler Post Hoc Test verilerinin incelenmesi

EK 17 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli tanelerinde VvBOR4 genin farklı fenolojik dönemler Post Hoc Test verilerinin incelenmesi

EK 18 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdeksiz tanelerinde VvBOR4 genin farklı fenolojik dönemler Post Hoc Test verilerinin

EK 19 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli ve çekirdeksiz tanelerde VvBOR genlerinin gerçek zamanlı amplifikasyon eğrileri

EK 1 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli tanelerinin VvBOR1 gen ifade analizleri ortalama, standart hata ve standart sapma değerleri

Fenolojik Dönem	Ortalama	Standart Hata	Standart Sapma
Tane Tutumu	1,35 a	0,14	0,10
Ben Düşme Öncesi	1,00 b	0,04	0,03
Ben Düşme	1,00 b	0,07	0,05
Ben Düşme Sonrası	0,97 b	0,14	0,11
Olgunluk	1,15 ab	0,08	0,06

EK 2 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli tanelerinin VvBOR1 geninde Tek Yönlü Varyans Analizi verileri

Varyasyon kaynağı (gen ifadesi)	Kareler toplamı	Serbestlik dereceleri (df)	Kareler ortalaması	Farklılık (F)**	Anlamlılık (Sig.)***
Gruplar arası*	0,209	4	0,052	7,623	0,023
Gruplar içi	0,034	5	0,007		
Toplam	0,243	9			

*Fenolojik dönemlerin kendi içinde değerlendirmesidir.

** Verilerdeki sistematik varyans miktarını sistematik olmayan varyansla karşılaştırmaktadır.

***p<0,05 seviyesinde anlamlı bir farklılık görülmektedir.

EK 3 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdeksiz tanelerinin VvBOR1 gen ifade analizleri ortalama, standart hata ve standart sapma değerleri

Fenolojik Dönem	Ortalama	Standart Hata	Standart Sapma
Tane Tutumu	0,87 ab	0,10	0,07
Ben Düşme Öncesi	1,00 a	0,03	0,02
Ben Düşme	0,84 b	0,06	0,04
Ben Düşme Sonrası	0,00 c	0,00	0,00
Olgunluk	0,00 c	0,00	0,00

EK 4 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdeksiz tanelerinin VvBOR1 geninde Tek Yönlü Varyans Analizi verileri

Varyasyon kaynağı (gen ifadesi)	Kareler toplamı	Serbestlik dereceleri (df)	Kareler ortalaması	Farklılık (F)**	Anlamlılık (Sig.)***
Gruplar arası*	1,987	4	0,497	180,014	0,000
Gruplar içi	0,014	5	0,003		
Toplam	2,001	9			

*Fenolojik dönemlerin kendi içinde değerlendirmesidir.

** Verilerdeki sistematik varyans miktarını sistematik olmayan varyansla karşılaştırmaktadır.

*** $p < 0,05$ seviyesinde anlamlı bir farklılık görülmektedir

EK 5 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli tanelerinin VvBOR3 gen ifade analizleri ortalama, standart hata ve standart sapma değerleri

Fenolojik Dönem	Ortalama	Standart Hata	Standart Sapma
Tane Tutumu	1,25 a	0,07	0,05
Ben Düşme Öncesi	1,13 ab	0,04	0,03
Ben Düşme	1,13 ab	0,07	0,05
Ben Düşme Sonrası	0,88 c	0,11	0,08
Olgunluk	0,99 bc	0,06	0,04

EK 6 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli tanelerinin VvBOR3 geninde Tek Yönlü Varyans Analizi verileri

Varyasyon kaynağı (gen ifadesi)	Kareler toplamı	Serbestlik dereceleri (df)	Kareler ortalaması	Farklılık (F)**	Anlamlılık (Sig.)***
Gruplar arası*	0,164	4	0,041	7,367	0,025
Gruplar içi	0,028	5	0,006		
Toplam	0,192	9			

*Fenolojik dönemlerin kendi içinde değerlendirmesidir.

** Verilerdeki sistematik varyans miktarını sistematik olmayan varyansla karşılaştırmaktadır.

*** $p < 0,05$ seviyesinde anlamlı bir farklılık görülmektedir.

EK 7 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdeksiz tanelerinin VvBOR3 gen ifade analizleri ortalama, standart hata ve standart sapma değerleri

Fenolojik Dönem	Ortalama	Standart Hata	Standart Sapma
Tane Tutumu	0,87	0,10	0,07
Ben Düşme Öncesi	0,89	0,07	0,05
Ben Düşme	0,90	0,03	0,02
Ben Düşme Sonrası	0,86	0,13	0,09
Olgunluk	0,96	0,10	0,07

EK 8 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdeksiz tanelerinin VvBOR3 geninde Tek Yönlü Varyans Analizi verileri

Varyasyon kaynağı (gen ifadesi)	Kareler toplamı	Serbestlik dereceleri (df)	Kareler ortalaması	Farklılık (F)**	Anlamlılık (Sig.)***
Gruplar arası*	0,012	4	0,003	0,368	0,823
Gruplar içi	0,042	5	0,008		
Toplam	0,054	9			

*Fenolojik dönemlerin kendi içinde değerlendirmesidir.

** Verilerdeki sistematik varyans miktarını sistematik olmayan varyansla karşılaştırmaktadır.

*** $p < 0,05$ seviyesinde anlamlı bir farklılık görülmektedir.

EK 9 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli tanelerinin VvBOR4 gen ifade analizleri ortalama, standart hata ve standart sapma değerleri

Tane Tutumu	1,31	0,06	0,04
Ben Düşme Öncesi	1,06	0,09	0,06
Ben Düşme	1,15	0,21	0,15
Ben Düşme Sonrası	0,90	0,14	0,10
Olgunluk	1,02	0,03	0,02

EK 10 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli tanelerinin VvBOR4 geninde Tek Yönlü Varyans Analizi verileri

Varyasyon kaynağı (gen ifadesi)	Kareler toplamı	Serbestlik dereceleri (df)	Kareler ortalaması	Farklılık (F)**	Anlamlılık (Sig.)***
Gruplar arası*	0,188	4	0,047	3,080	0,124
Gruplar içi	0,076	5	0,015		
Toplam	0,264	9			

*Fenolojik dönemlerin kendi içinde değerlendirmesidir.

** Verilerdeki sistematik varyans miktarını sistematik olmayan varyansla karşılaştırmaktadır.

***p<0,05 seviyesinde anlamlı bir farklılık görülmektedir.

EK 11 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdeksiz tanelerinin VvBOR4 gen ifade analizleri ortalama, standart hata ve standart sapma değerleri

Tane Tutumu	0,89 a	0,12	0,09
Ben Düşme Öncesi	0,00 b	0,00	0,00
Ben Düşme	0,90 a	0,07	0,05
Ben Düşme Sonrası	0,89 a	0,07	0,05
Olgunluk	0,00 b	0,00	0,00

EK 12 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdeksiz tanelerinin VvBOR4 geninde Tek Yönlü Varyans Analizi verileri

Varyasyon kaynağı (gen ifadesi)	Kareler toplamı	Serbestlik dereceleri (df)	Kareler ortalaması	Farklılık (F)**	Anlamlılık (Sig.)***
Gruplar arası*	1,915	4	0,479	91,385	0,000
Gruplar içi	0,026	5	0,005		
Toplam	1,942	9			

*Fenolojik dönemlerin kendi içinde değerlendirmesidir.

** Verilerdeki sistematik varyans miktarını sistematik olmayan varyansla karşılaştırmaktadır.

***p<0,05 seviyesinde anlamlı bir farklılık görülmektedir.

EK 13 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli tanelerinde VvBOR1 genin farklı fenolojik dönemler Post Hoc Test verilerinin incelenmesi

Tane Tutumu	-				
Ben Düşme Öncesi	0,10	-			
Ben Düşme	0,11	0,06	-		
Ben Düşme Sonrası	0,10	0,03*	0,05	-	
Olgunluk	0,12	0,07	0,08	0,06	-
	Tane Tutumu	Ben Düşme Öncesi	Ben Düşme	Ben Düşme Sonrası	Olgunluk

*p<0,05 seviyesinde anlamlı bir farklılık görülmektedir.

EK 14 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdeksiz tanelerinde VvBOR1 genin farklı fenolojik dönemler Post Hoc Test verilerinin incelenmesi

Tane Tutumu	-				
Ben Düşme Öncesi	0,07	-			
Ben Düşme	0,08	0,05	-		
Ben Düşme Sonrası	0,07	0,02*	0,04*	-	
Olgunluk	0,07	0,02*	0,04*		-
	Tane Tutumu	Ben Düşme Öncesi	Ben Düşme	Ben Düşme Sonrası	Olgunluk

*p<0,05 seviyesinde anlamlı bir farklılık görülmektedir.

EK 15 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli tanelerinde VvBOR3 genin farklı fenolojik dönemler Post Hoc Test verilerinin incelenmesi

Tane Tutumu	-				
Ben Düşme Öncesi	0,06	-			
Ben Düşme	0,07	0,06	-		
Ben Düşme Sonrası	0,09	0,09	0,09	-	
Olgunluk	0,06	0,05	0,06	0,09	-
	Tane Tutumu	Ben Düşme Öncesi	Ben Düşme	Ben Düşme Sonrası	Olgunluk

*p<0,05 seviyesinde anlamlı bir farklılık görülmektedir.

EK 16 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdeksiz tanelerinde VvBOR3 genin farklı fenolojik dönemler Post Hoc Test verilerinin incelenmesi

Tane Tutumu	-				
Ben Düşme Öncesi	0,09	-			
Ben Düşme	0,07	0,05	-		
Ben Düşme Sonrası	0,11	0,10	0,09	-	
Olgunluk	0,10	0,09	0,07	0,10	-
	Tane Tutumu	Ben Düşme Öncesi	Ben Düşme	Ben Düşme Sonrası	Olgunluk

*p<0,05 seviyesinde anlamlı bir farklılık görülmektedir.

EK 17 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli tanelerinde VvBOR4 genin farklı fenolojik dönemler Post Hoc Test verilerinin incelenmesi

Tane Tutumu	-				
Ben Düşme Öncesi	0,07	-			
Ben Düşme	0,16	0,16	-		
Ben Düşme Sonrası	0,11	0,12	0,18	-	
Olgunluk	0,05	0,06	0,15	0,10	-
	Tane Tutumu	Ben Düşme Öncesi	Ben Düşme	Ben Düşme Sonrası	Olgunluk

*p<0,05 seviyesinde anlamlı bir farklılık görülmektedir.

EK 18 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdeksiz tanelerinde VvBOR4 genin farklı fenolojik dönemler Post Hoc Test verilerinin incelenmesi

Tane Tutumu	-				
Ben Düşme Öncesi	0,09	-			
Ben Düşme	0,10	0,05	-		
Ben Düşme Sonrası	0,10	0,05	0,07	-	
Olgunluk	0,09	0,00*	0,05	0,05	-
	Tane Tutumu	Ben Düşme Öncesi	Ben Düşme	Ben Düşme Sonrası	Olgunluk

*p<0,05 seviyesinde anlamlı bir farklılık görülmektedir.

EK 19 Kalecik Karası üzüm çeşidinin çekirdekli ve çekirdeksiz tanelerde VvBOR genlerinin gerçek zamanlı amplifikasyon eğrileri

