

T.C.  
BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI BAL ARISI (*Apis mellifera* L.) IRK/EKOTİPLERİNİN  
BİNGÖL KOŞULLARINDA FİZYOLOJİK VE DAVRANIŞSAL  
ÖZELLİKLERİ İLE BALLARININ KALİTELERİNİN  
BELİRLENMESİ

DOKTORA TEZİ

İBRAHİM ŞAHİN

ARI VE ARI ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI  
Prof. Dr. Nevzat ESİM

BİNGÖL-2024

**FARKLI BAL ARISI (*Apis mellifera* L.) İRK/EKOTİPLERİNİN  
BİNGÖL KOŞULLARINDA FİZYOLOJİK VE DAVRANIŞSAL  
ÖZELLİKLERİ İLE BALLARININ KALİTELERİNİN  
BELİRLENMESİ**

Prof. Dr. Nevzat ESİM danışmanlığında, İbrahim ŞAHİN tarafından hazırlanan bu çalışma 10/01/2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Arı ve Arı Ürünleri Anabilim Dalı'nda Doktora Tezi olarak **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

Başkan :	İmza :
Üye :	İmza :
Üye :	İmza :
Üye :	İmza :
Üye :	İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulunun ...../...../..... tarih ve ...../.....  
nolu kararı ile onaylanmıştır.

**Prof. Dr. Zafer ŞİAR**  
Enstitü Müdürü

## ÖNSÖZ

Tez çalışmaları süresince yardımlarını ve bilgi birikimini esirgemeyen, çalışmaların tamamlanabilmesi için gerekli desteği veren değerli hocam Prof. Dr. Nevzat ESİM'e teşekkür ederim. Tez çalışmasına desteklerinden dolayı Bingöl Üniversitesi Rektörlüğüne, Bingöl Üniversitesi Arıcılık, Araştırma, Geliştirme, Uygulama ve Araştırma Merkez Müdürlüğüne teşekkür ederim.

Tezin izleme komitesinde bulunarak yaptıkları yönlendirmeler ve katkılarından dolayı hocalarım Doç. Dr. Fethi Ahmet ÖZDEMİR'e, Dr. Öğr. Üyesi Duygu Nur ÇOBANOĞLU'na ve Dr. Öğr. Üyesi Deniz CANLI'ya teşekkür ederim. Deneysel çalışmalar esnasında yardımlarını gördüğüm Dr. Öğr. Üyesi İnan DURSUN'a ve saha çalışmalarında desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen Öğr. Gör. Nevzat ÇAĞLAYAN, Öğr. Gör. Abdurrahman ŞİMŞEK, Dr. Mehmet İLKAYA başta olmak üzere, Fatih ÇİFÇİ, Bahat ERDEM, Kürşat DEMİR ve Nurettin KİŞİ'ye teşekkürlerimi sunuyorum.

Bu alanda doktora yapmak için beni teşvik eden değerli hocam Prof. Dr. Ramazan SOLMAZ'a teşekkürlerimi sunarım

Eski çimen yaylasındaki arılığında tez çalışmasında kullandığım kolonilerimin kalmasına müsaade eden ve hiçbir zaman yardımını esirgemeyen Beşir ÇAĞLAYAN'a teşekkürü bir borç bilirim.

Son olarak bende büyük emekleri olan, benim için hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan ve dualarını esirgemeyen rahmetli annem başta olmak üzere, beni her koşulda destekleyen, hiçbir fedakârlıktan kaçınmadan yanımda duran sevgili eşim Ece ALTUNBAŞ ŞAHİN başta olmak üzere biricik kızlarım İnci ŞAHİN ve Ahu ŞAHİN'e tezin hazırlanması sırasında gösterdikleri sabır ve desteklerinden dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

**İbrahim ŞAHİN**

**Bingöl 2024**

# İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ .....	i
İÇİNDEKİLER .....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ .....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	vi
TABLOLAR LİSTESİ .....	viii
ÖZET.....	x
ABSTRACT.....	xi
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ .....	9
2.1. Fizyolojik Özelliklerle İlgili Yapılan Önceki Çalışmalar .....	9
2.1.1. Kışlama Yeteneği .....	9
2.1.2. Yaşama Gücü .....	10
2.1.3. Ergin Arılı Çerçeve Sayısı .....	11
2.1.4. Koloni Ağırlık Değişimi .....	12
2.1.5. Kuluçka Üretim Etkinliği.....	13
2.1.6. Bal Verimi.....	14
2.2. Davranışsal Özelliklerle İlgili Yapılan Önceki Çalışmalar .....	16
2.2.1. Hijyen Davranışı .....	16
2.2.2. Hırçınlık Davranışı.....	17
2.3. Balın Fizikokimyasal Özellikleri ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	18
2.4. Balda Melissopalınolojik Analizlerle İlgili Yapılan Çalışmalar .....	21
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	24
3.1. Materyal .....	24
3.1.1. Arı Kolonileri .....	24
3.1.2. Kovan Materyali .....	24
3.1.3. Diğer Malzemeler .....	24
3.1.4. Deneme Alanının İklim Özellikleri.....	24
3.2. Yöntem.....	27

3.2.1. Araştırmada Kullanılan Koloniler.....	27
3.2.2. Araştırmada Kullanılan Kolonilerin Bakım ve Beslemesi.....	28
3.2.3. Fizyolojik Özelliklerle ilgili Yapılan Ölçümler .....	29
3.2.3.1. Yaşama Gücü .....	29
3.2.3.2. Ergin Arı Çerçeve Sayısı.....	29
3.2.3.3. Kuluçka Alanı.....	29
3.2.3.4. Kışlama Yeteneği .....	30
3.2.3.5. Kolonilerin Ağırlık Değişimi .....	31
3.2.3.6. Bal Verimi .....	32
3.2.4. Davranışsal Özelliklerle İlgili Yapılan Ölçümler .....	33
3.2.4.1. Hijyenik Davranış.....	33
3.2.4.2. Hırçınlık.....	33
3.2.5. Balın Fizikokimyasal Analizleri .....	34
3.2.5.1. Bal Numunelerinin Hazırlanması .....	34
3.2.5.2. Nem İçeriği Tayini .....	35
3.2.5.3. Elektriksel İletkenlik Analizi .....	35
3.2.5.4. Kül Analizi .....	35
3.2.5.5. pH Analizi .....	35
3.2.5.6. Prolin Analizi .....	36
3.2.5.7. Diastaz Analizi .....	36
3.2.5.8. Serbest Asitlik Analizi.....	37
3.2.5.9. Suda Çözünmeyen Madde Analizi .....	37
3.2.5.10. HMF Analizi.....	38
3.2.5.11. Şeker Analizi .....	38
3.2.6. Balda Melissopalinojik Analizler .....	38
3.2.6.1. Balda Polen Analizi İçin Preparat Hazırlanması.....	38
3.2.6.2. Balda Toplam Polen Sayısı (TPS-10 g) Analizi İçin Preparat Hazırlanması ve İncelenmesi.....	39
3.3. Verilerin İstatistiksel Analizi .....	41
4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR.....	42
4.1. Fizyolojik Özellikler .....	42
4.1.1. Kışlama Yeteneği.....	42
4.1.2. Yaşama Gücü .....	43

4.1.3. Ergin Arılı Çerçeve Sayısı .....	45
4.1.4. Kuluçka Alanı .....	49
4.1.5. Koloni Ağırlık Değişimi .....	53
4.1.6. Bal Verimi .....	58
4.2. Davranışsal Özelliklerle İlgili Yapılan Çalışmalar .....	60
4.2.1. Hijyen Testi .....	60
4.2.2. Hırçınlık Testi .....	61
4.3. Balların Fizikokimyasal Analizleri .....	63
4.3.1. Nem Tayini .....	63
4.3.2. Elektriksel İletkenlik Analizi .....	65
4.3.3. Kül Analizi .....	67
4.3.4. pH Analizi .....	69
4.3.5. Prolin Analizi .....	71
4.3.6. Diastaz Analizi .....	74
4.3.7. Serbest Asitlik Analizi .....	76
4.3.8. Suda Çözünmeyen Madde Analizi .....	78
4.3.9. HMF Analizi .....	80
4.3.10. Şeker Analizi .....	82
4.4. Melissopalinolojik Analizleri .....	89
4.4.1. Balda Polen Analizi .....	89
4.4.1.1. Hasat Edilen Balların Polen Analizi (2022) .....	89
4.4.1.2. Hasat Edilen Balların Polen Analizi (2023) .....	98
4.4.2. Toplam Polen Sayısı (TPS – 10 g) Analizi .....	108
5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	113
KAYNAKLAR .....	116

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

kg	: Kilogram
%	: Yüzde
cm	: Santimetre
meq	: milliequivalent
µm	: Mikro metre
mg	: miligram
µS	: Mikro siemens
mS	: Mili siemens
dk	: Dakika
sn	: Saniye
ml	: Mililitre
g	: Gram
°C	: Santigrat derece
HMF	: Hidroksimetilfurfural
TS	: Türk Standartları
IHC	: International Honey Commission
HPLC	: Yüksek Performans Sıvı Kromatografisi
THB	: Temizleme Oranı
STP	: Standart sapma
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü
TGK	: Türk Gıda Kodeksi
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Anadolu ve Yakındoğu bal arısı ırklarının dağılımı .....	4
Şekil 3.1. Bingöl Üniversitesi Modern Arıcılık Kompleksi uydu görüntüsü.....	25
Şekil 3.2. Bingöl-Sancak Beldesi–Tepebaşı köyü-Eskiçimen Yaylası uydu görüntüsü ...	25
Şekil 3.3. Bingöl-Sancak Beldesi-Tepebaşı Köyü-Eskiçimen Yaylası.....	26
Şekil 3.4. Araştırmada kullanılan arı kolonileri .....	27
Şekil 3.5. Araştırmada kullanılan koloniler .....	28
Şekil 3.6. Arı kolonilerinin bakım ve beslemesi .....	28
Şekil 3.7. Genotiplerin kuluçka alan ölçümü.....	30
Şekil 3.8. Arı kolonilerinin kışı geçirdiği bölge.....	31
Şekil 3.9. Kolonilerin ağırlık değişimi ölçümü.....	31
Şekil 3.10. Genotiplerin bal veriminin belirlenmesi .....	32
Şekil 3.11. Genotiplerin hijyenik davranış testi .....	33
Şekil 3.12. Genotiplerin hırçınlık testi .....	34
Şekil 4.1. Genotipleri yıllara göre kışlama yeteneği dağılımı.....	43
Şekil 4.2. Genotiplerde dönemlere göre ortalama arılı çerçeve sayısı dağılımı (2022)....	46
Şekil 4.3. Genotiplerde dönemlere göre ortalama arılı çerçeve sayısı dağılımı (2023)....	48
Şekil 4.4. Kolonilerde ortalama kuluçka alanı dağılımı (2022) .....	50
Şekil 4.5. Kolonilerde ortalama kuluçka alanı dağılımı (2023) .....	52
Şekil 4.6. Genotiplerin kolonilerin ağırlık değişimi dağılımı (2022).....	55
Şekil 4.7. Genotiplerin kolonilerin ağırlık değişimi dağılımı (2023).....	57
Şekil 4.8. Genotip grupların yıllara göre bal verimleri dağılımı.....	59
Şekil 4.9. Genotip grupların hijyenik davranış özellikleri .....	61
Şekil 4.10. Genotip grupların ortalama iğne sayısı dağılımı.....	62
Şekil 4.11. Genotip ballarında yıllara göre nem dağılımı .....	64
Şekil 4.12. Genotip ballarında yıllara göre elektriksel iletkenlik dağılımı .....	66
Şekil 4.13. Genotip ballarında kül değeri dağılımı .....	68
Şekil 4.14. Genotip ballarında pH dağılımı .....	70
Şekil 4.15. Genotip ballarında prolin dağılımı.....	72

Şekil 4.16. Genotip ballarında yıllara göre diastaz dağılımı .....	74
Şekil 4.17. Genotip ballarında yıllara göre serbest asitlik dağılımı .....	76
Şekil 4.18. Genotip ballarında yıllara göre suda çözünmeyen madde dağılımı.....	78
Şekil 4.19. Genotip ballarında yıllara göre HMF dağılımı .....	80
Şekil 4.20. Genotip ballarında yıllara göre fruktoz dağılımı.....	83
Şekil 4.21. Genotip ballarında yıllara göre glukoz dağılımı .....	85
Şekil 4.22. Genotip ballarında yıllara göre sakkaroz dağılımı.....	87
Şekil 4.23. Genotip ballarında maltoz değerlerinin yıllara göre dağılımı.....	89
Şekil 4.24. Camili genotipi bal numunesinin polen içeriği dağılımı (2022).....	91
Şekil 4.25. Posof genotipi bal numunesinin polen içeriği dağılımı (2022).....	93
Şekil 4.26. Karniyol genotipi bal numunesinin polen içeriği dağılımı (2022).....	95
Şekil 4.27. Bingöl genotipi bal numunesinin polen içeriği dağılımı (2022).....	97
Şekil 4.28. Camili genotipi bal numunesinin polen içeriği dağılımı (2023).....	100
Şekil 4.29. Posof genotipi bal numunesinin polen içeriği dağılımı (2023).....	102
Şekil 4.30. Karniyol genotipi bal numunesinin polen içeriği dağılımı (2023).....	104
Şekil 4.31. Bingöl genotipi bal numunesinin polen içeriği dağılımı (2023).....	106
Şekil 4.32. Genotip ballarının TPS – 10 g değerlerine göre dağılımı (2022) .....	110
Şekil 4.33. Genotip ballarının TPS – 10 g değerlerine göre dağılımı (2023) .....	111
Şekil 4.34. Genotip ballarının yıllara göre TPS-10g dağılımı .....	112

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1. Dünyada bazı ülkelerin koloni sayısı ve bal üretim miktarı .....	5
Tablo 1.2. Dünya ve Türkiye'deki koloni başı bal verimleri .....	5
Tablo 1.3. Türkiye ve Bingöl'deki koloni başı bal verimleri.....	6
Tablo 3.1. Bingöl merkez 2022 – 2023 yıllarına ait bazı iklim verileri.....	26
Tablo 3.2. Sancak beldesi 2022 – 2023 yıllarına ait bazı iklim verileri.....	27
Tablo 4.1. Genotipleri kışlama yeteneği .....	42
Tablo 4.2. Çalışılan genotiplerin yaşama gücü değerleri .....	44
Tablo 4.3. Genotiplerde dönemlere göre ortalama arılı çerçeve sayıları (2022).....	46
Tablo 4.4. Genotiplerde dönemlere göre ortalama arılı çerçeve sayıları (2023).....	47
Tablo 4.5. Kolonilerde ortalama kuluçka alanı (2022) .....	50
Tablo 4.6. Kolonilerde ortalama kuluçka alanı (2023) .....	52
Tablo 4.7. Genotiplerin kolonilerin ağırlık değişimi (2022).....	54
Tablo 4.8. Genotiplerin kolonilerin ağırlık değişimi (2023).....	57
Tablo 4.9. Genotip grupların bal verimleri (2022-2023) .....	59
Tablo 4.10. Genotip grupların hijyenik davranış özellikleri .....	60
Tablo 4.11. Genotip grupların dönemlere göre ortalama iğne sayıları .....	62
Tablo 4.12. Genotip ballarında nem tayini sonuçları .....	64
Tablo 4.13. Genotip ballarında elektriksel iletkenlik analiz sonuçları.....	66
Tablo 4.14. Genotip ballarında kül analiz sonuçları .....	68
Tablo 4.15. Genotip ballarında pH analiz sonuçları.....	70
Tablo 4.16. Genotip ballarında prolin analiz sonuçları.....	72
Tablo 4.17. Genotip ballarında diastaz analiz sonuçları .....	74
Tablo 4.18. Genotip ballarında serbest asitlik analiz sonuçları .....	76
Tablo 4.19. Genotip ballarında suda çözünmeyen madde analiz sonuçları .....	78
Tablo 4.20. Genotip ballarında HMF analiz sonuçları.....	80
Tablo 4.21. Genotip ballarında fruktoz analiz sonuçları.....	83
Tablo 4.22. Genotip ballarında glukoz analiz sonuçları .....	85
Tablo 4.23. Genotip ballarında sakkaroz analiz sonuçları .....	86

Tablo 4.24. Genotip ballarında maltoz analiz sonuçları .....	88
Tablo 4.25. Camili genotipi bal numunesinin polen analiz sonucu (2022) .....	90
Tablo 4.26. Posof genotipi bal numunesinin polen analiz sonucu (2022) .....	92
Tablo 4.27. Karniyol genotipi bal numunesinin polen analiz sonucu (2022) .....	94
Tablo 4.28. Bingöl genotipi bal numunesinin polen analiz sonucu (2022) .....	96
Tablo 4.29. Çalışılan genotiplerin en çok ziyaret ettiği ilk 5 bitki taksonu (2022).....	98
Tablo 4.30. Camili genotipi bal numunesinin polen analiz sonucu (2023) .....	99
Tablo 4.31. Posof genotipi bal numunesinin polen analiz sonucu (2023).....	101
Tablo 4.32. Karniyol genotipi bal numunesinin polen analiz sonucu (2023) .....	103
Tablo 4.33. Bingöl genotipi bal numunesinin polen analiz sonucu (2023) .....	105
Tablo 4.34. Çalışılan genotiplerin en çok ziyaret ettiği ilk 5 bitki taksonu (2023).....	107
Tablo 4.35. Genotip ballarının TPS – 10 g değerlerine göre gruplandırılması (2022) ...	109
Tablo 4.36. Genotiplerin TPS–10 g değerlerine göre gruplandırılması (2023) .....	111

# FARKLI BAL ARISI (*Apis mellifera* L.) IRK/EKOTİPLERİNİN BİNGÖL KOŞULLARINDA FİZYOLOJİK VE DAVRANIŞSAL ÖZELLİKLERİ İLE BALLARININ KALİTELERİNİN BELİRLENMESİ

## ÖZET

Bu çalışma; Bingöl ilinde arıcılar tarafından yoğun olarak kullanılan farklı bal arısı genotiplerinin bazı davranışsal ve fizyolojik özelliklerinin belirlenmesi, ayrıca bu bal arısı genotiplerinden elde edilen balların fizikokimyasal ve melissopalinolojik analizlerinin yapılarak bölgeye en uygun bal arısı genotipinin tespit edilmesi amacı ile yapılmıştır. Bu çalışmada elde edilen verilere göre; 2022 yılında kışlama kabiliyeti (%58,6) ve yavru alanı (2820,51±971,82 cm<sup>2</sup>/koloni) Bingöl genotipinin, ortalama arılı çerçeve sayısı (7,06±3,27 adet/koloni), koloni ağırlığı (30,92±11,00 kg/koloni) ve bal verimi (15,97±1,57 kg/koloni) olarak Camili genotipinin en iyi performansı gösterdiği tespit edilmiştir. 2023 yılında ise, kışlama kabiliyeti (%71,4) Bingöl genotipinin, arılı çerçeve sayısı (8,82±0,20 adet/koloni), yavru alanı (3470,70±758,18 cm<sup>2</sup>/koloni), ortalama koloni ağırlığı (32,05±11,30 kg/koloni) ve bal verimi (17,30±2,46 kg/koloni) olarak Camili genotipinin en iyi performansı gösterdiği belirlenmiştir. Çalışma süresince, yaşama gücünün (%70) en yüksek Camili genotipinde, hijyenik davranışın (%98,79) en yüksek Bingöl genotipinde ve hırçınlık davranışının en fazla (8,88±2,43 adet/koloni) Camili genotipinde olduğu belirlenmiştir.

Genotiplerden 2022 yılında elde edilen ballarda; Camili genotipinin nem ve HMF, Posof genotipinin prolin ve diastaz, Karniyol genotipinin kül, suda çözünmeyen madde, fruktoz, glukoz ve maltoz, Bingöl genotipinin elektriksel iletkenlik, pH ve serbest asitliklerinin en yüksek olduğu belirlenmiştir. 2022 ballarında sakkaroz tespit edilmemiştir. Genotiplerin 2023 yılında ki ballarında ise; Camili genotipinin pH, serbest asitlik ve HMF, Posof genotipinin sakkaroz, Karniyol genotipinin nem, elektriksel iletkenlik, kül, suda çözünmeyen madde ve glukoz, Bingöl genotipinin prolin, diastaz, fruktoz ve maltoz değerlerinin en yüksek olduğu belirlenmiştir.

Genotip ballarının melissopalinolojik analiz sonuçları incelendiğinde; 2022 yılında bal arısı genotiplerinin en yüksek oranda *Verbascum* sp. taksonunu ziyaret ettikleri belirlenmiştir. 2023 yılında polen analizlerine göre, Camili ve Posof genotipi ballarında *Lamium* sp., Karniyol genotipi ballarında *Trifolium* sp. ve Bingöl genotipi ballarında *Astragalus* sp. taksonu polenlerinin sekonder düzeyde olduğu tespit edilmiştir. 2022 ve 2023 yılında TPS-10 g analizlerine göre polen sayısı en fazla olan ballın Karniyol genotipine ait olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Apis mellifera*, Bal arısı genotipler, Koloni performansı, Bal verimi, Melissopalinoloji.

# DETERMINATION OF THE PHYSIOLOGICAL AND BEHAVIORAL CHARACTERISTICS OF DIFFERENT HONEY BEE (*Apis mellifera* L.) RACES/ECO TYPES AND THE QUALITY OF THEIR HONEY IN BINGOL CONDITIONS

## ABSTRACT

This study; It was carried out with the aim of determining some behavioral and physiological characteristics of different honey bee genotypes used extensively by beekeepers in Bingöl province, and also to determine the most suitable honey bees for the region by performing physicochemical and melissopalynological analyzes of the honey obtained from these honey bee genotype in this study; in 2022, the Bingöl exhibited the best performance in terms of wintering ability (58.6%) and brood area (2820.51±971.82 cm<sup>2</sup>/colony). The Camili showed the best performance in terms of the average number of frames with bees (7.06±3.27 units/colony), colony weight (30.92±11.00 kg/colony), and honey yield (15.97±1.57 kg/colony). In 2023, the Bingöl demonstrated the best performance in wintering ability (71.4%), while the Camili excelled in the number of frames with bees (8.82±0.20 units/colony), brood area (3470.70±758.18 cm<sup>2</sup>/colony), average colony weight (32.05±11.30 kg/colony), and honey yield (17.30±2.46 kg/colony). During the study, it was determined that the Camili genotype had the highest survival rate (70%), the highest hygienic behavior (98.79%) in the Bingöl genotype and the highest aggressive behavior (8.88±2.43 units/colony) in the Camili genotype.

In honey obtained from genotypes in 2022; It was determined that Camili had the highest moisture and HMF, Posof had the highest proline and diastase, Carniol had the highest ash, water insoluble matter, fructose, glucose and maltose, and Bingöl had the highest electrical conductivity, pH and free acidity. Sucrose was not detected in 2022 honey. In the honey of the genotypes in 2023; It was determined that Camili had the highest pH, free acidity and HMF values, Posof had the highest sucrose values, Carniol had the highest moisture, electrical conductivity, ash, water insoluble matter and glucose values, Bingöl genotype had the highest proline, diastase, fructose and maltose values.

When the melissopalynological analysis results of genotype honeys are examined; in 2022, the highest proportion of honey bee genotypes will be *Verbascum* sp. It was determined that they visited the taxon. According to pollen analysis in 2023, *Lamium* sp. in Camili and Posof honeys, *Trifolium* sp. in Carniol honeys. and *Astragalus* sp. in Bingöl honeys. It was determined that pollination of the taxon was at secondary level. According to TPS-10 g analyzes in 2022 and 2023, it was determined that the honey with the highest pollen count belonged to the Carniole genotype.

**Keywords:** *Apis mellifera*, Honey bee, Colony performance, Honey yield, Melissopalynology.

## 1. GİRİŞ

Bal arılarının yeryüzündeki tarihi insanlık tarihinden çok daha eski zamanlara dayanmaktadır. Yapılan araştırmalar arıcılık tarihinin M.Ö 5000’li yıllara kadar uzandığını göstermektedir (Genç, 1993). Arıcılık tarihinde ilk gezgin arıcılığın Mısır’da M.Ö 3000’li yıllarda yapılmaya başlandığı bildirilmektedir. Arıcılık 16. yüzyıla kadar nesilden nesile aktarılan geleneksel bir uğraş olarak süre gelmiştir. 16. yüzyıl ve sonrasında bilimdeki gelişmeler ışığında teknolojik gelişmelerle arıcılık bilgisinde de önemli gelişmeler yaşanmaya başlamıştır. Amerikalı Lorenzo Langstroth 1851 yılında 6-9 mm arasındaki boşluklara arının petek örmediğini fark etmiş ve bunu arı boşluğu olarak adlandırmıştır. Çerçevelerin kovan içerisinde kolayca hareket edebileceği kovan sistemleri, Lorenzo Langstroth’un çerçeve yan çیتالari ile kovan duvarı arasında ve çerçeve üst çıtasi ile kapak arasında boşluklar bıraktığında arıların buraları birleştirmedığını keşfetmesiyle geliştirilmiştir. Bu gelişmeyle birlikte günümüzde hala kullanılan çerçeve kovan sistemine geçilmiştir. Modern arıcılık bu gelişmeyle beraber hızla yaygınlaşmıştır. Yapay tohumlamanın gelişmesi ile de ıslah ve genetik materyallerin korunması çalışmalarının hız kazanmasını sağlamıştır.

Bal arıları diğer tüm canlılar gibi taksonomik olarak bilim insanları tarafından sınıflandırılmıştır. Bilim insanı Linnaeus 1758 yılında bal arılarının zoolojik sınıflandırmasını yapmıştır. Bal arılarına; “Bal toplayan arı” anlamına gelen *Apis mellifera* adını vermiştir.

Alem : Animalia (Hayvanlar)

Şube : Arthropoda (Eklem bacaklılar)

Alt şube : Antennata (Antenliler)

Sınıf : Insecta (Böcekler)

Takım : Hymenoptera (Zar kanatlılar)

Familya : Apidae (Arılar)

Cins : Apis (Bal arıları)

Tür : *Apis mellifera* (Bal arısı)

Günümüzde morfolojik ve davranışsal özelliklerine göre *Apis* cinsine ait 11 bal arısı türü (*Apis mellifera*, *Apis indica*, *Apis dorsata*, *Apis florea*, *Apis andreiformis*, *Apis laboriosa*, *Apis binghami*, *Apis breviligula*, *Apis koschevnikovi*, *Apis nigrocincta*, *Apis nuluensis*) tespit edilmiştir (Maa, 1953, Smith, 2002). Dünya arıcılığında yaygın dağılım gösteren (Afrika, Asya, Avrupa ve Orta Doğu ülkelerinde yaygın olarak kullanılan) ekonomik ve ekolojik açıdan büyük önem teşkil eden bal arısı türü *Apis mellifera* L. olarak değerlendirilmektedir (Kumova ve Korkmaz, 1999; Morse and Calderone, 2000).

Dünya genelinde yaygın olarak kullanılan *Apis mellifera* bal arısının 24 alttürü, ilk önce üç (Ruttner et al., 1978) ve daha sonra dört farklı evrimleşmiş soy hattı içerisinde morfometrik karakterlerine bakılarak gruplandırılmıştır (Ruttner, 1988). Gruplandırılan bu hatlar; Afrika alt türleri (A soy hattı grubu: *A. m. lamarckii*, *A. m. yemenitica*, *A. m. litorea*, *A. m. scutellata*, *A. m. adansonii*, *A. m. capensis*, *A. m. unicolor*), Kuzey Avrupa ve Kuzey Afrika alt türleri (M soy hattı grubu: *A. m. mellifera*, *A. m. iberiensis*, *A. m. intermissa*, *A. m. saharensis*), Doğu Avrupa, Kuzey Akdeniz ve Orta Doğu alt türleri (C soy hattı grubu: *A. m. sicula*, *A. m. carnica*, *A. m. ligustica*, *A. m. cecropia*, *A. m. macedonica*, *A. m. anatolica*, *A. m. adami*, *A. m. cypria*, *A. m. syrica*, *A. m. meda*, *A. m. caucasia*, *A. m. armeniaca*)'dir. Daha sonra yapılan çalışmalarla C soy hattı grubu ikiye ayrılmıştır. Orta Doğu alt türleri (O soy hattı grubu: *A. m. anatolica*, *A. m. adami*, *A. m. cypria*, *A. m. syrica*, *A. m. meda*, *A. m. caucasia*, *A. m. armeniaca*)'ni içeren grup da 4. soy hattı olarak literatürdeki yerini almıştır (Franck et al., 2000a, Whitfield et al., 2006). Bununla birlikte biyometrik ölçüm tekniği ve moleküler (Elektroforez ve mtDNA analizleri) yöntemleri kullanılarak dünyada 27 bal arısı ırkı belirlenmiştir (Ruttner, 1988; Rinderer et al., 2010; Güler, 2006).

Dünya genelinde ticari amaçla kullanılan *Apis mellifera* türüne ait bazı önemli bal arısı ırkları (alt türleri) ve bunların fizyolojik özellikleri;

İtalyan bal arıları (*A. m. ligustica*), erken ilbaharda kuvvetli populasyonlar oluşturan ve gelişimi sonbahara kadar devam eden, sakin, yavru büyütme yeteneği fazla, oğul verme eğilimi az, çalışkan, bol nektar toplayan, ılıman iklim koşullarında kışlama yeteneği iyi olan, soğuk bölgelerde kış aylarında işçi arı kaybı fazla olan, kış populasyonu fazla olması

nedeniyle kışın bal tüketimi de fazla olan, arı sütü üretiminde önemli avantaja sahip, yağmacılığa eğilimi fazla olan, yön bulma yetenekleri diğer arılara oranla daha az olan, bazı yavru hastalıklarına karşı duyarlı, bitki nektar potansiyeli düşük alanlarda yetiştiriciliği ekonomik olmayan bal arılarıdır.

Karniyol arıları (*A. m. carnica*), ilkbahar gelişmesi çok hızlı, çok çalışkan, bal verimi iyi, kışlama yeteneği oldukça iyi, sonbaharda kolonilerinde önemli azalma olup, kışı küçük bir popülasyonla geçirerek az bal tüketen, yağmacılık eğilimi düşük, arı ırkları içinde en uysal yavru hastalıklarına karşı dayanıklı, propolis toplama eğilimi az, nektar ve polen kaynağına yönelme yetenekleri yüksek, çok iyi petek işleyen, oğul verme eğilimi fazla, aile oluşturma içgüdüleri düşük olan bal arılarıdır.

Kafkas arıları (*A. m. caucasia*), karniyol arıları gibi çok uysal, dil uzunluğu diğer ırklardan daha fazla olduğundan diğer arıların yararlanamadığı bitkilerden çok kolay yararlanan, oğul verme eğilimleri az , diğer arılara göre daha düşük sıcaklıklarda nektar ve polen toplama işini sürdüren, balı çok iyi muhafaza eden, propolis biriktirme yeteneği çok yüksek, Avrupa yavru çürüklüğü hastalığına dirençli, yavru büyütme yeteneğinin yüksek olmasına rağmen ancak yaz aylarının ortalarında kuvvetli bir işçi arı popülasyonu oluşturabilen, nosema hastalığına karşı duyarlı, yağmacılığa eğilimleri fazla, bal verimi düşük , kaynağa yönelme yetenekleri zayıf olan bal arılarıdır.

Esmer Avrupa arıları (*A.m. mellifera*), genellikle hırçın ve sinirli olan, ilkbahar dönemi gelişimleri yavaş oğul eğilimi az, kötü iklim şartlarında bile kışlama yeteneği iyi, yavru çürüklüğü hastalıklarına ve mum güvesine karşı duyarlı bal arılarıdır.

Bal arısı ırklarının zaman içerisinde, buldukları coğrafyada daha küçük lokal alanlarda kendi içlerinde çok yakın benzer özellikleri olan saf ırkın bir alt türü olan ekotipleri, saf ırklarının döllenmemiş ana arılarının lokal bölgelerinde bulunan farklı arı kolonilerinin erkek arıları ile çiftleşmesi sonucu melez ana arı genotipleri, doğal seleksiyonlar veya doğal çiftleşmeler dışında kontrollü olarak iki ayrı saf ırkın veya iki ayrı saf hattın veya ayrı bir ırkla değişik ırktan saf bir hattın çiftleştirilmesi ile hibrit ana arıları ortaya çıkmıştır.

Ülkemiz iklim koşullarının çeşitliliği, jeolojik yapısının bölgeden bölgeye farklılığı, Afrika, Asya ve Avrupa arasında köprü olması sebebiyle bal arısının evriminde önemli bir yere sahiptir. Bal arılarının Anadolu’da on binlerce yıldır bulunmalarından dolayı yerel ekolojik sistemlere uyum sağlayarak farklılaştıkları bilinmektedir (Kence vd., 1998).

Türkiye bulunduğu iklim kuşağı ve zengin florası ile birçok arı ırk ve ekotipi için gen havzası konumundadır. Türkiye’nin 36 farklı yöresinden alınan bal arısı örnekleri ile yapılan çalışmada mtDNA analizi sonucunda göre Türkiye’de bulunan genotiplerin C soy hattına ait olduğuna dair veriler elde edilmiştir (Kandemir vd., 2006). Anadolu’nun kuzey doğusunda *Apis mellifera caucasica*, güneyinde Ş.Urfa’da *Apis mellifera syriaca* ve onun melezleri, Bingöl, Elazığ ve Maltaya’da *Apis mellifera meda*, orta ve batı Anadolu’da *Apis mellifera anatoliaca*, Kuzey batı Anadolu’da ise *Apis mellifera carnica*, Hatay’da ise *Apis mellifera anatoliaca*, ve *Apis mellifera syriaca* melezleri bulunmaktadır (Kence vd.,1998).



Şekil 1.1. Anadolu ve Yakınoğu bal arısı ırklarının dağılımı (Ruttner, 1988)

Türkiye, bal arısı gen kaynağı ve flora çeşitliliği ile arıcılığın yoğun olarak yapıldığı bir ülke konumundadır. FAO’nun 2023 verilerine göre dünyada en fazla koloniye sahip ilk on ülke Tablo 1.1’de verilmiştir. 2021 yılında Hindistan 12,848 milyon koloni varlığı ile ilk sırada yer alırken Çin 9,217 milyon koloni varlığı ile ikinci sırada, Türkiye ise 8,733 milyon koloni varlığı ile üçüncü sırada yer almaktadır. FAO’nun 2021 verilerine göre, bal

üretim miktarlarında Çin 472,700 ton ile ilk sırada, Türkiye 96.344 ton ile ikinci sırada ve 77,152 ton ile İran üçüncü sırada yer almaktadır.

Tablo 1.1. Dünyada bazı ülkelerin koloni sayısı ve bal üretim miktarı (FAO, 2023, TÜİK, 2023)

Sıra	Ülke	Koloni sayısı		Bal Üretimi (Ton)
		(Adet)	Ülke	
1	Hindistan	12,848,000	Çin	472,700
2	Çin	9,217,000	Türkiye	96,344
3	Türkiye	8,733,000	İran	77,152
4	İran	7,527,000	Arjantin	71,318
5	Etiyopya	7,106,000	Ukrayna	68,558
6	Tanzanya	3,051,000	Hindistan	66,278
7	Arjantin	2,965,000	Rusya	64,533
8	İspanya	2,953,000	Meksika	62,080
9	Rusya Fed.	2,890,000	ABD	57,364
10	ABD	2,696,000	Brezilya	55,828
11	Diğer	41,638,000	Diğer	679,789
<b>TOPLAM</b>		<b>101,624,000</b>		<b>1,771,944</b>

FAO'nun 2023 verilerine göre dünya ve Türkiye'de yıllara göre hesaplanan koloni başı bal verimleri Tablo 1.2'de verilmiştir. Türkiye 2017 ile 2021 yıllarında dünya koloni başı bal verimi ortalamasının altındadır. Dünya bal verimi ortalaması 2021 yılında koloni başına 17,44 kg olarak belirlenirken, Türkiye'de 11,03 kg olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 1.2. Dünya ve Türkiye'deki koloni başı bal verimleri (FAO, 2023, TÜİK, 2023)

YIL	Dünya (kg/koloni)	Türkiye (kg/koloni)
2021	17,44	11,03
2020	18,83	12,72
2019	18,89	13,45
2018	19,76	13,31
2017	20,50	14,32

TÜİK'nin 2022 verilerine göre Türkiye ve mevcut çalışmanın yapıldığı Bingöl'de yıllara göre hesaplanan koloni başı bal verimleri Tablo 1.3' de verilmiştir. Bingöl'de 2018 ile 2022 yıllarında koloni başı bal verimi Türkiye ortalamasının altındadır. Türkiye koloni başı bal verimi ortalaması 2022 yılında 13,17 kg olarak belirlenirken Bingöl'de 9,25 kg olarak hesaplanmıştır.

Tablo 1.3. Türkiye ve Bingöl'deki koloni başı bal verimleri (TÜİK, 2023)

YIL	Türkiye (kg/koloni)	Bingöl (kg/koloni)
2022	13,17	9,25
2021	11,03	10,95
2020	12,72	12,36
2019	13,45	11,62
2018	13,31	9,83

Ülkemiz, coğrafi yapısından dolayı ılıman iklim kuşakları arasında çok önemli bir yerdedir ve dünya ballı bitkilerinin %75'ine sahiptir (Fıratlı vd., 2000). Türkiye'deki çayır ve meralarda bol miktarda bulunan geven, kenger, çiriş, sütleşen, şalba, sarmaşık, ballıbaba, kekik, lavanta, nane, adaçayı, hardal, yonca, ak üçgül, çayır üçgülü, kırmızı üçgül, taş yoncası ve gazal boynuzu gibi bitkiler aynı zamanda arılar için de çok önemli ve zengin birer nektar ile polen kaynaklarıdır (Cınırtoğlu, 2014; Genç ve Dodoloğlu, 2011).

Günümüzde modern arıcılık, bal arısı popülasyonunun nektar akımı dönemine kadar arttırılması ve ardından bal, propolis, arı zehri, arı sütü gibi arı ürünlerinin üretilmesi sistemi üzerine kuruludur. Bal arısı ürünleri arasında bal en çok bilinen ve ekonomik olarak en önemli üründür (Sohaimy et al., 2015). Bal, bal arıları tarafından bitkilerin nektarlarından, bitkilerin canlı kısımlarından salgılanan salgılarından veya bitkinin canlı kısımları ile beslenen böceklerin (Hemiptera) salgılarından üretilir (Karabagias et al., 2014). Bal arıları, bitkilerden topladıkları nektar ve salgıların su içeriğini düşürmekte ve vücutlarından birtakım enzimler salgılayarak viskoz ve yüksek enerji içeren doğal tatlı bir ürün olan balı üretmektedirler (Liu et al., 2013). Bal Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne göre "Bitki nektarlarının, bitkilerin canlı kısımlarının salgılarının veya bitkilerin canlı kısımları

üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarının, bal arısı tarafından toplandıktan sonra kendine özgü maddelerle birleştirerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı, doğası gereği kristallenebilen doğal ürün” olarak tanımlanmaktadır. Tanımdan da anlaşılacağı üzere balın oluşumunda floral kaynaklar ve bal arısının salgıladığı enzimler büyük önem taşımaktadır.

Arıcılık, az sermaye gerektirmesi, toprağa bağımlı olmaması ve iş gücünün diğer tarım faaliyetlerinden daha az olmasından dolayı ön plana çıkmaktadır (Erkan ve Aşkın, 2001). Arıcılıkta verimlilik başta iklim, flora, uygun arı ırk/genotipinin seçimi, koloni bakımı, arı sağlığı ve besleme yöntemleri gibi birçok faktöre bağlıdır. Bununla birlikte bal arıları yüksek adaptasyon yetenekleri sayesinde kutuplar dışında Dünya'nın hemen her yerinde yaşayabilmektedir. Bu durum, doğal seleksiyon sonucunda yukarıda da ifade edildiği gibi farklı arı ekotiplerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur (Genç ve Dodoloğlu, 2002). Doğal seleksiyon sonucu ortaya çıkan farklı bal arısı gen kaynakları doğal ekosistemlerinden alınarak başka yerlere hatta ülkelere götürülmüşlerdir. Gezgin arıcılık, gen kaynakları arasında geçişlere sebep olmuştur. Bundan dolayıdır ki yerel gen kaynaklarının azalması hatta yok olması tehlikesi ortaya çıkmıştır. Doğal yollarla ve insan eliyle melez arıların ortaya çıkması, arıcılıkta sürekliliğin olmaması ve istenilen verimin alınmaması sonucunu ortaya çıkarmıştır. Ülkemizde arı ürünlerinde istenilen verimin artırılması için, arıcıların hangi bal arısı genotipinin bulunduğu bölgeye uyumlu olduğunu bilmesinin yanında koloni yönetimini de çok iyi yapması gerekmektedir.

Ülkemizin Doğu Anadolu Bölgesinin Orta Fırat bölümünde bulunan Bingöl ili, floranın zengin olmasına bağlı olarak arıcılık faaliyetinin yoğun olarak yapıldığı bir ildir. Bölgede sabit arıcılık faaliyetlerinin yanında gezgin arıcılık daha yoğun olarak yapılmakta ve bunun bir sonucu olarakta arıcılar belirli bir genotip ile çalışmamaktadırlar. Bingöl ilinde arıcılar tarafından, Kafkas arısının camili ve posof genotipleri, karniyol arısı genotipi, İngiliz hibrit arısı olarak bilinen Buckfast genotipi arıları yoğun olarak kullanılmaktadır. Bingöl ili floral zengiliği ve arıcılık için uygun iklim koşullarına sahip olmasına rağmen TÜİK verilerine göre koloni başı bal verimi 2022 yılında 9,25 kg'dır. Türkiye koloni başı bal verimi ise 2022 yılında 13,17 kg/kolonidir. Bal veriminin düşük olmasının sebeplerinden bazıları; kullanılan ana arıların yaşlı olması, floranın yeteri kadar takip edilememesi, koloni bakım ve besleme faaliyetlerinde modern teknikler uygulanmaması, arı hastalık ve zararlıları ile

mücadelenin yeteri kadar yapılamaması, ekonomik imkansızlıklar, kolonilerde hijyenik çalışılmaması ve bölgeye uygun genotiplerin kullanılmamasıdır.

Bal arısı ırk ve ekotiplerinin morfolojik, fizyolojik ve davranışsal özellikleri üzerine bugüne kadar bir çok çalışma yapılmasına rağmen Bingöl koşullarında farklı arı ırk ve ekotiplerinin fizyolojik ve davranışsal özellikleri ile ilgili kapsamlı bir çalışma yapılmamıştır. Bingöl ilinde ilk defa yapılacak olan bu çalışmada, farklı arı genotiplerinin bazı davranışsal ve fizyolojik özelliklerinin belirlenmesi, ayrıca bu bal arılarından elde edilecek balın fizikokimyasal ve palinolojik analizlerinin yapılarak bölgeye en uygun arı genotipinin belirlenmesi amaçlanmıştır.



## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. Fizyolojik Özelliklerle İlgili Yapılan Önceki Çalışmalar

Bal arılarında kışlama yeteneği, kuluçka alanı, yaşama gücü, bal verimi ve uçuş etkinliği gibi özellikler fizyolojik özellikler, yağmacılık, hırçınlık, oğul verimi ve propolis toplama gibi özellikler ise davranışsal özellikler olarak tanımlanmaktadır (Ruttner, 1988). Morfolojik ve moleküler olarak farklılığı olan dünya genelindeki coğrafi ırkların gösterdikleri performans ve davranış özellikleri arasındada büyük farklılıkların bulunduğu belirtilmektedir (Arathi and Spivak, 2001; Neupane and Thapa, 2005)

#### 2.1.1. Kışlama Yeteneği

Çukurova yöresinde yapılan bir çalışmada; Kafkas, Muğla, Anadolu, Marmara ve Suriye arı genotiplerinin kışlama yeteneklerinin karşılaştırıldığı çalışma sonunda sırası ile %38,46, %0,00, %13,33, %43,75 ve %0,00 oranında arı konilerinin kışlama sonrası söndüğü bildirilmiştir (Doğaroğlu, 1981).

Karniyol bal arısı ve İtalyan bal arılarının kışlama yeteneklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada Karniyol bal arısının kışlama yeteneğinin İtalyan bal arısına göre daha iyi olduğu bildirilmiştir (Adam, 1983).

Erzurum koşullarında yapılan bir çalışmada Kafkas, Orta Anadolu ve Erzurum bal arısı genotiplerinin sırası ile kışlama yetenekleri %81,82, %90 ve %100 olarak bildirilmiştir (Genç vd., 1999b).

Kafkas bal arısının Posof Süngülü ile Artvin Borçka Camili'sinin morfolojik, performans ve üreme özelliklerinin birbirlerinden farklı olduğu bildirilmiştir (Güler, 2001; Güler ve Bek, 2002).

Tokat yöresi koşullarında; Tokat, Muğla, Karniyol, Kafkas-TKV, İtalyan ve Kafkas-Camili bal arısı F1 melezlerinin kışlama yetenekleri sırası ile %61,59, %63,91, %64,86, %51,98, %57,85 ve %56,93 olarak bildirilmiştir (Arslan vd., 2004).

Doğu Anadolu Koşullarında Buckfast, Karniyol, Kafkas ve Erzurum genotiplerinin kışlama yetenekleri sırasıyla %67,21, %65,72, %56,02 ve %69,25 olarak bildirilmiştir (Cengiz ve Erdoğan, 2017).

Ardahan yöresinde yapılan bir anket çalışmasında, gezginci arıcıların %67,65'lik bir kısmının kışlama kayıplarının %10 ve daha az olduğu, sabit arıcıların %54,95'lik bir kısmının kışlama kayıplarının %10-19 arasında olduğu bildirilmiştir (Cengiz ve Yazıcı, 2018).

### **2.1.2. Yaşama Gücü**

Bal arılarının kış mevsimini iyi bir şekilde geçirmesi soğuk hava koşullarına dayanıklı oldukları anlamına gelmemektedir, zira mart, nisan ve mayıs aylarında görülen kötü hava koşullarının da koloni kayıplarını önemli ölçüde etkilediği belirtilmektedir (Ruttner, 1988).

Yapılan bir çalışmada, Fethiye, Bitlis, TKV, Ege ve Ankara bal arısı genotiplerinin yaşama güçleri sırası ile %40,00, %50,00, %40,00, %20,00 ve %0,00 olduğu bildirilmiştir (Budak, 1992).

Kafkas, Anadolu, Muğla ve Trakya bal arıları ile yapılan bir çalışmada koloni yaşama güçlerinin sırasıyla %35,71, %38,46, %28,57 ve %36,36 olduğu tespit edilmiştir. Aynı araştırmacılar Güney Doğu Anadolu, Karniyol, Trakya ve Kafkas arı genotiplerinin GAP Bölge'sindeki yaşama güçleri ise sırasıyla %90, %90, %80, %60 ve %50 olarak belirlemişlerdir (Kaftanoğlu vd., 1993).

Akdeniz Bölgesi koşullarında yapılan bir çalışmada, Muğla, Anadolu, Gökçeada, Alata, Kafkas ve Trakya bal arılarının yaşama güçleri araştırılmıştır. Bu bölgede Muğla arısının yaşama gücünün en yüksek olduğu bununla beraber Anadolu, Gökçeada ve Alata bal arısı genotiplerinin de yüksek bir yaşama gücü gösterdiği; Kafkas ve Trakya bal arısı

genotiplerinin yaşama gücünün diğer arı genotiplerine oranla daha az olduğu bildirilmiştir (Güler, 1995).

Erzurum koşullarında yapılan bir çalışmada Kafkas, Orta Anadolu ve Erzurum bal arısı genotiplerinin yaşama güçleri sırası ile ortalama; %78,12, %84,21 ve %96,67 olarak bildirilmiştir (Genç vd., 1999a).

Muğla ve Ardahan'dan alınan bal arıları suni tohumlama ile oluşturulan KafkasxKafkas, MuğlaxMuğla, KafkasxMuğla ve MuğlaxKafkas genotiplerinin yaşama güçleri sırası ile %90,90, %100, %100 ve %90,90 olarak bildirilmiştir (Akyol vd., 2005).

Batı Karedeniz koşullarında Yığılca bal arısı genotipi, Kafkas bal arısı ırkı melezi ve Anadolu bal arısı ırkı melezleri ile yapılan bir çalışmada Kafkas grup bal arılarının yaşama gücü olarak diğer genotiplerden daha düşük performans gösterdiği bildirilmiştir (Gösterit vd., 2012).

### **2.1.3. Ergin Arılı Çerçeve Sayısı**

İtalyan, Kafkas, Karniyol bal arısı ırkları ile Starline, Midnite hibrit arıları ve İran bal arısı (*A.m meda*) ile populasyon gelişimi üzerine yapılan çalışmada *A.m. meda*'nın hibrit ve diğer ırklara göre populasyonunun daha düşük olduğu bildirilmiştir (Ebadi, 1988).

Akdeniz bölgesinde yapılan bir çalışmada, Anadolu, Kafkas, Muğla, Gökçeada, Trakya ve Alata bal arısı genotiplerinin arılı çerçeve sayılarının ortalama değerleri sırası ile 7,54, 8,68, 17,04, 13,94, 8,52 ve 13,84 adet/koloni olarak bildirilmiştir (Güler, 1995).

Erzurum yöresi koşullarında yapılan bir çalışmada Kafkas, Kafkas x Anadolu, Anadolu x Kafkas ve Anadolu bal arısı genotiplerinin ortalama arılı çerçeve sayıları  $16,54 \pm 0,26$  adet/koloni,  $16,00 \pm 0,22$  adet/koloni,  $18,46 \pm 0,22$  adet/koloni ve  $19,18 \pm 0,26$  adet/koloni olarak belirlenmiştir (Dodoloğlu, 2000).

Ege Bölgesi koşullarında Muğla ekotipi ve İtalyan melezi bal arılarının bazı performans özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada arılı çerçeve sayıları Muğla ekotipi ve İtalyan melezi bal arılarının  $5,65 \pm 0,30$  adet/koloni ve  $5,72 \pm 0,42$  adet/koloni olarak bulunmuştur.

Farklı Bal arigenotiplerinin arılı çerçeve sayıları arasında ( $P>0,05$ ) önemli düzeyde bir fark olmadığı bildirilmiştir (Yücel ve Kösoğlu, 2011).

Akdeniz bölgesinde toplanan ve geliştirilen bal arıları ile yapılan çalışmada, arılı çerçeve sayıları 2010, 2011 ve 2012 yıllarında sırası ile koloni başı ortalama  $3,71\pm 2,23$ ,  $3,01\pm 0,45$  ve  $4,02\pm 1,48$  adet olarak tespit edilmiştir (Kumova vd., 2012).

İran'da *Apis mellifera meda* bal arısının 1, 2 ve 3 günlük larvalardan üretilen ana arılarla oluşturulan kolonilerin bazı performans testlerinin yapıldığı çalışmada, 1 günlük larvalardan yetiştirilen ana arıların yönettiği en verimli kolonilerin performans oranları, 3 günlük larvalardan yetiştirilen en az verimli ana arılara kıyasla damızlık üretiminde %118, arı popülasyonunda %140 ve balda %154 olduğu bildirilmiştir (Mahbobi et al., 2014).

Adana ilinde 30 Mayıs 2009 ve 01 Ekim 2009 tarihlerinde 21 gün ara ile 5 kez ölçüm yapılarak bal arısı koloni performanslarının belirlendiği bir çalışmada; bal arısı genotiplerinin ölçüm dönemlerinde belirlenen ortalama ergin arılı çerçeve sayılarının Mersin ve Hatay illerinden temin edilen ana arılardan oluşturulan arı kolonilerinde sırasıyla  $6,57\pm 2,14$  ve  $6,72\pm 2,28$  adet/koloni ile en yüksek değere, Osmaniye ve Kilis illerinden oluşturulan genotip grupların ise sırasıyla  $4,94\pm 1,37$  ve  $5,23\pm 1,29$  adet/koloni ile en düşük değere sahip olduğu bildirilmiştir (Burğut, 2017).

Orta Karadeniz koşullarında yapılan bir çalışmada Batı Karadeniz (Yığılca), Orta Karadeniz (Korgan) ve Doğu Karadeniz (Camili)'de bulunan bal arısı genotiplerinin 3.04.2012-22.09.2012 tarihleri arasında ölçülen ortalama arılı çerçeve sayıları sırası ile Kafkas, Korgan ve Yığılca  $7,58\pm 0,25$  adet/koloni,  $8,70\pm 0,25$  adet/koloni,  $8,32\pm 0,26$  adet/koloni olarak bildirilmiştir (Günbey ve Cengiz, 2021).

#### **2.1.4. Koloni Ağırlık Değişimi**

Erzurum koşullarında yapılan bir çalışmada, nektar akımı dönemi boyunca Erzurum, Kafkas ve Anadolu genotiplerinin koloni ağırlık değişimleri takip edilmiştir. Çalışma sonucuna göre Erzurum, Kafkas ve Anadolu genotiplerinin koloni ağırlık değişimlerinin sırası ile  $35,80\pm 5,15$ ,  $36,00\pm 3,83$ ,  $38,64\pm 5,78$  olduğu bildirilmiştir (Dülger, 1997).

Erzurum koşullarında yapılan bir çalışmada, nektar akımı dönemi boyunca yürütülen bir çalışmada Kafkas, KafkasxAnadolu, AnadoluxKafkas ve Anadolu genotiplerinin koloni ağırlık kazançları ölçülmüştür. Oluşturulan kolonilerin ortalama koloni ağırlık kazançları sırası ile  $18,36\pm 2,27$ ,  $16,69\pm 1,36$ ,  $21,39\pm 2,73$ ,  $22,27\pm 2,26$  kg olarak bildirilmiştir (Dodoloğlu, 2000).

Hatay yöresi koşullarında Karniyol, İtalyan ve Muğla bal arısı genotipleri ile 11.06.2002-27.05.2003 tarihleri arasında 15 gün aralıklarda 26 dönem boyunca ölçülen koloni ağırlık ortalamaları  $24,00\pm 0,39$ ,  $24,48\pm 0,50$ ,  $23,54\pm 0,31$  kg/koloni olarak bildirilmiştir (Gül, 2003).

Bal arısı kolonilerinde nektar akımı döneminde kolonilerdeki ağırlık değişiminin takip edildiği bir çalışmada; Kafkas, Karniyol ve Anadolu genotiplerinin ortalama ağırlık kazancı 2001 yılında sırasıyla  $18,13\pm 2,46$  kg,  $13,50\pm 1,53$  kg ve  $16,38\pm 2,33$  kg olup; aynı genotipler için 2002 yılında ise  $9,00\pm 1,73$  kg,  $8,50\pm 1,55$  kg ve  $7,95\pm 1,28$  kg olarak bildirilmiştir (Kutluca, 2003).

### **2.1.5. Kuluçka Üretim Etkinliği**

Orta Avrupa ve Akdeniz bal arıları üzerine yapılan çalışmada Akdeniz bal arılarının kuluçka alanının daha çok olduğu bildirilmiştir (Ruttner, 1985).

Anadolu, Kafkas, Muğla, Gökçeada, Trakya ve Alata bal arısı genotiplerinin sırası ile  $1111,60\pm 128,67$  cm<sup>2</sup>,  $1184,80\pm 162,85$  cm<sup>2</sup>,  $2387,50\pm 163,53$  cm<sup>2</sup>,  $2030,20\pm 188,86$  cm<sup>2</sup>,  $1433,90\pm 153,19$  cm<sup>2</sup> ve  $1501,50\pm 128,81$  cm<sup>2</sup> ortalama kuluçka alanında sahip olduğu bildirilmiştir (Güler, 1995).

Yapılan bir çalışmada Kafkas, Anadolu ve Erzurum bal arısı genotiplerinde kuluçka alanını sırası ile ortalama  $3055,63\pm 280,31$  cm<sup>2</sup>,  $3584,28\pm 271,91$  cm<sup>2</sup> ve  $3897,03\pm 303,24$  cm<sup>2</sup> olarak bulunduğunu bildirilmiştir (Dülger, 1997).

Erzurum yöresinde yapılan bir çalışmada, Kafkas, Anadolu bal arısı ve bunların karşılıklı melezleri ile yapılan bir çalışmada; Kafkas bal arısı ırkında, KafkasxAnadolu melezinde

AnadoluxKafkas melezinde ve Anadolu bal arısı ırkında kuluçka alanları sırası ile  $3870,79 \pm 75,24 \text{ cm}^2$ ,  $4569,85 \pm 63,66 \text{ cm}^2$ ,  $4322,90 \pm 63,66 \text{ cm}^2$  ve  $4091,88 \pm 75,24 \text{ cm}^2$  olarak bulunduğu bildirilmiştir (Dodoloğlu ve Genç, 2002).

Ana arı yaşının kovanlardaki varroa popülasyon düzeylerine ve bal arısı (*A. mellifera caucasica*) kolonilerinin performansına etkisini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada 0, 1 ve 2 yaşındaki ana arıların bulunduğu kolonilerdeki kuluçka alanları sırası ile  $2673,58 \pm 39,69$ ,  $2711,75 \pm 39,68$  ve  $1815,08 \pm 39,70 \text{ cm}^2$  olduğu bildirilmiştir (Akyol vd., 2007).

Yükseltinin bal arılarının (*Apis mellifera* L.) yavrulu alanına etkisinin araştırıldığı bir çalışmada Hatay'a yerleştirilen kolonilerin yavru alanının Kahramanmaraş'a yerleştirilen kolonilerden daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Yıldız, 2007).

Erzurum yöresi şartlarına uyum sağlamış bal arıdan oluşturulan kolonilerle yapılan bir araştırmada; kolonilerin ana arılarının oluşturulduğu bölgeler Kuruçalı, Şehitler, Merkez, Mahmutçavuş, Samikale ve Kontrol A-B gruplarında ortalama kuluçka alanları sırasıyla;  $4697,26 \pm 386,52$ ,  $4838,93 \pm 408,28$ ,  $4455,57 \pm 376,01$ ,  $3087,44 \pm 282,96$ ,  $3333,73 \pm 314,87$ ,  $3663,80 \pm 293,48$ ,  $2716,80 \pm 201,06 \text{ cm}^2/\text{koloni}$  olarak bildirilmiştir (Cengiz, 2007).

EgexEge, EgexKafkas, KafkasxKafkas, KafkasxEge ve İtalyanxEge bal arısı genotiplerinde; kuluçka üretim etkinliği sırası ile  $4137,9 \pm 302,07 \text{ cm}^2$ ,  $4303,4 \pm 282,62 \text{ cm}^2$ ,  $1891,4 \pm 227,31 \text{ cm}^2$ ,  $3704,5 \pm 357,52 \text{ cm}^2$  ve  $4583,7 \pm 325,72 \text{ cm}^2$  olarak bildirilmiştir (Koç ve Karacaoğlu, 2009).

### 2.1.6. Bal Verimi

Bal verimini etkileyen en önemli özellik olan koloni popülasyonunun ilkbahar döneminde hızla arttığı; nektar akımı döneminde popülasyonun maksimum düzeye çıktığı; bal hasadından sonra kolonideki arı mevcudunun hızla azaldığı ve bunun sonbahara kadar sürdüğü bildirilmiştir (Kaftanoğlu ve Kumova, 1992).

Trakya koşullarında yapılan bir çalışmada; Kafkas, Anadolu, Muğla ve Trakya bal arısı genotiplerinin ortalama bal verimleri sırasıyla 29,97 kg, 24,86 kg, 23,17 kg ve 19,53 kg olarak belirlenmiştir (Doğaroğlu vd., 1992).

GAP Bölgesinde yapılan bir çalışmada; İtalyan, Kafkas, Ege, Trakya ve Güneydoğu Anadolu bal arısı genotiplerinin bal verimleri 19,7 kg, 20,4 kg, 17,6 kg, 23,9 kg, 23,3 kg ve 4,3 kg olarak belirlenmiştir (Kaftanoğlu vd., 1993).

Erzurum yöresi Kafkas, Orta Anadolu ve Erzurum bal arısı genotipleri ile yapılan bir çalışmada bal verimleri  $30,62 \pm 3,22$  kg/koloni,  $32,63 \pm 5,17$  kg/koloni ve  $35,41 \pm 5,36$  kg/koloni olarak bildirilmiştir (Genç vd., 1999).

Gezginci arıcılıkla yapılan bir çalışmada, Kafkas, Kafkas x Muğla, Muğla x Kafkas ve Muğla genotipleri ile oluşturulan kolonilerde ortalama bal verimleri sırası ile  $36,3 \pm 3,5$ ,  $33,1 \pm 3,5$ ,  $55,3 \pm 4,5$  ve  $43,0 \pm 4,1$  kg/koloni olarak bildirilmiştir (Akyol vd., 2006).

Melez karniyol bal arısından oluşturulan kolonilerde yapılan bir çalışmada, 1, 2 ve 3 yıllık peteklerin olduğu kolonilerdeki üretilen bal miktarının 4 yıllık petek olan kolonilerde üretilen ballardan önemli ölçüde fazla olduğu (sırasıyla 5,25, 4,90 ve 4,65 kg/koloni ve 4,45 kg/koloni) bildirilmiştir (Taha and Al-Kahtani, 2020).

Kafkas bal arısı (*Apis mellifera caucasica*) kolonileri ile yapılan bir çalışmada şeker şurubuna eklenen sodyum humatın koloni bal verimindeki etkileri araştırılmıştır. Deney kolonileri rastgele seçilerek 1:1 oranında sükröz şurubuna 4 farklı doz sodyum humat (5 cc, 10cc, 20cc, 50cc ve kontrol 0cc) eklendiği çalışmada bal verimi sırasıyla  $19,15 \pm 1,48$ ,  $26,35 \pm 1,83$ ,  $22,50 \pm 1,86$ ,  $8,75 \pm 1,29$  ve  $18,50 \pm 1,57$  kg/koloni olarak bildirilmiştir (Tunç vd., 2020).

Batı Karadeniz (Yığılca), Orta Karadeniz, (Korgan) ve Doğu Karadeniz (Kafkas)'de bulunan özgün bal arısı genotiplerinin Orta Karadeniz koşullarında performanslarının araştırıldığı çalışmada, Yığılca, Korgan ve Kafkas genotiplerinin yıl boyu izlenen performansları ergin arı gelişimleri ( $p < 0,05$ ), yavru üretimleri ( $p < 0,05$ ) ve mizaçları

( $p < 0,05$ ) arasındaki fark önemli bulunmuştur. Bal verimleri arasındaki fark ise önemli bulunmamıştır (Günbey ve Cengiz, 2021).

## **2.2. Davranışsal Özelliklerle İlgili Yapılan Önceki Çalışmalar**

### **2.2.1. Hijyen Davranışı**

Bal arılarının petek gözünü temizleme davranışlarını belirlemek için; bir peteğin kapalı yavru gözü bulunan bir bölümü kesilir, kesilen petek parçası dondurulup tekrar koloniyeye verilir. Kolonilerin verilen bu peteği 24 ile 48 saat sonraki temizleme davranışları gözlemlenir. Yapılan bu çalışmada koloninin hijyen davranışının; 48 saat içerisinde işçi arıların ölü pupa temizleme sayısının yüksekliğine bağlı olduğu bildirilmiştir (Spivak and Gilliam, 1998).

1992-1997 yıllarında bal arılarının hijyen davranışlarını belirlemek için yapılan bir çalışmada; seçilen ana arılar doğal olarak çiftleştirilmiştir. Bu şekilde oluşturulan kolonilerin, 1992 yılında ölü pupa temizleme düzeyinin %62,25 olduğu; 1997 yılında ise bu düzeyin %84,56 olduğu belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada iki yıl arası kıyaslama yapıldığında kolonilerde yavru hastalıklarında azalma olduğu ve üretilen ana arıların, ana arı yetiştiriciliğinde önemli bir seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Palocio et al., 2000).

Yapılan bir çalışmada, araştırmacılar bal arısı kolonilerinde orta yaşta işçi bal arılarının gösterdiği temizleme davranışının hijyenik bir davranış olduğunu belirtilmiştir. Ayrıca işçi arıların yavru gözünü temizleme davranışının, ölü veya hasta pupaların üzerini açma davranışından daha düşük olduğunu bildirmişlerdir (Arathi et al., 2000).

Bal arılarının hijyen davranışı üzerine yapılan bir çalışmada; bal arılarının hijyen davranışının genetik bir özellik olduğu ve bu davranışın 15-20 günlük işçi bal arılarının beyinlerinin ön lobundan salgıladıkları oktopamin hormonunun etkinliği ile gerçekleştiği ve fizyolojik bir davranış olduğunu bildirilmiştir (Spivak et al., 2003).

Arazide yapılan bir çalışmada, kireç hastalığı bulunan bir kolonide fenetil asetat maddesi kullanıldığında arı kolonilerinin hijyenik davranışa yöneleceği bildirilmiştir (Swanson, et al., 2009).

Karadeniz Bölgesinde yaygın olarak bulunan bal arısı kolonilerinde yapılan bir çalışmada; rastgele belirlenen 90 adet bal arısı kolonisinde, ölü pupa temizleme davranışları incelenmiştir. Araştırmacılar toplam altı ay boyunca, sıvı nitrojen uyguladıkları kapalı pupa gözlerinde 48 saat sonra, temizlenmiş pupa gözü sayısına bakmışlar ve bal arılarının hijyen davranışında arı ırk ve ekotipinin ( $P<0,01$ ) önemli olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışma sonunda Karadeniz arı ekotipinin ıslah ve seleksiyon programı ile hijyen davranış özelliğinin geliştirilebileceği bildirilmiştir (Güler vd., 2010).

### **2.2.2. Hırçınlık Davranışı**

Bal arılarının savunma davranışları puanlama sistemi 0, 1, 2, 3 ve 4 olmak koşulu ile çok hırçın, hırçın, sinirli, sakin ve çok sakin özellik gösteren bal arısı şeklinde hırçınlık eğiliminin belirlendiği bildirilmiştir (Ruttner, 1972).

İtalyan, Kafkas, Karniyol saf bal arısı ırkları ile Starline, Midnite hibrit arılar ve yerel İran bal arılarından oluşturulan kolonilerle yapılan bir çalışmada, hırçınlık eğiliminin İran bal arılarında en fazla olduğu, denemeye alınan diğer bal arılarının ise daha sakin bir davranış gösterdikleri bildirilmiştir (Ebadi, 1988).

GAP Bölgesi'nde yapılan bir çalışmada İtalyan, Karniyol ve Trakya arı genotiplerinin sakin ve iyi huylu olduğu; Suriye bal arısının sokma eğiliminde ve saldırgan olduğu, Ege arısının ise kovan açıldığında hareketlendiği bildirilmiştir (Kaftanoğlu vd., 1993).

Kafkas, Anadolu ve Erzurum bal arısı genotipleri ile yapılan hırçınlık testinde; 60 saniye içinde kolonilerde iğne sayıları ortalama 9,14 adet, 16,86 adet ve 29,71 adet olarak belirlenmiştir (Dülger, 1997).

Saf Kafkas bal arısı ve Muğla ekotipi ile bunların karşılıklı melezlerinden oluşturulan kolonilerde hırçınlık davranışı bakımından yapılan bir çalışmada, Saf Kafkas (KxK), Kafkas ana Muğla baba (KxM) melezi, saf Muğla (MxM) genotipi ve Muğla ana Kafkas

baba (MxK) melezinden oluşturulan kolonilerin kovan giriş deliği önünde, 60 saniyelik bir sürede bir sarkaç ile siyaha boyanmış tenis topu sallanmış tenis topu sallanmıştır. Bu süre içerisinde tenis topu üzerindeki iğne adetleri sırası ile  $3,73\pm 0,77$ ,  $7,73\pm 0,80$ ,  $15,00\pm 1,33$  ve  $19,90\pm 2,12$  olarak bildirilmiştir (Akyol, 2003).

Erzurum ilinde yapılan bir çalışmada, Kafkas, KafkasxAnadolu, AnadoluxKafkas, Anadolu gruplarını temsil genotiplerin hırçınlık testleri sonucunda koloni başına ortalama iğne sayıları sırasıyla  $4,14\pm 0,77$ ,  $6,00\pm 1,23$ ,  $11,43\pm 2,26$  ve  $16,57\pm 2,34$  adet olarak bildirilmiştir (Dodoloğlu ve Genç, 2004).

Ordu, Posof ve İkizdere balarları (*Apis mellifera* L.) bazı performans özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada; Anzer yaylası koşullarında nektar akımı dönemindeki hırçınlık testleri sonucu sırası ile  $3,00\pm 0,45$ ,  $2,60\pm 0,47$  ve  $2,40\pm 0,35$  adet iğne sayısı/koloni olarak bildirilmiştir (Sıralı vd., 2007).

Doğu Anadolu koşullarında Buckfast, Karniyol, Kafkas ve Erzurum genotiplerinin hırçınlık, yağmacılık ve oğul eğilimi belirlemek için yapılan çalışmada, Kafkas genotipi  $6,22\pm 0,65$  adet/koloni ile en sakin, Erzurum genotipi  $12,12\pm 1,08$  adet/koloni ile en hırçın genotip olarak belirlenmiştir. Genotipler arasındaki hırçınlık eğilimi yönünden fark çok önemli bulunmuştur. Buckfast genotipi  $1,57\pm 0,17$  adet ile yağmacılık eğilimi en fazla,  $0,62\pm 0,16$  değerle Karniyol genotipinin yağmacılık eğilimin en düşük olduğu belirlenmiştir. Genotipler arasındaki oğul eğilimi açısından fark istatistik olarak önemli bulunmuştur (Cengiz ve Erdoğan, 2017).

### **2.3. Balın Fizikokimyasal Özellikleri ile İlgili Yapılan Çalışmalar**

Balın insan sağlığı için faydalı özelliklerinin, balın bileşimine, bal arısının nektar aldığı bitkinin türüne, üretim şekline ve çevresel koşullara göre değişim gösterdiği bildirilmiştir (Anklam, 2001).

Avrupa mevzuatında balın fizikokimyasal kalite kriterleri tanımlanmıştır (Council,2002). Mevzuata göre; balın nem içeriği, şeker içeriği, serbest asitlik, diastaz aktivitesi, kül

miktarı, elektriksel iletkenlik ve HMF içeriği ana kalite kriterleri olarak bildirilmiştir (Kirs et al., 2011).

Balın şeker kompozisyonunun kolonilerin bulunduğu bölgeler ve arıların florada ziyaret ettikleri bitkilerden etkilendiği bildirilmiştir (Tornuk et al., 2013).

Azerbaycan Gence Kazak Ekonomik Bölgesi balları ile yapılan bir çalışmada, Gence Kazak Ekonomik Bölgesi'nin 8 farklı idari bölgesinden (Rayon) toplanan toplam 23 adet bal örneğinin fizikokimyasal analiz sonuçları ortalama değerleri Kül miktarı  $0,13 \pm 0,1$  g/100 g, elektriksel iletkenlik  $0,37 \pm 0,18$  mS/cm, nem  $16,00 \pm 1,01$  %, pH  $3,50 \pm 0,22$ , serbest asitlik  $18,68 \pm 5,41$  meq/kg ve toplam asitlik  $31,74 \pm 11,44$  meq/kg, glukoz içeriği  $33,26 \pm 4,43$  g/100 g, fruktoz içeriği  $40,24 \pm 2,85$  g/100 g, Sukroz miktarının ise ortalama  $1,35 \pm 0,98$  g/100 g olduğu bildirilmiştir (Çobanoğlu, 2017).

Marmara bölgesinin farklı yerlerinde üretilen karaçalı (*Paliurus spina-christi* Miller) balları ile yapılan bir çalışmada, nem değerleri %12 ile %16 arasında bulunurken, optik rotasyon değerleri negatif olarak kaydedilmiş, prolin değerleri standart sapma çok yüksek olan değer çıkarıldığında ortalama  $807,57 \pm 213,50$  mg/kg olarak tespit edilmiştir. Ballarda şeker profili olarak sadece 3 şeker türü belirlenmiş, fruktoz değeri min %30 ve max %38 bulunurken, glukoz değeri, %23 ile %30 arasında, sukroz şekeri ise bazı ballarda tayin değerlerinin altında ballarda ise %1'in altında olarak bildirilmiştir (Malkoç, vd., 2019).

Çorum ilinin farklı bölgelerinden toplanan 47 bal örneğinin bazı kalite parametrelerinin araştırıldığı çalışmada balların ortalama değerleri, pH 3,83 (3,55-4,20), çözünür kuru madde  $81,5^\circ\text{Bx}$  (76,8-83,8), nem %16,9 (14,5-21,7), serbest asitlik 32,2 meq/kg (21,1-47,8), HMF 3,5 mg/kg (0,3-36,5), kül %0,18 (0,02-1,58), elektriksel iletkenlik 350  $\mu\text{S/cm}$  (205-674), diastaz sayısı 16,4 (0,1-32,2), glukoz %30,4 (26,0-34,3), fruktoz %35., (31,5-39,1), sukroz %0,34 (<0,05-4,64) olarak bildirilmiştir (Güzel ve Bahceçi, 2020).

Bingöl ili ve ilçelerinden alınan 8 adet bal örneği ile yapılan çalışmada, ortalama serbest asitlik 10,675 meq/kg, diastaz sayısı 22,5, HMF 45,148 mg/kg, suda çözülmeyen kuru madde %0,00575 ve kül yüzdesi %0,45 olarak bulunmuştur (Yaşar ve Söğütü, 2020).

Karabük ili Yenice ilçesinde üretilen monofloral ıhlamur balları ile yapılan çalışmada, 13 farklı lokasyondan toplanan 54 bal numunesinin fizikokimyasal analizleri sonucunda ortalama elektriksel iletkenlik değerleri  $0,873 \pm 0,169$  mS/cm, diastaz içerikleri  $18,75 \pm 7,69$ , HMF değerleri  $4,409 \pm 2,020$  mg/kg, pH değerleri  $4,08 \pm 0,254$ , kül değerleri  $0,288 \pm 0,068$ , nem değerleri  $17,60 \pm 1,24$ , serbest asitlik değerleri  $37,57 \pm 11,74$ , prolin değerleri  $665,955 \pm 210,527$  mg/kg, suda çözünmeyen madde miktarları  $0,0344 \pm 0,038$  g/100 g, G+F oranları  $68,45 \pm 4,90$  g/100 g, sakkaroz miktarları  $1,70 \pm 0,53$  g/100 g olarak bildirilmiştir (Canlı, 2021).

Birleşik Arap Emirlikleri'nin (BAE) 2017-2021 yılları arasında Dubai limanları üzerinden ithal ettiği balların fizikokimyasal kalite özelliklerinin değerlendirildiği bir çalışmada; balların şeker bileşenleri, nem, hidroksimetilfurfural (HMF) içeriği, serbest asitlik ve diastaz sayıları belirlenmiştir. Test edilen 1054 örneğin Emirates bal standardına uyduğu, ancak 276'sının (%20,8) uymadığı belirtilmiştir. Uyumlu olmayan numunelerin sakkaroz içeriğinin ortalama değerleri %5,1 ile %33,4 arasında değiştiği; glukoz ve fruktoz toplamının %19,6 ile %88,1 aralığında olduğu; nem içeriğinin %17,2 ile %24,6 arasında değiştiği; HMF değerinin 83,2 ile 663,0 mg/kg aralığında olduğu ve serbest asitliğin 52 ile 85 meq/kg arasında değiştiği bildirilmiştir (Osaili et al., 2023).

Sri Lanka'da *A. dorsata* ve *A. cerana* bal arılarından üretilen balların kimyasal içeriklerinin araştırıldığı bir çalışmada; pH değerlerinin sırasıyla 4,14–5,55 ve 4,54–6,33 arasında değiştiği, elektriksel iletkenliklerinin  $0,39-2,59$  mS cm<sup>-1</sup> arasında değiştiği, serbest asitliğin *A. dorsata* için 25-81,7 meq/kg arasında olduğu, *A. cerana* için ise 40-82,7 meq/kg arasında olduğu belirlenmiştir. *A. dorsata* ve *A. cerana* bal örneklerinin HMF (hidroksimetilfurfural) içeriği sırasıyla 9,38-49,50 mg/kg ve 7,49-53,94 mg/kg belirtilmiştir (Tennakoon et al., 2023).

Sinop'un Erfelek, Ayancık ve Türkeli ilçelerinden rastgele seçilerek toplanan 43 adet kestane balı örneği ile yapılan bir çalışmada, kestane balının düşük HMF değerlerinde, düşük nem içeriğine, yüksek prolin miktarına sahip olduğu ve diğer kestane ballarına kıyasla yüksek kaliteli olduğu bildirilmiştir. Bazı kestane balı örneklerinde gözlenen 1000 mg/kg'ı aşan yüksek prolin içeriğinin ve 1 mg/kg'ın altındaki düşük HMF değerlerinin balın yüksek kalitede olduğunu ve güvenilirliğini ortaya koyduğu ifade edilmiştir. Bunula

birlikte ortalama pH değerinin 4.81 ve serbest asitlik değerlerinin 50 meq/kg'ın altında olmasının bulguları desteklediği bildirilmiştir (Avşar vd., 2023).

#### **2.4. Balda Melissopalinolojik Analizlerle İlgili Yapılan alışmalar**

Balın botanik kaynağını araştıran, içerisindeki polenleri tanımlayan ve analiz edebilen bir bilim kolu olarak melissopalinoloji tanımlanmıştır. 1845 yılında ilk defa Pfister tarafından polen analizi yapılmıştır ve uzun yıllar bu yöntem balın kalitesini belirlemede kullanılmıştır (Pfister, 1895).

Polen analizi üzerine balda yapılan birçok araştırma vardır (Louveaux et al., 1978). Bu analizlerden 1951 yılında Maurizio'nun uyguladığı yöntem günümüzde de hala kullanılmaktadır (Maurizio, 1951). Balın kaynağını tespit etmede hala uygun bir analitik metodun olmaması, botanik kaynağın belirlenmesini zorlaştırmaktadır (Anklam and Radovic, 2001).

Ballar içerdikleri floral kaynaklara göre polifloral ballar ve monofloral ballar olarak gruplandırılırlar. Dünya'da bal çeşitliliği bakımından, Türkiye bulunduğu coğrafik iklim kuşağından dolayı en zengin ülkelerden biri olarak bildirilmiştir (Can vd., 2015; Kenjerić et al., 2008).

Azerbaycan Gence Kazak Ekonomik Bölgesi balları ile yapılan bir çalışmada, 8 farklı idari bölgeden (Rayon) toplanan toplam 23 adet bal örneğinin, melissopalinolojik analizleri neticesinde ile balların polen içerikleri, 10 gr baldaki toplam polen sayısı (TPS-10 g) ve nişasta içerikleri incelenmiş ve 34 farklı bitki familyası, 42 adet bitki cinsi ve 4 tür belirlenmiş ve 7 balın monofloral, 16 balın multifloral olduğu bildirilmiştir (obanoğlu, 2017).

Bingöl ilinin Solhan yöresinde arazi çalışmaları ile arı florası ve arıcılarla yapılan anketlerin değerlendirildiği bir çalışmada, bal arılarının nektar, polen ve diğer arı ürünleri için kaynak olarak kullandığı bitkiler kayıt altına alınmıştır. Çalışma sonucunda arıcılık açısından önemli sayılacak 25 bitki familyasına ait 100 bitki taksonu tespit edilmiş ve taksonlardan 7'si endemik olarak belirlenmiştir. Takson miktarı en fazla olan familyalar;

Asteraceae (31), Lamiaceae (15), Fabaceae (15), Rosaceae (4), Caprifoliaceae (3), Caryophyllaceae (3), Hypericaceae (3), Asparagaceae (2) şeklinde bildirilmiştir (Polat vd., 2020).

Karabük ili Yenice ilçesinde üretilen monofloral ıhlamur balları ile yapılan çalışmada, 13 farklı lokasyondan toplanan 54 bal numunesinin melissopalinolojik analizler neticesinde, bölge ballarında toplam 37 familyaya ait 87 takson tespit edilmiştir. Bölge ballarının 8 tanesinin dominant, 7 tanesinin sekonder, 24 tanesinin minör ve 8 tanesinin eser oranda *Tilia* poleni içerdiği, 7 balda ise hiç *Tilia* polenine rastlanmadığı bildirilmiştir (Canlı, 2021).

Bingöl Merkezde aralarında belli bir mesafe bulunan farklı aralıklardan toplanan arı polenlerinde 30 familya ve 49 cinse ait polen saptanmış ve Asteraceae, Fabaceae, Rosaceae familyaları ve *Plantago lanceolata*, *Trifolium* sp., *Salix* sp., *Ranunculus* sp., *Achillea* sp., *Hypericum* sp., *Rumex* sp., *Sanguisorba* sp., *Pyrus* sp., *Juglans regia* ve *Carex* sp. taksonlarının yoğun çıktığı bildirilmiştir (Düzdaban, 2022).

Tokat ilinde üretilen balların polen içeriklerinin belirlenmesi için yapılan bir araştırmada, toplanan 24 bal numunesinde, 44 taksona ait polen belirlenmiştir. Polenleri en fazla tespit edilen taksonlar; *Salix* (%25,02), *Helianthus annuus* (%16,83), Rosaceae (%7,90), Fabaceae (%7,72), Brassicaceae (%4,78), Asteraceae (%4,01), *Castanea sativa* (%3,84), Amaranthaceae (%3,54), *Onobrychis/Hedysarum* (%3,53), *Paliurus spina-christii* (%3,25) olarak tespit edilmiştir. Bal numunelerinin 16 tanesinin monofloral olduğu, bir adet bal numunesinde ise hiçbir şekilde polen içeriğine rastlanmadığı ve 10 g balda bulunan toplam polen sayısı değerlerinin 850-294378 arasında olduğu bildirilmiştir (Kılıçarslan, 2023).

Türkiye'nin Batı Karadeniz bölgesinde bulunan Kastamonu ilinde üretilen balların palinolojik ve fiziko-kimyasal özelliklerini karakterize etmek amacıyla 2017-2018 yılları arasında 33 bal örneği toplanılarak yapılan araştırmada, melissopalinolojik analiz yapılan bal örneklerinin familya düzeyinde 18, cins düzeyinde 31 olmak üzere toplam 49 taksona ait polen içerdiği tespit edilmiştir. Poleni tespit edilen en yaygın takson *Castanea sativa*, diğer önemli taksonların ise Apiaceae, Asteraceae, Amaranthaceae, Boraginaceae, Brassicaceae, Fabaceae ve Lamiaceae olduğu tespit edilmiştir. 33 bal örneğinden 11'inin monofloral geri

kalan 22 örneğin ise multifloral özellikte olduğu belirlenmiştir. Bal örneklerinin TPS-10 g sonuçlarına göre ise 10 g baldaki toplam polen sayısının ise 1.051 ile 325.108 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Bal örneklerinin nem oranının %11,9 ile %18,9, fruktoz + glikoz değerlerinin 35,84 ile 84,1 g/100 g, HMF içeriğinin 0,38 ile 21,31 ppm, toplam fenolik içeriğinin 39,6 ile 138,8 mg GAE/100 g arasında değiştiği, GC-MS analizi sonucunda bal numunelerinin aldehitleri, alifatik asit ve esterlerini, alkolleri, hidrokarbonları, flavonoidleri, karboksilik asit ve esterlerini, ketonlar ve şeker gruplarına ait bileşikleri içerdiği bildirilmiştir (Uzunca vd., 2023).

Sinop'un Erfelek, Ayancık ve Türkeli ilçelerinden rastgele seçilerek toplanan 43 adet kestane balı örneği ile yapılan bir araştırmada, bal numunelerinin polen analizi sonuçlarına göre %90'ın üzerinde kestane poleni içerdiği belirlenmiştir (Avşar vd., 2023).

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Arı Kolonileri

Bu çalışmada besin miktarı ve yetişkin arı sayısı olarak eşitlenmiş 5 çerçeve eşit güçte Kafkas (*A. m. caucasia*) arısının Camili ve Posof genotipi melezleri, Karniyol Arısı (*A. m. carnica*) melezi ve dışardan arı giriş çıkışının olmadığı sabit arıcılık yapılan, Bingöl merkeze bağlı Yenibaşlar köyünde bulunan bir arıcıdan temin edilen ve bu çalışmada gruplar arası karışıklıklar olmasın diye Bingöl bal arısı genotipi olarak adlandırılan koloniler kullanılmıştır. Kafkas arısının Camili ve Posof genotipleri Tarım ve Orman Bakanlığı Ana Arı Üretim İzni olan işletmeden alınan saf damızlık ana arılar kullanılarak oluşturulmuştur. Karniyol bal arısı melezleri bir arıcıdan alınan damızlık materyal kullanılarak üretilen kolonilerden oluşturulmuştur.

##### 3.1.2. Kovan Materyali

Çalışmada, tahtadan yapılmış altı havalandırılmalı kovan materyali olarak standart ölçüde 505x435x258 mm Langstroth kovanlar kullanılmıştır.

##### 3.1.3. Diğer Malzemeler

Çalışmada, hassas terazi, cetvel, tenis topu, arıcılık alet ve ekipmanları kullanılmıştır.

##### 3.1.4. Deneme Alanının İklim Özellikleri

Çalışma Bingöl ili sınırları içerisinde iki farklı bölgede gerçekleştirilmiştir. Araştırmada kullanılan genotip gruplarına ait koloniler, kış aylarını koordinatları 38°55'09"N 40°28'16" E ve deniz seviyesinden yüksekliği 1.185 metre olan, Bingöl merkezde bulunan Bingöl

Üniversitesi Modern Arıcılık Kompleksi içerisinde geçirmiştir (Şekil 3.1). Genotiplerin Nisan, Mayıs ve Haziran aylarında performans testleri Bingöl Merkezde alınmıştır. Bal arısı kolonileri 2022 ve 2023 yılları Haziran ayı sonunda Sancak beldesi Tepebaşı köyü Karapınar mezrası 39°05'39"N 40°32'47"E koordinatlarında ve deniz seviyesinden yüksekliği 1.957 metre olan Eskiçimen yaylasına taşınmıştır (Şekil 3.2-3).



Şekil 3.1. Bingöl Üniversitesi Modern Arıcılık Kompleksi uydu görüntüsü (Google eart, 2023)



Şekil 3.2. Bingöl-Sancak Beldesi–Tepebaşı köyü-Eskiçimen Yaylası uydu görüntüsü (Google eart, 2023)



Şekil 3.3. Bingöl-Sancak Beldesi-Tepebaşı Köyü-Eskiçimen Yaylası (Anonim, 2023)

Araştırmanın yapıldığı 2022 ve 2023 yılına ait bazı önemli iklim değerleri Tablo 3.1-2’de verilmiştir.

Tablo 3.1. Bingöl merkez 2022 – 2023 yıllarına ait bazı iklim verileri (MGM, 2023)

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)		Ortalama Nispi Nem (%)		Toplam Yağış Miktarı (mm=kg/m <sup>2</sup> )	
	Yıllar		Yıllar		Yıllar	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023
Ocak	-2,24	1,23	75,27	67,14	171,00	21,00
Şubat	1,72	-2,56	72,26	69,19	77,60	130,20
Mart	1,90	8,34	71,46	70,59	248,60	214,60
Nisan	13,83	11,07	45,59	67,20	50,40	182,20
Mayıs	14,97	15,96	57,11	55,71	96,80	139,00
Haziran	23,01	21,74	41,09	46,08	21,20	23,40
Temmuz	27,00	-	29,85	-	0,00	-
Ağustos	27,88	-	27,02	-	0,00	-
Eylül	22,48	-	31,27	-	5,20	-
Ekim	16,59	-	47,07	-	19,60	-
Kasım	8,43	-	69,10	-	91,00	-
Aralık	5,13	-	73,66	-	9,60	-
<b>Ortalama/Toplam</b>	<b>13,39</b>	<b>9,30</b>	<b>53,40</b>	<b>62,65</b>	<b>791</b>	<b>710,4</b>

Tablo 3.2. Sancak beldesi 2022 – 2023 yıllarına ait bazı iklim verileri (MGM, 2023)

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)		Ortalama Nispi Nem (%)		Toplam Yağış Miktarı (mm=kg/m <sup>2</sup> )	
	Yıllar		Yıllar		Yıllar	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023
Ocak	-6,10	-5,84	82,65	76,05	27,90	27,40
Şubat	-2,71	-7,51	80,81	81,74	39,40	44,70
Mart	-2,85	4,63	77,85	78,49	68,40	139,30
Nisan	9,16	6,94	57,90	75,55	15,00	145,50
Mayıs	11,17	11,34	61,73	66,56	57,90	137,20
Haziran	18,56	17,18	50,79	61,80	35,00	25,30
Temmuz	22,64	21,93	39,42	44,89	1,20	11,00
Ağustos	24,47	25,13*	31,20	34,25*	0,00	0,00*
Eylül	18,29	-	35,53	-	2,30	-
Ekim	12,81	-	53,38	-	33,40	-
Kasım	5,04	-	74,17	-	65,60	-
Aralık	1,84	-	79,29	-	11,80	-
<b>Ortalama/Toplam</b>	<b>9,39</b>	<b>9,23</b>	<b>60,40</b>	<b>64,92</b>	<b>357,90</b>	<b>530,40</b>

\*2023 yılı Ağustos ayına ait ilk 12 günlük verilerdir.

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Araştırmada Kullanılan Koloniler

Bingöl Üniversitesi arılığında yürütülen çalışmaya 10'ar adet Kafkas (*A.m. caucasica*) Camili ve Posof Ekotipleri, 10 adet Bingöl genotipi ve 10 adet Karniyol arısı (*A.m. carnica*) melezi olmak üzere toplam 40 adet bal arısı kolonisi ile başlanılmıştır (Şekil 3.4-5). Arı kolonileri saf damızlık materyallerden 1 günlük larva transferi yapılarak oluşturulmuştur.



Şekil 3.4. Araştırmada kullanılan arı kolonileri (Bingöl Üniversitesi Modern Arıcılık Kompleksi)



Şekil 3.5. Araştırmada kullanılan koloniler (Sancak Beldesi–Tepebaşı köyü - Eskiçimen Yaylası)

### 3.2.2. Araştırmada Kullanılan Kolonilerin Bakım ve Beslemesi

Araştırma süresince nektar akımının olmadığı dönemlerde arı kolonilerine ilkbahar bakımları ve sonbahar bakımları çerçevesinde 2:1 oranında şeker şurubu ve kekle besleme yapılmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Arı kolonilerinin bakım ve beslemesi

### 3.2.3. Fizyolojik Özelliklerle ilgili Yapılan Ölçümler

#### 3.2.3.1. Yaşama Gücü

Çalışmada kullanılan kolonilerde, çalışma sürecinde ana arısını kaybeden ve çeşitli sebeplerden dolayı sönen koloniler kayıt altına alınmış ve bu değerlere bağlı olarak % yaşama gücü hesaplanmıştır (Güler 1995; Gençler 1996; Dülger 1997; Akyol 1998; Gözenler 2000).

#### 3.2.3.2. Ergin Arı Çerçeve Sayısı

Kovanda üstü tamamen ergin arı ile kaplı çerçeve sayısı kayıt altına alınmıştır. Bu süreçte anasını kaybeden ve sönen koloniler çalışma dışı bırakılmıştır (Doğaroğlu, 1981; Fıratlı ve Karacaoğlu 1995; Yücel ve Kösoğlu 2011).

#### 3.2.3.3. Kuluçka Alanı

Araştırma süresince açık ve kapalı yavrulu çerçeveler ile açık ve kapalı yavru alanları ölçülmüş (Şekil 3.7) ve Puchta yöntemi ile hesaplanmıştır (Fresnaye and Lensky, 1961; Doğaroğlu 1981; Doğaroğlu vd., 1986; Kaftanoğlu vd., 1993; Güler vd., 1999; Yücel ve Kösoğlu, 2011).

$$S = 3,14 \times \frac{A}{2} \times \frac{a}{2} \quad (3.1)$$

**Bu eşitlikte; S:** alan, **A:** elipsin uzun eksenini, **a:** elipsin kısa eksenini olarak verilmiştir.



Şekil 3.7. Genotiplerin kuluçka alan ölçümü

### 3.2.3.4. Kışlama Yeteneği

Çalışmada kışlama yeteneğini belirlemek için sonbahar döneminde koloniler üzeri tamamen arılı ile kaplı 5 çerçeve olarak kışlamaya alınmış ve ilkbahar döneminde tekrar arılı çerçeve sayısı kayıt altına alınmıştır (Akyol ve ark. 2005). Aşağıda verilen formüle göre % kışlama yeteneği hesaplanmıştır.

$$(\%)\text{Kışlama Yeteneği} = \frac{\text{Bahardan Çıkan Arılı Çerçeve Sayısı}}{\text{Kışa Giren Arılı Çerçeve Sayısı}} \times 100 \quad (3.2)$$



Şekil 3.8. Arı kolonilerinin kışı geçirdiği bölge (Bingöl Üniversitesi Modern Arıcılık Kompleksi)

### 3.2.3.5. Kolonilerin Ağırlık Değişimi

Çalışmada kolonilerdeki ağırlık değişimleri ilkbaharda besleme ile başlamış 2 haftada bir kantar ile tartılarak (Şekil 3.9) kayıt altına alınmıştır (Akyol, 1998; Dodoloğlu, 2000).



Şekil 3.9. Kolonilerin ağırlık değişimi ölçümü

### 3.2.3.6. Bal Verimi

Çalışmada bal verimi hasat işlemi yapılmadan kovana tartılmış, hasat yapıldıktan sonra daha önce işaretlenmiş çerçeveler tekrar aynı kovana yerleştirilip kovana tekrar tartılmıştır (Şekil 3.10). Sağım öncesi ve sonrası kovana ağırlıkları birbirinden çıkarılarak bal verimi hesaplanmıştır (Güler, 1995; Gençer 1996; Dülger, 1997; Akyol, 1998).



Şekil 3.10. Genotiplerin bal veriminin belirlenmesi

### 3.2.4. Davranışsal Özelliklerle İlgili Yapılan Ölçümler

#### 3.2.4.1. Hijyenik Davranış

Kolonilerde hijyenik test yapmak amacı ile işaretlenmiş kapalı yavru içeren bir alanda, belirli sayıdaki kapalı yavrular bir toplu iğne yardımı ile delinmiş ve pupaların ölmesi sağlanmıştır. Bu alanın fotoğrafı çekilerek kapalı yavru sayısı kayıt altına alınmıştır. 24 saat sonra işaretli alandaki temizlenmiş kapalı göz sayısı, fotoğrafı çekilmek suretiyle tespit edilmiştir (Şekil 3.11). Elde edilen verilerden aşağıdaki formül kullanılarak (%) hijyenik davranış performansı hesaplanmıştır.

$$\text{Temizleme Oranı (THB)}(\%) = \frac{(a-b-c)}{a} \quad (3.3)$$

a: En baştaki tüm kapalı göz sayısı

b: İçinde ölü yavru bulunan açık hücre sayısı

c: Geri kalan kapalı göz sayısıdır (Palacio et al., 2000).



Şekil 3.11. Genotiplerin hijyenik davranış testi

#### 3.2.4.2. Hırçınlık

Kolonilerin hırçınlık eğilimi belirlemek için bir tenis topu siyaha boyanmış ve kolonilerin giriş delikleri önünde 60 sn boyunca sallanmıştır (Şekil 3.12). Bu süre içinde tenis topuna

saldıran ve sokan arı sayısı, tenis topu üzerindeki iğne sayısı sayılarak tespit edilip kayıt altına alınmıştır (Güler, 1995, Gençer 1996, Dülger, 1997, Akyol, 1998).



Şekil 3.12. Genotiplerin hırçınlık testi

### **3.2.5. Balın Fizikokimyasal Analizleri**

#### **3.2.5.1. Bal Numunelerinin Hazırlanması**

Bal numuneleri bal verimleri belirleme aşamasında 06.09.2022 ve 12.08.2023 tarihlerinde alınmıştır. Her bal arısı genotipinde verim belirlendikten sonra dinlendirme kazanında biriktirilen süzme ballar homojen oluncaya kadar karıştırılmıştır. Örnek numuneler cam kavanozlara alınmış ve kodlanmıştır. Her numune alınından sonra tüm bal hasat ekipmanları temizlenmiştir. Numune kapları güneş almayan karanlık bir ortamda oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir. Numuneler alındıktan bir hafta sonra ilgili laboratuvara analiz için teslim edilmiştir.

### 3.2.5.2. Nem İçeriği Tayini

Bal numuneleri homojen oluncaya kadar karıştırılmıştır. Numune örneği refraktometre prizmasının yüzeyini tamamen kaplayacak şekilde damlatılmıştır. 2 dakika bekledikten sonra kırılma indisi değerleri okunup kaydedilmiştir. Kırılma indisi değerine denk gelen % nem değeri nem içeriği olarak belirlenmiştir (TS 13365, 2008).

### 3.2.5.3. Elektriksel İletkenlik Analizi

Bal numunesi bir baget yardımı ile iyice karıştırılmış, 20 g kuru madde içerecek miktarda bal numunesi tartılmış ve 50 ml suda çözdürülmüştür. Çözelti hacmi distile su ile balon joje içerisinde 100 ml'ye tamamlanmıştır. 40 ml çözelti behere aktarılmış ve pH metrenin probu kalan çözelti ile yıkanmıştır. Prob yıkama işleminden sonra beherdeki çözeltinin iletkenliği okunmuştur (TS 13365, 2008).

### 3.2.5.4. Kül Analizi

Balda % kül miktarı belirlenirken Sancho ve arkadaşları ile Piazza ve arkadaşları tarafından geliştirilen yöntem değiştirilerek uygulanmıştır (M.T., Sancho ve ark., 1991, M.G., Piazza ve ark., 1991). 1 g bal numunesi darası alınan kroze içerisine eklenmiş, kroze önce hafif alevde sonra kuvvetli alevde ısıtılarak kül haline gelene kadar yakılmıştır. Desikatör kullanılarak numune soğutulduktan sonra tekrar tartılmış % kül miktarı aşağıda verilen formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Kül} = \frac{\text{Kül Ağırlığı}}{\text{Numune Ağırlığı}} \times 100 \quad (3.4)$$

### 3.2.5.5. pH Analizi

Bal numunelerinin pH değerleri, numune balarının bazik titrasyonuna başlamadan önce ölçülen ilk değerler olarak belirlenmiştir (Vorlová et al., 2010).

### 3.2.5.6. Prolin Analizi

Bal numuneleri homojen oluncaya kadar bir spatül ile karıştırıldıktan sonra, 5 g bal tartılmış ve 50 ml su içerisinde çözülerek 100 ml'lik balon jøjeye aktarıldıktan sonra hacmi distile su ile tamamlanarak iyice çalkalanmıştır. Birinci tüpe 0,5 ml numune çözeltisinden, ikinci tüpe 0,5 ml distile sudan, üçüncü tüpe ise 0,5 ml prolin standart çözeltisinden eklenmiştir. Hazırlanan her bir tüpe 1 ml formik asit ve 1 ml ninhidrin çözeltisi eklenerek iyice çalkalanmıştır. Tüpler kaynar su banyosuna çözelti seviyesine kadar daldırılarak 15 dk ve daha sonra 70 °C'lik su banyosuna daldırılarak 10 dk bekletilmiştir. Su banyosunda çıkarılan tüplere 5 ml 2-propanol-su (1:1 v:v) çözeltisi eklenerek yaklaşık 45 dk sonra spektrofotometrede 1 cm'lik küvetlerle 510 nm'de absorbansı ölçülerek kaydedilmiştir. Prolin hesaplamasında aşağıdaki formül kullanılmıştır (TS, 13357).

$$\text{Prolin(mg/kg)} = \frac{E_s}{E_a} \times \frac{m_1}{m_2} \times 80 \quad (3.5)$$

Ep: Numune çözeltisinin absorbansı,

Es: Prolin standart çözeltisinin ortalama absorbans değeri,

m<sub>1</sub>: Prolin stok çözeltisinin başlangıç numune kütlesi, mg (m<sub>1</sub> = 40 mg), 80:1 g balın seyreltme faktörü,

m<sub>2</sub>: Balın başlangıç numune kütlesi, g (m<sub>2</sub> = 5,0 g) dir.

### 3.2.5.7. Diastaz Analizi

Bal numunesi homojen oluncaya kadar bir bağıt yardımı ile karıştırıldıktan sonra 1 g bal tartılmıştır. Tartılmış bal üzerine asetat tampon çözeltisi eklenerek balın çözünmesi sağlanıp balon jöje 100 ml'ye tamamlanmıştır. 2 adet test tüpü hazırlanmıştır. 1. tüpe hazırlanan numune çözeltisinden 5 ml, 2. tüpe asetat tamponundan 5 ml eklenerek tüpler 5 dk boyunca 40 °C su banyosunda bekletilmiştir. İki tüpede Phadebas tableti eklenmiş ve 10 sn süreyle karıştırıcı üzerinde tabletlerin çözünmesi sağlanmıştır. Tüpler 30 dk su banyosunda bekletildikten sonra üzerine 1 ml NaOH solüsyonu eklenerek reaksiyon sonlandırılıp 5 sn süreyle karıştırıcı üzerinde çalkalanmıştır. Numuneler 3662 devirde 5 dakika süreyle santrifüjlenerek 1 filtre kağıdından süzümüştür. Hazırlanan kör ve numunelerin 620 nm de saf suya karşı absorbans değerleri kaydedilmiştir. Kör numunesi

için okunan absorbands değerinden, numune absorbands değeri çıkarılarak diastaz sayısı hesaplanmıştır (TS 13364, 2008).

### 3.2.5.8. Serbest Asitlik Analizi

Bal numuneleri bir baget yardımı ile homojen oluncaya kadar karıştırılmıştır. Tartılan 10 g bal örneği 75 ml distile su içerisinde homojen oluncaya kadar çözülmüştür. Hazırlanan çözelti içerisinde 6 damla fenolftalein damlatılmış ve sonrasında NaOH ile eşdeğerlik noktasında oluşan kırmızı renk 20 sn sabit kalana kadar titre edildikten sonra kullanılan çözelti miktarı kaydedilmiştir (Vorlová et al., 2010).

### 3.2.5.9. Suda Çözünmeyen Madde Analizi

Deney numunesi bir spatül ile karıştırılıp homejen hale getirildikten sonra 20 g bal örneği tartılarak 250 ml'lik kuru bir behere konulmuştur. Numune bulunan beher üzerine, 40 ml ile 50 ml arasında 80 °C'ye kadar ısıtılmış su konulmuş ve homojenlik sağlanıncaya kadar karıştırılmıştır.

Cam kroze, 135 °C ± 2 °C'a ayarlanmış kurutma fırınında sabit tartıma getirilmiş ve sonra bir desikatörde soğutulmuştur. Krozenin darası, analitik bir terazi alınmış ve kaydedilmiştir. Hazırlanmış olan bal çözeltisi, sıcak durumdayken (80 °C), cam krozeden süzümüştür. Krozede kalan katı madde, tekrar 80 °C'a ısıtılmış sıcak su ile 5 defa ila 6 defa yıkanmıştır. Yıkanarak şekerlerden arındırılmış katı maddenin bulunduğu kroze, sıcaklığı 135±2°C' ye ayarlanmış kurutma fırınında 1 saat tutulmuştur. Kurutma fırınından alınan kroze desikatörde soğutulduktan sonra, yine analitik bir terazi ile tartılmıştır. Krozenin daha önceden kaydedilen darası çıkarılmış ve suda çözünmeyen katı madde kütlesi (m) kaydedilmiştir (TS 3036, 2008).

$$KM = \left( \frac{m}{m_0} \right) \times 100 \quad (3.6)$$

KM Suda çözünmeyen katı madde yüzdesi,

M Bulunan katı madde kütlesi, (g),

m<sub>0</sub> Deney numunesi kütlesi, (g)

### 3.2.5.10. HMF Analizi

Bal numunesi homojen oluncaya kadar karıştırıldıktan sonra 10 g bal numunesi bir erlende tartılmış ve 50 ml saf suda çözünerek 100 ml'lik bir balon jöjeye aktarılmıştır. Hazırlanan numuneler çözeltileri üzerine 1'er ml Carrez I ve Carrez II çözeltilerinden ilave edilerek işaret çizgisine kadar su ile tamamlanmıştır. İşaret çizgisine kadar su ile tamamlanan çözeltiler, iyice karıştırılır ve filtre kâğıdından süzülür. Son olarak filtre edilen kısım HPLC cihazına uygulanır (TS 13356, 2008).

### 3.2.5.11. Şeker Analizi

Bal numuneleri tartım işleminden önce bir baget yardımı ile iyice karıştırılmıştır. Bal numunesinde 5,0 g bal cam beherde tartılarak üzerine 40 mL ultra saf su eklenmiş ve ısıtılmadan iyice çözünmesi sağlanmıştır. Numune tamamen çözdürüldükten sonra 100 mL'lik balon jöjeye aktarılmıştır. 25 mL metanol eklendikten balon üzerine ultra saf su işaret çizgisine 100 mL'ye kadar tamamlanmıştır. Bu aşamanın sonunda çözelti enjektörle çekilmiş, 0,45 µm membran filtreden geçirilerek viallere enjekte edilmiştir. Hazırlanan numuneler HPLC cihazında analiz edilerek sonuçlar kaydedilmiştir (TS 13359, 2008)

### 3.2.6. Balda Melissopalinolojik Analizler

Balda melissopalinolojik analizlerde fizikokimyasal analizler için kullanılan bal numuneleri kullanılmıştır

#### 3.2.6.1. Balda Polen Analizi İçin Preparat Hazırlanması

Bal numunelerinde polen analizlerinde Wodehouse yöntemi kullanılmıştır (Wodehouse et al., 1935).

1. Bal numuneleri bir cam baget yardımı ile homojen oluncaya kadar 2 dk boyunca karıştırılmış ve sonrasında 10 g tartılıp santrifüj tüpüne aktarılmış ve üzerine 20 ml distile su ilave eklenmiştir.

2. Yaklaşık 45 °C sıcaklığındaki su banyosunda bal-distile su karışımının tamamen çözünmesi için 15 dakika kadar beletilmiş ve bir vortex yardımıyla homojen bir karışım oluncaya kadar karıştırılmıştır.

3. 3500 rpm'de 45 dakika boyunca karışım, santrifüj edilerek içeriğindeki polen ve varsa diğer partiküllerin çökmesi sağlanmıştır.

4. Tüpler santrifüjden alındıktan sonra ters çevrilerek supernatant kısmı dökülmüş ve kurutma kağıdı üzerine ters çevrilerek içerisindeki su tamamen süzülene kadar bekletilmiştir.

5. 1-2 mm<sup>3</sup> kadar bazik-fuksinli gliserin-jelatin diseksiyon iğnesinin ucuna alınarak tüpün dibindeki çökeltiyeye iyice bulaştırılmış ve materyal lam üzerine aktarılmıştır.

6. 40-50 °C'ye ısıtılan lam, bazik-fuksinli gliserin-jelatin eriyene kadar ısıtıcı tabla üzerinde bekletilmiş, iğne yardımıyla eridikten hemen sonra ısıtıcudan kaldırılarak iyice karıştırılmış ve polenlerin homojen bir şekilde dağılması sağlanmıştır. Üzerine 18x18 mm<sup>2</sup>'lik lamel kapatılan preparat etiketlenmiş ve polenlerin yüzeye yaklaşmasını sağlamak amacıyla ters çevrilerek donmaya bırakılmıştır.

7. Preparatlar yaklaşık 12 saat sonra incelemeye hazır hale gelmiştir.

Preparatlar incelenmesinde Olympus BX43 trinoküler mikroskop ve SC180 kamera görüntüleme sistemi kullanılmıştır. Polenleri tanımlarken küçük boyuttaki polenleri rahat ayırt edebilmek için X20 oküler, X40 ve X60'lik objektifler, gerektiğinde ise immersiyon objektif (X100) kullanılmıştır. (K., Sorkun, 2008, PaIDat, PaIDat 2021, – PoIlen-Wiki 2021).

### **3.2.6.2. Balda Toplam Polen Sayısı (TPS-10 g) Analizi İçin Preparat Hazırlanması ve İncelenmesi**

Moar tarafından geliştirilen yöntem gereği; Toplam Polen Sayısının (TPS-10 g) hesaplanması için preparatlar hazırlanmıştır (Moar, 1985). Bu yöntemde;

1. Bal numuneleri homojen hale gelene kadar karıştırılmış ve her numune örneğinden 10 g deney tüpü içerisine tartılmıştır.
2. Hazırlanan her numune üzerine 20 ml distile su ve 1 adet belirli sayıda (9666 adet) *Lycopodium* spp. sporu içeren tablet ilave edilmiş ve tüpler 45 °C'lik su banyosunda numune içine eklenen tablet tamamen eriyene kadar beklenilmiştir.
3. Birkaç damla bazik fuksin tablet tamamen eridikten sonra karışım içerisine damlatılmış ve vorteks yardımıyla homojen olana kadar karıştırılmıştır.
4. Homojen hale getirilen karışım Karışım 45 dakika 3500 rpm'de santrifüj edildikten sonra süpernatant kısmı dökülmüş, ters halde bekletilerek fazla suyun süzülmesi sağlanmıştır.
5. Tüp içerisine 100 µl %50'lik gliserin eklenerek iyice karıştırılmış ve karışımdan 10 µl çekilerek 90 µl %50'lik gliserin konulmuş başka bir tüpe aktarılmıştır.
6. Seyreltilmiş olan karışımdan 10 µl çekilerek lam üzerine aktarılmış ve 18x18 mm<sup>2</sup> lamel kapatılarak preparat incelemeye hazır hale getirilmiştir.

Olympus BX43 trinoküler mikroskop altında her bir preparat X20 oküler ve X20 ve X40'lik objektif ile alan tamamen taranmıştır. Taranan preparatlarda tür ayrımı yapmaksızın polenler sayılmıştır. Bu işlem yapıldıktan sonra tüm alandaki *Lycopodium* spp. sporu sayılıp ve elde edilen veriler 10 g baldaki toplam polen sayısı (TPS-10 g) aşağıdaki formüle uygulanarak hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam Polen Sayısı TPS } 10g^* = \frac{\text{Sayılan Polen Sayısı} \times 9666^{**}}{\text{Sayılan Lycopodium sporu} \times 100^{***}} \quad (3.7)$$

\* TPS-10: 10 g baldaki Toplam Polen Sayısı

\*\* 9666: Bir *Lycopodium* spp. tabletinde bulunan spor sayısı

\*\*\*100: Seyreltme faktörü

### 3.3. Verilerin İstatistiksel Analizi

Çalışmadan elde edilen değerler, tanımlayıcı istatistikler ve ANOVA analizleri SPSS programı (IBM SPSS sürüm 20.0.0) kullanılarak yapılmıştır. İstatistiksel analizler tesadüf parseller deneme desenine göre yapılmıştır. Fizyolojik özellikler ve davranışsal özelliklerin istatistiksel değerlendirmesi tekrarlanan ölçümler (Repeated Measure/Generalized linear Model) ve Anova istatistik yöntemine göre analiz edilmiştir. Balda fizikokimyasal analiz sonuçları tekyönlü varyans analizi (oneway-anova) yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir.



## 4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

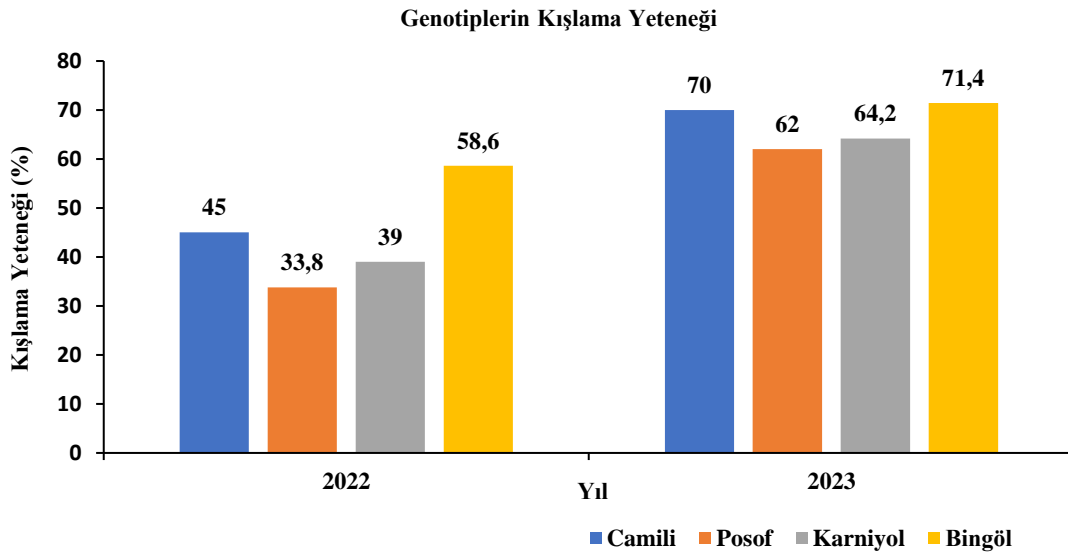
### 4.1. Fizyolojik Özellikler

#### 4.1.1. Kışlama Yeteneği

Bal arısı genotiplerinin 2022 ve 2023 yılında hesaplanan kışlama yetenekleri Tablo 4.1 ve Şekil 4.1’de verilmiştir. Bingöl genotipinin 2022 yılında %58,6’lık bir oran ile en yüksek kışlama kabiliyetine sahip olduğu görülmektedir. Diğer genotiplerin Camili, Posof ve Karniyol’ün sırası ile kışlama yetenekleri %45, %33,8, %39 olarak hesaplanmıştır. Bingöl genotipinin 2023 yılında %71,4 ile en yüksek kışlama kabiliyetine sahip olduğu belirlenmiştir. Camili, Posof ve Karniyol genotiplerinin kışlama yetenekleri sırası ile %70, %62, %64,2 olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.1. Genotipleri kışlama yeteneği (%)

Genotipler	2022		2023	
	N	Kışlama Yeteneği	N	Kışlama Yeteneği
Camili	10	45,0	7	70,0
Posof	10	33,8	6	62,0
Karniyol	10	39,0	7	64,2,
Bingöl	10	58,6	7	71,4
<b>Genel ortalama</b>	40	44,2	27	67,0



Şekil 4.1. Genotipleri yıllara göre kışlama yeteneği dağılımı

Karniyol bal arısı ve İtalyan bal arılarının kışlama yeteneklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada Karniyol bal arısının kışlama yeteneğinin İtalyan bal arısına göre daha iyi olduğu bildirilmiştir (Adam 1983). Tokat yöresi koşullarında; Tokat, Muğla, Karniyol, Kafkas-TKV, İtalyan ve Kafkas- Camili bal arısı F1 melezlerinin kışlama yetenekleri sırası ile %61,59, %63,91, %64,86, %51,98, %57,85 ve %56,93 olarak bildirilmiştir (Arslan ve ark. 2004). Yapmış olduğumuz çalışma ile kıyaslandığında; 2022 yılında Kafkas arısı Camili genotipi ve Karniyol genotiplerinin kışlama yeteneklerinin daha düşük olduğu, 2023 yılında ise Camili genotipinin daha yüksek olduğu, Karniyol genotipinin benzer değere sahip olduğu görülmektedir. Çalışmamızın ilk yılında hesaplanan kışlama yeteneklerinin düşük olmasının sebebi; mart ayı ortasında sıcaklık değeri olarak düşmesi sonucu genotiplerin arı kaybına uğraması olduğunu şeklinde değerlendirilmiştir.

#### 4.1.2. Yaşama Gücü

Çalışılan bal arısı genotiplerinin Tablo 4.2'de 2022 ve 2023 yıllarında sönen ve anasını kaybeden kolonileri belirlenerek genotiplerin hesaplanan yaşama gücü değeri verilmiştir. Tablo 4.2 incelendiğinde, çalışma yapılan arılıkta toplam 16 adet arı kolonisinin çeşitli sebeplerden çalışma dışı kaldığı görülmektedir. Camili genotipinde 3 adet koloni ana arısının ölmesi sonucu çalışma dışı kalmıştır. Çalışılan kolonilerden çalışmayı 7 adet koloni ile tamamlayan Camili %70 ile en yüksek yaşama gücüne sahip

genotip olarak belirlenmiştir. Diğer genotiplerin Posof, Karniyol ve Bingöl genotiplerinin yaşama güçleri sırası ile %50, %60 ve %60 olarak belirlenmiştir. Çalışma süresince 15 adet arı kolonisi ana arısını kaybederek deneme dışı bırakılmış, 1 adet koloni ise tamamen kovayı terk ettiği için çalışma dışı kalmıştır. Çalışma yapılan arılıkta genel yaşama gücü değeri ise %60 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 4.2. Çalışılan genotiplerin yaşama gücü değerleri (%)

Genotipler	Çalışılan Koloni Sayısı ( Adet)	Kalan Koloni Sayısı (Adet)	Ç. Dışı Kalan Koloni Sayısı (Adet)	Ana Kaybeden Koloni Sayısı (Adet)	Yaşama Gücü ( %)
<b>Camili</b>	10	7	3	3	70
<b>Posof</b>	10	5	5	5	50
<b>Karniyol</b>	10	6	0	4	60
<b>Bingöl</b>	10	6	4	3	60
<b>Toplam</b>	40	24	16	15	60

Çukurova yöresinde yapılan bir çalışmada; Kafkas, Muğla, Anadolu, Marmara ve Suriye arı genotiplerinin kışlama yetenekleri araştırılmıştır. Bu çalışma sonunda kışlama sonrası arı kolonilerinden sönen koloni oranı sırası ile %38,46, %0,00, %13,33, %43,75 ve %0,00 olarak belirlenmiştir (Doğaroğlu, 1981). Yığılca yerel bal arısının bazı performans özellikleri bakımından Kafkas ve Anadolu bal arısı ırkı melezleri ile karşılaştırılmasının yapıldığı bir çalışmada; Anadolu arısının %83,33, Kafkas arısının %41,66 ve Yığılca %80,00 yaşama gücüne sahip olduğu bildirilmiştir (Gösterit ve ark., 2012). Bingöl koşullarında 2021-2023 yılları arasında çalışmış olduğumuz Camili, Posof, Karniyol ve Bingöl genotiplerinin yaşama güçleri sırası ile %70, %50, %60, %60 olarak belirlenmiştir. Elde ettiğimiz verilere göre Kafkas genotipi bal arılarının yaşama güçlerinin literatüre göre Kafkas genotipi bal arılarından daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum çalışılan bölgenin iklim koşullarına bağlı olarak genotiplerin yaşama güçlerinin de farklı olabileceğini düşündürmektedir.

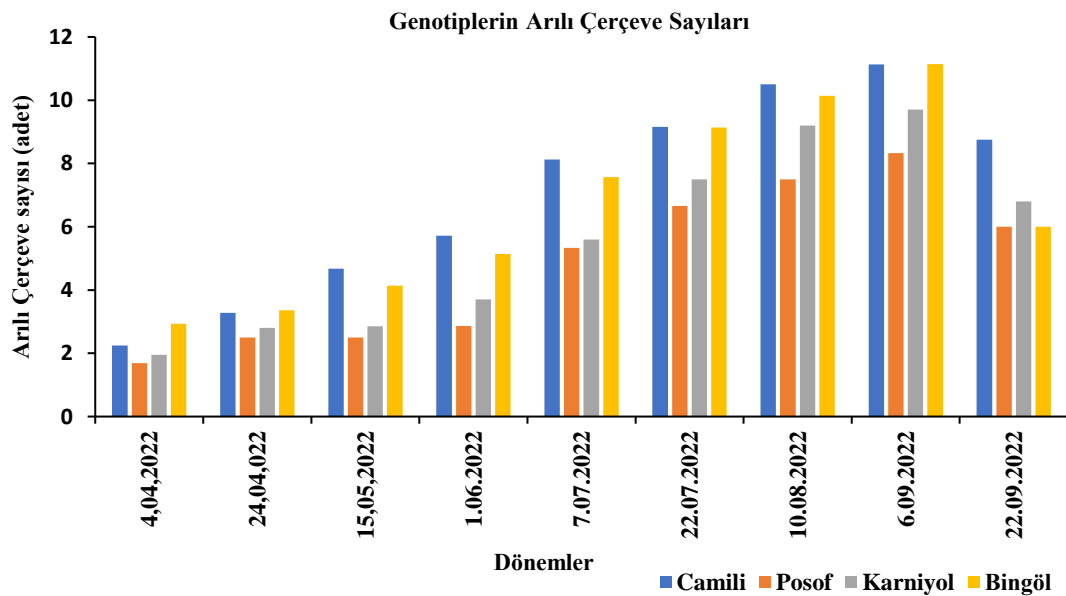
### 4.1.3. Ergin Arılı Çerçeve Sayısı

Genotiplerin 2022 yılına ait ortalama ergin arılı çerçeve sayıları Tablo 4.3 ve Şekil 4.2’de görülmektedir. Tablo 4.3. incelendiğinde, genotiplerin tüm dönemlere ait ortalama ergin arılı çerçeve sayıları Camili, Posof, Karniyol ve Bingöl genotiplerinin sırası ile  $7,06\pm 3,27$  adet/koloni,  $4,82\pm 2,50$  adet/koloni,  $5,57\pm 3,20$  adet/koloni,  $6,62\pm 3,18$  adet/koloni olarak hesaplanmıştır. Camili genotipi en yüksek koloni başı ortalama ergin arılı çerçeve sayısına sahip olarak belirlenmiştir. Çalışılan genotiplerin tamamında kolonilerin kış ayından çıktıktan sonra ilkbahar mevsimi ile popülasyonunda hızlı bir artış olmuş, genotiplerin ergin arılı çerçeve sayılarının bal hasadı döneminde maksimum seviyeye ulaştığı gözlemlenmiştir. Bal hasadının yapılması ile ergin arılı çerçeve sayılarında düşüş gerçekleşmiştir. Özellikle 2022 Temmuz ayında arıların yaylaya taşınması ile beraber genotiplerin ergin arılı çerçeve sayılarında hızlı bir artışın olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun temel sebebi için; Bingöl merkezin yükseltisinin yaylaya göre daha düşük olmasına dolayı çiçeklenme döneminin erken bitmesi fakat arılar yaylaya taşındığında çiçeklenme döneminin devam ediyor olmasına bağlı olduğunu düşündürmektedir. Genotiplerin Bingöl merkezde ana nektar akımı ile bal depolamaya başladıkları koloni kontrollerinde tespit edilmiştir. Kolonilerin yaylaya taşınması ile popülasyon artışının tekrar hızlanmasının sebebinin ise yaylada bitkilerin çiçeklenme döneminin devam etmesinin bir sonucu olduğu şeklinde değerlendirilmiştir. Çalışılan genotiplerin ölçüm dönemlerine göre ortalama arılı çerçeve sayılarındaki artışlar ve genotipler arasındaki farklılıklar Şekil 4.2.’de verilmiştir. Genotip grupların bal hasadı sonrasında ergin arılı çerçeve sayılarında azalma olmuştur. Bal arısı genotiplerinden tespit edilen ergin arılı çerçeve sayılarının tekrar eden ölçümler deneme desenine göre yapılan istatistiksel analize göre Camili ve Bingöl genotipleri arasındaki tüm ölçüm dönemlerindeki ortalama arılı çerçeve sayısı ( $p>0,05$ ) arasındaki farkın önemsiz olduğu, diğer tüm genotipler arasındaki farklılığın ( $p<0,05$ ) önemli düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.3. Genotiplerde dönemlere göre ortalama arılı çerçeve sayıları (2022) (adet / koloni)

Tarih	Camili		Posof		Karniyol		Bingöl	
	N	Ortalama	N	Ortalama	N	Ortalama	N	Ortalama
04.04.2022	10	2,25±0,59	8	1,69±0,71	10	1,95±0,60	7	2,93±0,80
24.04.2022	9	3,28±0,71	8	2,50±0,62	10	2,80±0,82	7	3,36±1,12
15.05.2022	9	4,68±0,91	8	2,50±1,05	10	2,85±1,06	7	4,14±1,02
01.06.2022	9	5,72±1,29	7	2,86±0,99	10	3,70±1,49	7	5,14±1,29
07.07.2022	9	8,13±1,66	7	5,33±0,77	10	5,60±1,43	7	7,57±1,82
22.07.2022	9	9,16±1,69	6	6,66±0,77	10	7,50±2,01	7	9,14±1,66
10.08.2022	8	10,50±1,63	6	7,50±1,02	10	9,20±2,70	7	10,14±1,66
06.09.2022	8	11,13±1,66	6	8,33±1,02	10	9,70±2,50	7	11,14±1,66
22.09.2022	8	8,75±0,62	6	6,00±0,95	10	6,80±1,55	7	6,00±0,94
<b>Genel Ortalama</b>	8,78	7,06±3,27a	6,89	4,82±2,50b	10	5,57±3,20c	7	6,62±3,18a

a,b,c: aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemlidir (p<0.05).



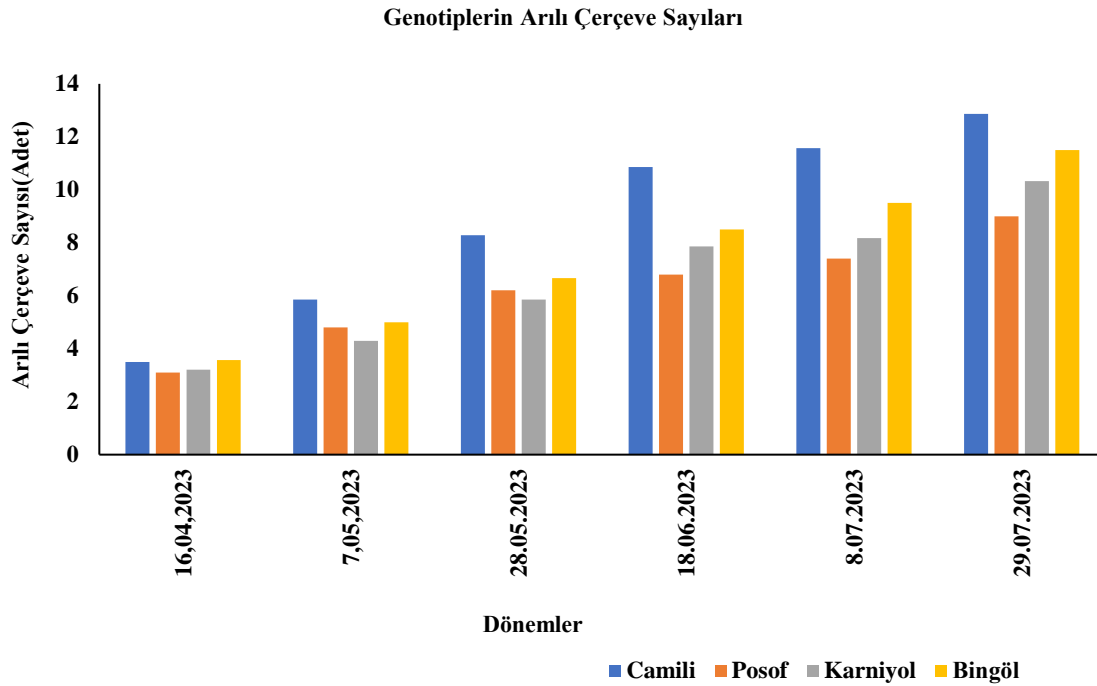
Şekil 4.2. Genotiplerde dönemlere göre ortalama arılı çerçeve sayısı dağılımı (2022) (adet / koloni)

Çalışılan genotiplerin 2023 yılında ölçülen ergin arılı çerçeve sayıları Tablo 4.4 ve Şekil 4.3’de verilmiştir. Tablo 4.4. incelendiğinde, bal arısı genotiplerinin Camili, Posof, Karniyol ve Bingöl genotipleri kolonilerinin tüm dönemlerdeki ortalama ergin arılı çerçeve sayıları sırası ile  $8,82\pm 0,20$  adet/koloni,  $6,22\pm 2,06$  adet/koloni,  $6,62\pm 2,66$  adet/koloni,  $7,46\pm 2,95$  adet/koloni olarak hesaplanmıştır. Camili genotipinin en yüksek popülasyona sahip olduğu, Posof genotipi popülasyonun ise genotipler arasında en düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir. Genotiplerin popülasyon artışlarının Bingöl merkezde ilkbaharla birlikte hızlı bir şekilde arttığı görülmüştür. Haziran ayının ortalarından itibaren genotiplerin bal depolamaya başladıkları yapılan ölçümler esnasında tespit edilmiştir. Haziran ayı sonunda yaylaya taşınan genotiplerde bitki çiçeklenme döneminin devam etmesine paralel olarak tekrar popülasyon artışı gözlemlenmiştir. Yapılan istatistiksel analize göre Karniyol genotipinin tüm dönemlerinin ortalama arılı çerçeve sayısının Posof ve Bingöl genotipleri ile arasındaki farkın önemsiz ( $p>0,05$ ) olduğu belirlenmiştir. Genotiplerin kendi aralarındaki diğer istatistiksel hesaplamalara göre ortalama arılı çerçeve sayıları arasındaki farkın ( $p<0,05$ ) önemli düzeyde olduğu sonucuna varılmıştır

Tablo 4.4. Genotiplerde dönemlere göre ortalama arılı çerçeve sayıları (2023) (adet / koloni)

Tarih	Camili		Posof		Karniyol		Bingöl	
	N	Ortalama	N	Ortalama	N	Ortalama	N	Ortalama
16.04.2023	7	3,50±0,71	5	3,10±1,03	7	3,21±1,15	7	3,57±0,45
07.05.2023	7	5,86±0,90	5	4,80±1,79	7	4,29±1,60	7	5,00±0,82
28.05.2023	7	8,29±1,25	5	6,20±1,64	7	5,86±1,87	6	6,67±0,82
18.06.2023	7	10,86±1,07	5	6,80±1,92	7	7,86±2,27	6	8,50±1,38
08.07.2023	7	11,57±0,77	5	7,40±2,41	6	8,17±2,14	6	9,50±2,07
29.07.2023	7	12,86±0,69	5	9,00±3,56	6	10,33±1,97	6	11,50±2,43
<b>Genel ortalama</b>	7	8,82±0,20a	5	6,22±2,06b	6,67	6,62±2,66bc	6,33	7,46±2,95c

a,b,c: aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemlidir ( $p<0,05$ ).



Şekil 4.3. Genotiplerde dönemlere göre ortalama arılı çerçeve sayısı dağılımı (2023) (adet / koloni)

İtalyan, Kafkas, Karniyol bal arısı ırkları ile Starline, Midnite hibrit arıları ve İran bal arısı (*A.m meda*) ile populasyon gelişimi üzerine yapılan çalışmada *A.m. meda*'nın hibrit ve diğer ırklara göre populasyonunun daha düşük olduğu bildirilmiştir (Ebadi, 1988). Bal verimini etkileyen en önemli özellik olan koloni populasyonunun ilkbahar döneminde hızla arttığı; nektar akımı döneminde populasyonun maksimum düzeye çıktığı; bal hasadından sonra kolonideki arı mevcudunun hızla azaldığı ve bunun sonbahara kadar sürdüğü bildirilmiştir (Kaftanoğlu ve Kumova 1992). Erzurum yöresi koşullarında yapılan bir çalışmada Kafkas, KafkasxAnadolu, Anadolux Kafkas ve Anadolu bal arısı genotiplerinin ortalama arılı çerçeve sayıları  $16,54 \pm 0,26$  adet/koloni,  $16,00 \pm 0,22$  adet/koloni,  $18,46 \pm 0,22$  adet/koloni ve  $19,18 \pm 0,26$  adet/koloni olarak belirlenmiştir (Dodoloğlu 2000). Tokat yöresinde yapılan bir çalışmada, Tokat, Muğla, Karniyol, Kafkas-TKV, İtalyan ve Kafkas-Camili genotiplerinin ortalama arılı çerçeve sayılarının 1. yılda  $10,76 \pm 0,35$  adet/koloni ile İtalyan genotipinin en fazla, 2. yıl ise  $13,64 \pm 0,95$  adet/koloni ile Karniyol genotipinin en yüksek değere sahip olduğu bildirilmiştir (Arslan, 2003). Türkiye'nin güneydoğusunda bulunan Adıyaman ilinde, gezginci arıcılığın yapılmadığı 5 farklı ilçeden (Besni, Samsat, Tut, Kahta ve Merkez) toplanan yerel bal arılarının ergin arılı çerçeve sayısı en yüksek  $4,22$  adet/koloni ile Samsat grubu kolonilerinde olurken diğer gruplarında benzer olduğu ve

genel ortalamanın 3,22 adet/koloni olduğu bildirilmiştir (Öztokmak vd., 2023). 2022 ve 2023 yılında yapılan ergin arılı çerçeve sayısının verildiği Tablo 4.3 ve Tablo 4.4 incelendiğinde, ilkbahar döneminde ortalama arılı çerçeve sayısının hızla arttığı ve nektar akımı döneminde maksimum düzeye ulaştığı görölmektedir. Bal hasadı sonrasında nektar kaynaklarının ve polen miktarının azalması ile birlikte ortalama arılı çerçeve sayılarında tüm genotiplerde düşüş olduğu ve sonbahara kadar bu düşüşün devam ettiği görölmüştür. Tüm çalışmaların sonuçları değerlendirildiğinde bizim çalışmamızla ergin arılı çerçeve sayıların genellikle uyumlu olmadığı görölmektedir. Farklılıkların çalışılan iklim koşullarından kaynaklandığı düşünölmektedir.

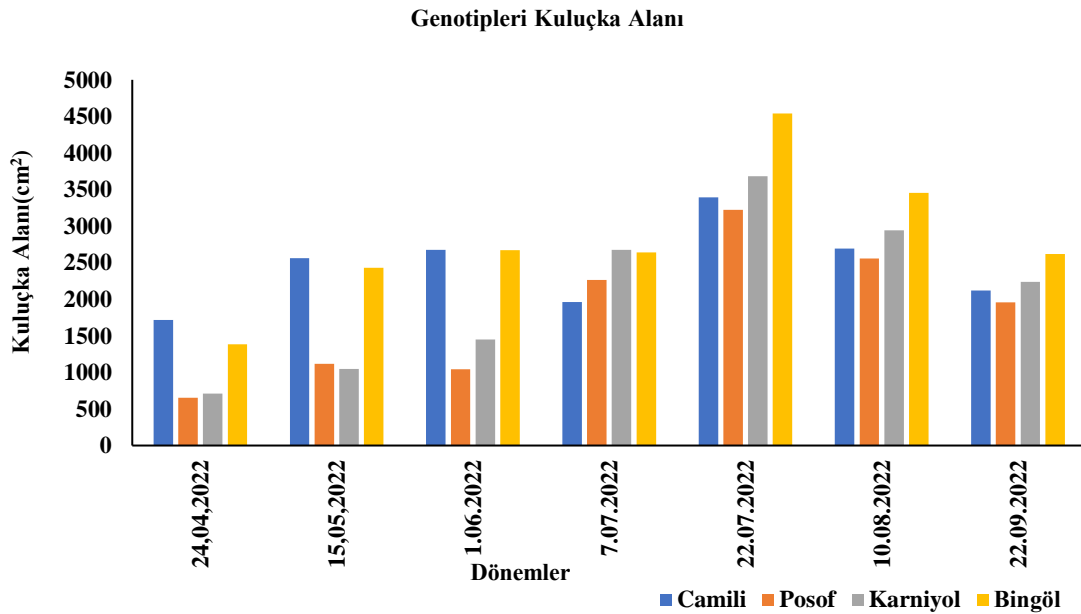
#### 4.1.4. Kuluçka Alanı

Çalışılan genotiplerin 2022 yılına ait dönemlere göre ortalama kuluçka alanları Tablo 4.5 ve Şekil 4.4'de verilmiştir. Tablo 4.5 incelendiğinde genotiplerin kuluçka alanlarının ilkbaharda polen akışı ile birlikte hızlı bir şekilde arttığı görölmektedir. Araştırmada kullanılan Camili, Posof, Karniyol ve Bingöl genotiplerinin tüm dönemlerdeki ortalama kuluçka alanları sırası ile  $2446,30 \pm 551,82$  cm<sup>2</sup>/koloni,  $1831,00 \pm 929,61$  cm<sup>2</sup>/koloni,  $2107,05 \pm 1082,62$  cm<sup>2</sup>/koloni,  $2820,51 \pm 971,82$  cm<sup>2</sup>/koloni olarak hesaplanmıştır. Genotiplerin ortalama yavrulu alanları incelendiğinde Bingöl genotipinin diğer genotiplerden daha fazla olduğu görölmektedir. Genotiplerin tüm dönemlerin ortalama yavrulu alanları istatistik verilerine göre Camili ve Karniyol genotipleri arasındaki farkın ( $p > 0,05$ ) önemsiz olduğu, diğer tüm genotiplerin aralarındaki farklılığın ( $p < 0,05$ ) önemli düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.5. Kolonilerde ortalama kuluçka alanı (2022) (cm<sup>2</sup>/koloni)

Tarih	Camili		Posof		Karniyol		Bingöl	
	N	Ortalama	N	Ortalama	N	Ortalama	N	Ortalama
24.04.2022	9	1718,45±595,96	8	654,05±471,01	10	710,73±438,78	7	1386,40±556,64
15.05.2022	9	2562,41±762,78	8	1117,45±827,74	10	1046,71±589,37	7	2430,05±1101,55
01.06.2022	9	2677,16±928,56	7	1042,12±637,79	10	1450,63±954,64	7	2672,02±1195,21
07.07.2022	9	1961,19±214,28	7	2263,66±307,63	10	2676,93±472,76	7	2639,10±678,33
22.07.2022	9	3391,65±613,91	6	3222,89±337,99	10	3684,06±906,1	7	4541,12±736,04
10.08.2022	8	2692,08±491,40	6	2557,12±269,57	10	2942,95±677,40	7	3454,86±544,73
22.09.2022	8	2121,15±408,39	6	1959,75±181,25	10	2237,31±470,67	7	2620,01±413,08
<b>Genel ortalama</b>	8,71	2446,30±551,82a	6,86	1831,00±929,61b	10	2107,05±1082,62a	7	2820,51±971,82c

a,b,c.; aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemlidir (p<0.05).

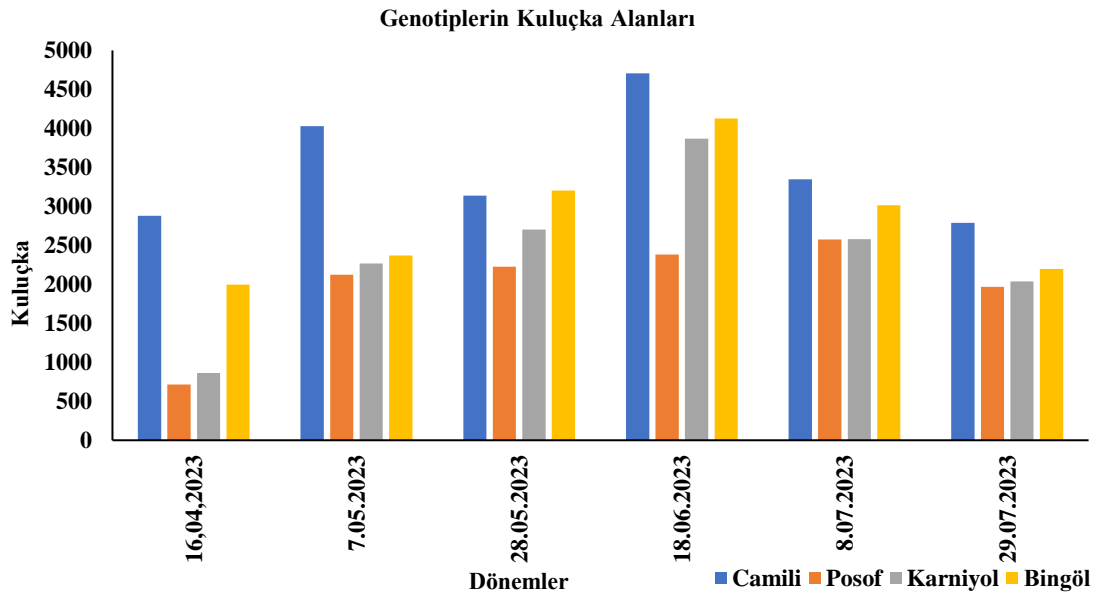
Şekil 4.4. Kolonilerde ortalama kuluçka alanı dağılımı (2022) (cm<sup>2</sup>/koloni)

Çalışmada kullanılan genotiplerin 2023 yılına ait olan ortalama yavrulu alanları Tablo 4.6 ve Şekil 4.5'de görülmektedir. Tablo 4.6. incelendiğinde, Camili genotipinin  $3481,68 \pm 745,59$  cm<sup>2</sup>/koloni değeri ile en yüksek ortalama kuluçka alanına sahip olduğu tespit edilmiştir. Posof, Karniyol ve Bingöl genotiplerinin ortalama kuçka alanları sırası ile  $1998,81 \pm 663,29$  cm<sup>2</sup>/koloni,  $2385,99 \pm 978,98$  cm<sup>2</sup>/koloni,  $2817,79 \pm 794,01$  cm<sup>2</sup>/koloni olarak belirlenmiştir. Bal arısı kolonilerinin 2023 yılı ilkbaharında çiçeklenme döneminin uzun sürmesine bağlı olarak ana arının fazla yumurtladığı ve yavrulu alanlarda hızlı bir artış olduğu görülmektedir. 2023 yılı haziran ayı ortalarına kadar yavrulu alanların arttığı ve arı kuluçka alanının tüm genotiplerde fazla olduğu tespit edilmiştir. Arılar yaylaya taşandıktan sonra kuluçka alanlarında bir miktar azalma olduğu görülmüştür. Bu durumun sebebinin ise genotiplerin Bingöl merkezde haziran ayı sonunda ana nektar akımına paralel olarak bal stoklaması ve buna bağlı olarak ana arının yumurtlama alanının azalması olduğu şeklinde değerlendirilmiştir. Şekil 4.5 incelendiğinde genotip grupların ortalama kuluçka alanlarının haziran ayı ortalarına kadar arttığı, sonrasında azaldığı ve bu azalmanın bal hasat dönemine kadar devam ettiği görülmektedir. Genotiplerin tüm dönemlerdeki ortalama yavrulu alanları arasındaki farkın ( $p < 0,05$ ) önemli düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.6. Kolonilerde ortalama kuluçka alanı (2023) (cm<sup>2</sup>/koloni)

Tarih	N	Camili	N	Posof	N	Karniyol	N	Bingöl
		Ortalama		Ortalama		Ortalama		Ortalama
16.04.2023	7	2877,39±308,90	5	713,76±124,28	7	862,38±105,74	7	1997,32±199,23
07.05.2023	7	4028,18±714,62	5	2125,03±345,34	7	2265,32±752,67	7	2371,72±289,72
28.05.2023	7	3139,34±396,27	5	2225,34±209,55	7	2703,99±768,79	6	3201,34±551,62
18.06.2023	7	4707,53±361,78	5	2383,26±569,87	7	3867,52±803,01	6	4126,53±844,05
08.07.2023	7	3347,08±481,94	5	2575,27±260,49	6	2580,36±777,81	6	3013,8±51,06
29.07.2023	7	2790,53±434,05	5	1966,18±625,05	6	2036,39±404,83	6	2196,04±43,46
<b>Genel ortalama</b>	7	3481,68±745,59a	5	1998,81±663,29b	6,67	2385,99±978,98c	6,33	2817,79±794,0d

a,b,c,d.: aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemlidir (p<0.05).

Şekil 4.5. Kolonilerde ortalama kuluçka alanı dağılımı (2023) (cm<sup>2</sup>/koloni)

Türkiye'deki önemli bal arısı (*Apis mellifera* L.) ırk ve ekotiplerinin morfolojik özellikleri ve performanslarının belirlenmesi üzerine Mersin Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsünde yapılan bir araştırmada; Anadolu, Kafkas, Muğla, Gökçeada, Trakya ve Alata

bal arısı genotiplerinin ortalama kuluçka alanlarında  $2387,50 \pm 163,53 \text{ cm}^2/\text{koloni}$  ile en yüksek değere sahip genotipin Muğla bildirilmiştir (Güler, 1995). Karadeniz bölgesinde Yığılca arısı, Korgan arısı ve Kafkas grubu arıları ile yapılan bir çalışmada, Yağılca arısının  $3107,47 \pm 171,03 \text{ cm}^2/\text{koloni}$  ile en yüksek ortalama yavrulu alana sahip olduğu bildirilmiştir (Günbey ve Cengiz 2021). Yapılan bir çalışmada;  $\text{Ege} \text{♀} \times \text{Ege} \text{♂}$ ,  $\text{Ege} \text{♀} \times \text{Kafkas} \text{♂}$ ,  $\text{Kafkas} \text{♀} \times \text{Kafkas} \text{♂}$ ,  $\text{Kafkas} \text{♀} \times \text{Ege} \text{♂}$  ve  $\text{İtalyan} \text{♀} \times \text{Ege} \text{♂}$  genotiplerinde en yüksek ortalama yavrulu alan değerine;  $4583,7 \pm 325,72 \text{ cm}^2/\text{koloni}$  ile  $\text{İtalyan} \text{♀} \times \text{Ege} \text{♂}$  genotipinin sahip olduğu bildirilmiştir (Koç ve Karacaoğlu, 2009). 2022 ve 2023 yılında yapılan ölçümlerde yavrulu alanların ilkbaharda hızlı bir şekilde arttığı ve bu artışın nektar akımı döneminde hızlandığı fakat arıların bal depolamaya başlaması ile azaldığı görülmektedir. Bu durum, bal arısı kolonilerinin bal depolamaya başlaması ile ana arının yumurtlama alanının azalması ve buna bağlı olarak kuluçka alanının düşmesi şeklinde değerlendirilmiştir.

#### 4.1.5. Koloni Ağırlık Değişimi

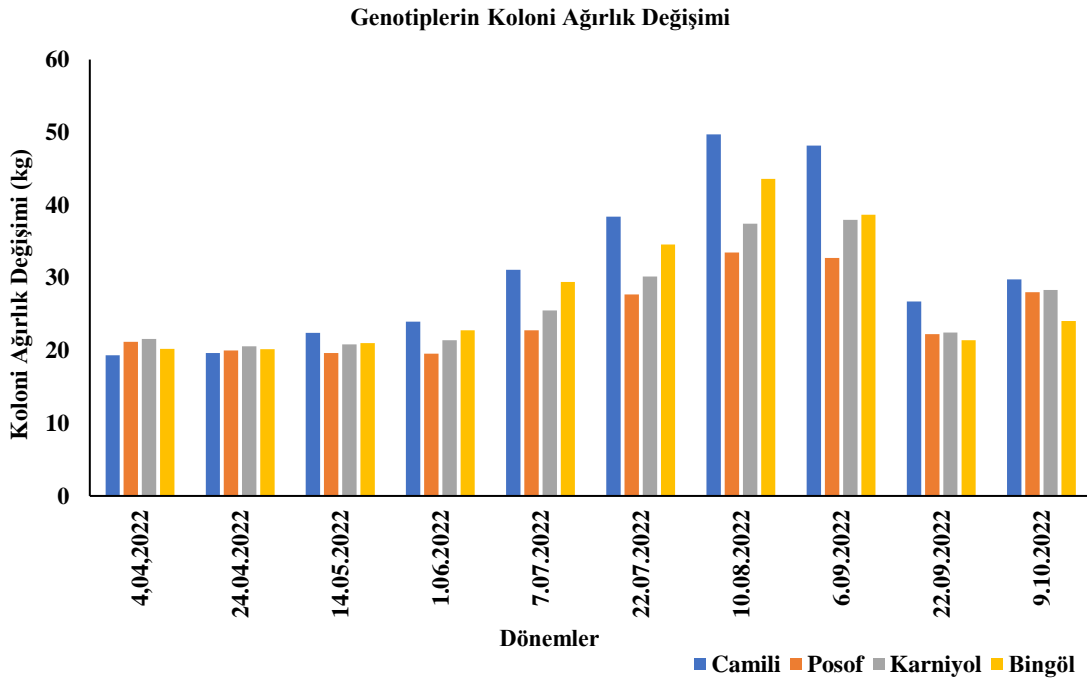
Genotiplerin dönemlere göre 2022 yılında ölçülen ortalama koloni ağırlıkları Tablo 4.7 ve Şekil 4.6'da görülmektedir. Tablo 4.7 incelendiğinde tüm dönemlere ait ortalama koloni ağırlıklarının Camili, Posof, Karniyol ve Bingöl genotiplerinde sırası ile  $30,92 \pm 11,09 \text{ kg/koloni}$ ,  $24,73 \pm 5,35 \text{ kg/koloni}$ ,  $26,63 \pm 6,69 \text{ kg/koloni}$ ,  $27,37 \pm 8,15 \text{ kg/koloni}$  olduğu belirlenmiştir. Genotiplerin koloni ağırlıklarının ilkbahar ayına girilmesi ile birlikte hızlı bir şekilde arttığı görülmektedir. Elde edilen veriler incelendiğinde tüm dönemlere ait genotiplerin en yüksek ortalama koloni ağırlığının  $30,92 \pm 11,09 \text{ kg/koloni}$  ile Camili genotipinde olduğu belirlenmiştir. Tüm genotiplerde ortalama koloni ağırlıkları ilkbaharda belirli bir hızda artmış gösterirken bal arılarının peteklere bal stoklaması ile beraber hızlı bir artış göstermiştir. Koloni ağırlığındaki artış bal hasadına kadar devam etmiş ve bal hasat döneminde maksimum düzeye ulaşmıştır. Bal hasadı yapıldıktan sonra koloni ağırlığında ve arı popülasyonunda hızlı bir düşüş olduğu görülmüştür. Bal hasadından sonra 2022 yılı verilerinde şeker şurubu beslemesi ile beraber koloni ağırlıklarında peteklere bal depolamaya bağlı olarak bir miktar artış olmuştur. Genotiplerin yapılan istatistiksel analizlerine göre Bingöl ve Karniyol genotiplerinin tüm dönemlerinin ortalama koloni ağırlıkları arasındaki farklılığın ( $p > 0,05$ ) önemsiz olduğu, diğer genotiplerin kendi

aralarındaki ortalama koloni ağırlık farklılığın ( $p<0,05$ ) önemli düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.7. Genotiplerin kolonilerin ağırlık değişimi (2022) (kg/koloni)

Tarih	Camili		Posof		Karniyol		Bingöl	
	N	Ortalama	N	Ortalama	N	Ortalama	N	Ortalama
4.04.2022	10	19,34±0,79	8	21,17±0,82	10	21,59±0,95	7	20,20±0,93
24.04.2022	10	19,65±0,96	8	19,99±1,04	10	20,58±0,86	7	20,16±1,16
14.05.2022	9	22,43±2,17	8	19,63±0,99	10	20,82±1,60	7	21,02±1,61
1.06.2022	9	23,95±3,27	7	19,55±1,34	10	21,39±2,42	7	22,79±2,91
07.07.2022	9	31,08±4,56	7	22,79±1,48	10	25,5±2,68	7	29,41±3,67
22.07.2022	9	38,38±5,74	6	27,71±2,58	10	30,15±5,3	7	34,56±4,63
10.08.2022	8	49,72±10,58	6	33,46±3,94	10	37,44±10,73	7	43,60±10,55
06.09.2022	8	48,16±10,52	6	32,73±4,09	10	37,98±9,54	7	38,65±4,86
22.09.2022	8	26,73±1,78	6	22,25±1,15	10	22,48±1,69	7	21,42±1,54
09.10.2022	8	29,79±2,04	6	28,00±1,34	10	28,34±2,15	7	24,04±0,99
<b>Genel Ortalama</b>	8,80	30,92±11,0a	6,80	24,73±5,3b	10	26,63±6,69c	7	27,37±8,15c

a,b,c,: aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemlidir ( $p<0,05$ ).



Şekil 4.6. Genotiplerin kolonilerin ağırlık değişimi dağılımı (2022) (kg/koloni)

Çalışılan genotiplere ait 2023 yılında ölçülen koloni ağırlık değişimleri Tablo 4.8 ve Şekil 4.7’de verilmiştir. Tablo 4.8.’de verilen değerler incelendiğinde, Camili, Posof, Karniyol ve Bingöl genotiplerinin tüm dönemlerdeki ortalama koloni ağırlık değişimleri sırası ile  $32,05 \pm 11,30$  kg/koloni,  $27,96 \pm 6,75$  kg/koloni,  $28,73 \pm 8,41$  kg/koloni,  $30,62 \pm 10,73$  kg/koloni olarak verilmiştir. Camili genotipinin ölçülen en yüksek ortalama koloni ağırlık değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Araştırma kolonilerinde koloni ağırlığının 2023 yılı haziran ayı ortasına kadar yavaş bir şekilde arttığı, sonrasında koloni ağırlığında daha hızlı bir artış olduğu görülmektedir. Bunun nedeni olarak bal arısı kolonilerinin Haziran ayı sonunda Bingöl merkezden Sancak beldesi Karapınar köyü Eskiçimen yaylasına taşınmış olması olarak değerlendirilebilir. Bitkilerin çiçeklenme dönemleri deniz seviyesinden yükseklerle çıkıldıkça daha geç başlamaktadır. Bingöl il merkezinin deniz seviyesinden yüksekliği yaklaşık 1153 metre olmasına karşın arı kolonilerinin taşındığı Eskiçimen yaylasının deniz seviyesinden yüksekliği yaklaşık 2100 metre civarındadır. Bingöl merkezde bal arıları bal depolamaya başladığında yüksek yaylalarda bulunan koloniler bitki çiçeklenme dönemi daha geç başladığı için popülasyonlarını arttırmaya devam ettirmektedirler. Yaylaya taşınan bal arısı kolonilerinde koloni ağırlığında artış olduğu tespit edilmiştir. Bal hasat dönemine kadar koloni ağırlığındaki artışın devam ettiği ve hasat döneminde maksimum düzeye ulaştığı görülmektedir. Genotiplerin tüm

dönemlerdeki ortalama koloni ağırlıkları üzerine yapılan istatistiksel analiz verilerine göre Camili genotipinin tüm dönemlerdeki ortalama koloni ağırlık değerinin diğer genotiplerden önemli ( $p < 0,05$ ) düzeyde farklı olduğu belirlenmiştir. Diğer genotiplerin ortalama koloni ağırlıkları arasındaki farklılığın önemli ( $p > 0,05$ ) düzeyde olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

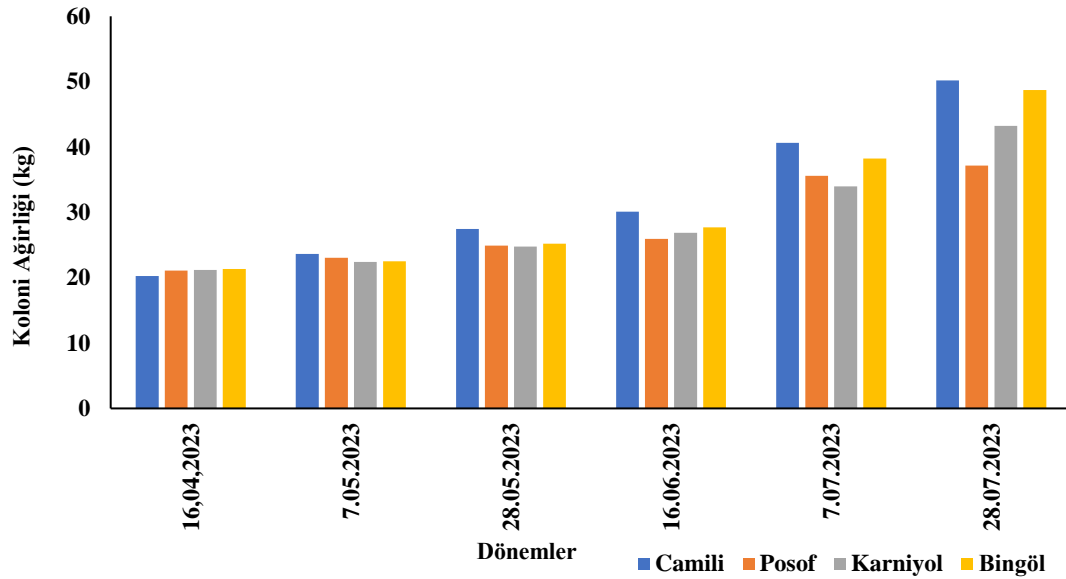
Kafkas, Karniyol ve Anadolu genotipleri kullanılarak yapılan çalışmada, nektar akımı dönemi boyunca koloni başına kazanılan ortalama ağırlık miktarı Kafkas, Karniyol ve Anadolu genotipleri için 2001 yılı bal hasat döneminde sırasıyla  $18,13 \pm 2,46$  kg,  $13,50 \pm 1,53$  kg ve  $16,38 \pm 2,33$  kg olurken; aynı genotipler için 2002 yılı bal hasadı döneminde sırasıyla  $9,00 \pm 1,73$  kg,  $8,50 \pm 1,55$  kg ve  $7,95 \pm 1,28$  kg olarak bildirilmiştir (Kutluca, 2003). Hatay koşullarında yapılan bir çalışmada, Karniyol, İtalyan ve Muğla genotiplerinin 26 dönemde ölçülen koloni ağırlıklarının ortalama değerleri sırasıyla  $24,00 \pm 0,39$ ,  $24,48 \pm 0,50$ ,  $23,54 \pm 0,31$  kg/koloni olduğu bildirilmiştir (Gül, 2003). Tokat koşullarında yapılan bir çalışmada, Tokat, Muğla, Karniyol, Kafkas-TKV, İtalyan ve Kafkas-Camili genotiplerinin nektar akımı dönemindeki koloni başına ortalama ağırlık kazancı değerleri birinci yıl sırasıyla  $43,71 \pm 1,59$  kg,  $42,05 \pm 1,48$  kg,  $47,65 \pm 1,98$  kg,  $42,88 \pm 1,70$  kg,  $46,23 \pm 1,84$  kg ve  $37,59 \pm 1,42$  kg, ikinci yıl ise aynı sırayla  $45,54 \pm 2,79$  kg,  $45,22 \pm 2,22$  kg,  $48,58 \pm 3,41$  kg,  $45,29 \pm 3,65$  kg,  $48,97 \pm 3,10$  kg ve  $35,70 \pm 2,46$  kg olarak bildirilmiştir (Arslan, 2003). Bizim çalışmamızda belirlenen koloni ağırlık değişimleri genel olarak diğer bölgelerdeki çalışmalara göre farklılık göstermektedir. Bu durumun sebebi iklim koşullarının ve bitki florasının farklı olması şeklinde değerlendirilebilir.

Tablo 4.8. Genotiplerin kolonilerin ağırlık değişimi (2023) (kg/koloni)

Tarih	Camili		Posof		Karniyol		Bingöl	
	N	Ortalama	N	Ortalama	N	Ortalama	N	Ortalama
16.04.2023	7	20,25±1,07	5	21,08±1,30	7	21,20±0,79	7	21,35±0,75
07.05.2023	7	23,64±1,06	5	23,04±2,20	7	22,39±1,24	7	22,51±0,78
28.05.2023	7	27,47±1,53	5	24,93±2,08	7	24,74±1,66	6	25,22±0,80
16.06.2023	7	30,09±1,40	5	25,94±2,75	7	26,86±1,31	6	27,7±0,80
07.07.2023	7	40,64±1,88	5	35,6±6,39	6	33,97±3,99	6	38,22±2,77
28.07.2023	7	50,20±2,69	5	37,15±13,89	6	43,22±6,26	6	48,74±4,27
<b>Genel Ortalama</b>	7	32,05±11,3a	5	27,96±6,75b	6,67	28,73±8,41b	6,33	30,62±10,73b

a,b,...: aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemlidir (p<0.05).

Genotiplerin Koloni Ağırlık Değişimi



Şekil 4.7. Genotiplerin kolonilerin ağırlık değişimi dağılımı (2023) (kg/koloni)

#### 4.1.6. Bal Verimi

Araştırmada kullanılan genotiplerin 2022 ve 2023 yılına ait bal verimleri Tablo 4.9 ve Şekil 4.8’de görülmektedir. Tablo 4.9. incelendiğinde 2022 yılına ait Camili, Posof, Karniyol ve Bingöl genotiplerine ait koloni başı bal verimleri 15,97±1,57 kg, 8,37±1,01 kg, 12,41±1,85 kg, 14,20±0,41 kg olarak belirlenmiştir. 2022 yılına ait aralıktaki ortalama bal verimi 12,74±3,13 kg olarak hesaplanmıştır. Elde edilen verilere göre Camili genotipinin bal veriminin 15,97±1,57 kg / koloni ile en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. Camili genotipini 14,20±0,41 kg/koloni ile Bingöl genotipi takip etmektedir. Genotipler arasındaki verim farkının önem düzeyi tesadüf parseller deneme deseni ile belirlenmiştir. İstatistik analiz sonuçlarına göre genotiplerin bal verimleri arasındaki farkın önemli ( $p<0,05$ ) düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.9’deki 2023 yılında yapılan bal hasadı verileri incelendiğinde çalışılan genotiplerin Camili, Posof, Karniyol ve Bingöl bal verimleri koloni başına sırası ile 17,30±2,46 kg, 10,43±2,26 kg, 12,58±1,61 kg, 16,87±2,51 kg olarak belirlenmiştir. 2023 yılında çalışma kolonilerinin aralıktaki ortalama bal verimi 14,30±3,34 kg/koloni olarak tespit edilmiştir. Camili genotipinin 17,30±2,46 kg/koloni ile en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. 2023 yılında genotiplerin bal verimlerinin istatistiksel analiz sonuçları incelendiğinde; Camili genotipi ve Bingöl genotipleri arasındaki ortalama bal verimleri arasındaki farkın ( $p>0,05$ ) önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Karniyol genotipi ve Posof genotipleri arasındaki ortalama bal verimleri arasındaki farkın ( $p>0,05$ ) önemsiz düzeyde olduğu belirlenmiştir. Diğer genotipler arasındaki ortalama bal verimliliği farkının ( $p<0,05$ ) önemli düzeyde olduğu sonucuna varılmıştır.

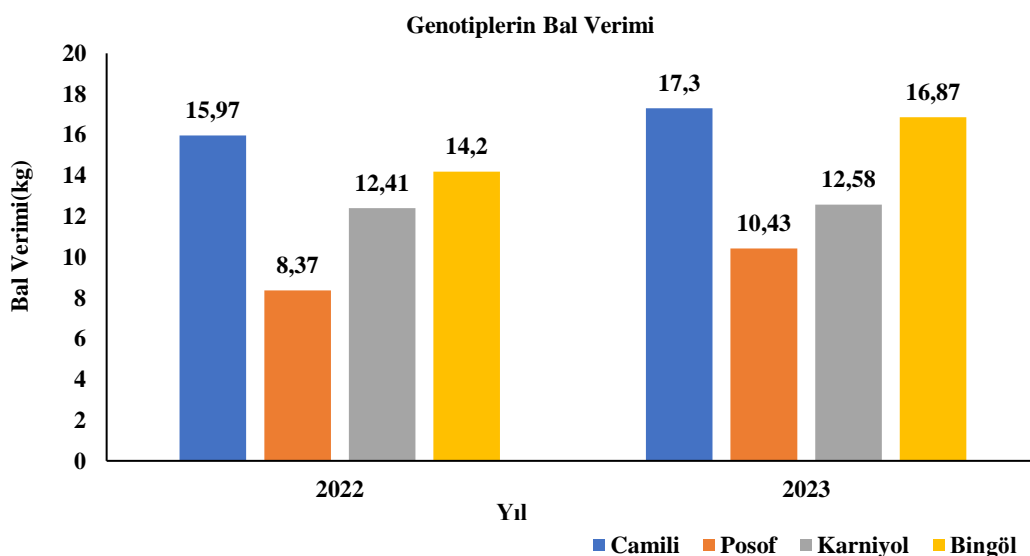
Genotiplerin 2022 yılındaki bal verimliliklerinin 2023 yılındaki bal verimliliğinden daha düşük olduğu görülmektedir. Çalışılan genotiplerin bulunduğu aralıkta ortalama bal verimlilikleri incelendiğinde 2022 yılındaki bal veriminin 12,74 ±3,13 kg / koloni ve 2023 yılında aralıktaki bal veriminin 14,30±3,34 kg / koloni olduğu görülmektedir.

Tablo 4.9. Genotip grupların bal verimleri (2022-2023) (kg/koloni)

Genotipler	N	2022*	N	2023**
		Ortalama (kg / koloni)		Ortalama (kg / koloni)
Camili	8	15,97±1,57a	7	17,30±2,46a
Posof	6	8,37±1,01b	5	10,43±2,26b
Karniyol	10	12,41±1,85c	6	12,58±1,61b
Bingöl	7	14,20±0,41d	6	16,87±2,51a
<b>Genel ortalama</b>	<b>7,75</b>	<b>12,74±3,13</b>	<b>7,75</b>	<b>14,30±3,34</b>

\*a,b,c,d,: aynı sütünde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemlidir (p<0.05).

\*\*a,b: aynı sütünde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemlidir (p<0.05).



Şekil 4.8. Genotip grupların yıllara göre bal verimleri dağılımı (kg/koloni)

Kafkas ve Anadolu bal arısı ırkları ile yapılan bir çalışmada, ortalama bal veriminin koloni başına, Anadolu ırkında  $11,17 \pm 1,45$  kg, AnadoluKafkas melezinde  $11,79 \pm 1,71$  kg, Kafkas ırkında  $7,95 \pm 2,19$  kg ve KafkasxAnadolu melezinde  $8,43 \pm 1,50$  kg olarak bulunduğu bildirilmiştir (Dodoloğlu ve Genç, 2004). Bazı bal arısı genotiplerinin Orta Karadeniz koşullarında performans özelliklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, Batı Karadeniz (Yığılca), Orta Karadeniz (Korgan) ve Doğu Karadeniz (Kafkas) bal arılarının koloni başı ortalama bal verimleri sırası ile 9,33 kg, 13,29 kg ve 12,64 kg olarak belirlenmiştir (Günbey ve Cengiz, 2021). Hatay yöresi koşullarında Karniyol, İtalyan ve Muğla bal arısı genotipleri ile yapılan bir çalışmada, genotiplerin ortalama bal verimleri sırası ile  $12,59 \pm 0,52$  kg/koloni,  $9,65 \pm 0,75$  kg/koloni ve  $11,68 \pm 0,50$  kg/koloni olarak bildirilmiştir (Gül, 2003). Bizim yapmış olduğumuz çalışmada Kafkas–Camili ekotipi

melezinin yapılan diğer çalışmalardan daha yüksek bal verimine sahip olduğu, Karniyol genotipinin ise benzer bal verimine sahip olduğu görülmektedir.

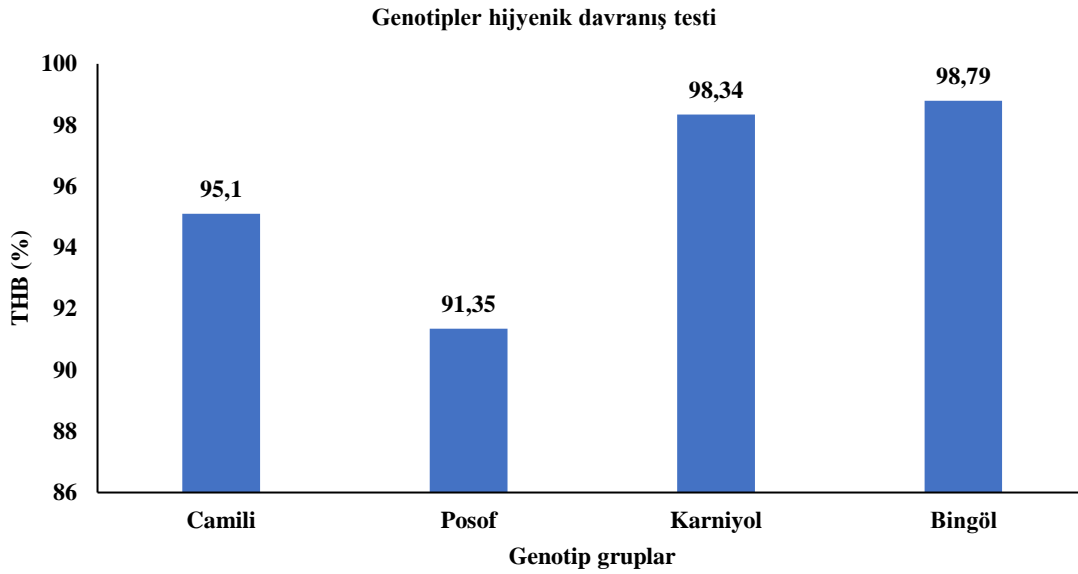
## 4.2. Davranışsal Özelliklerle İlgili Yapılan Çalışmalar

### 4.2.1. Hijyen Testi

Genotiplere ait hijyenik davranış test sonuçları Tablo 4.10 ve Şekil 4.9’da verilmiştir. Tablo 4.10 incelendiğinde, Camili, Posof, Karniyol ve Bingöl genotiplerinin tüm dönemlere ait hijyenik davranış yüzdeleri ortalaması sırası ile %95,10, %91,35, %98,34, % 98,79 olarak hesaplanmıştır. Hijyenik davranış yüzdeleri incelendiğinde, % 98,79’luk değerle Bingöl genotipinin en fazla olduğu, Karniyol genotipinin ise % 98,34’lük bir değerle ikinci sırada olduğu görülmektedir.

Tablo 4.10. Genotip grupların hijyenik davranış özellikleri (% THB)

Dönemler	Camili	Posof	Karniyol	Bingöl
15.05.2022	95,30	86,50	98,40	99,60
18.06.2022	97,00	88,30	100,00	100,00
16.07.2022	96,60	94,50	96,50	98,50
10.08.2022	86,50	95,20	97,50	100,00
15.05.2023	97,90	91,60	98,32	100,00
17.06.2023	96,63	90,76	99,16	95,80
07.07.2023	95,75	92,60	98,50	97,60
<b>Genel ortalama</b>	95,10	91,35	98,34	98,79



Şekil 4.9. Genotip grupların hijyenik davranış özellikleri (%THB )

Yapılan bir çalışmada, petek gözlerinde bulunan ölü yavruların işçi arılar tarafından temizlenme oranının %95'in üzerinde olması durumunda, koloninin hijyenik davranış özelliğine sahip olduğu bildirilmiştir (Oskay vd., 2019; Spivak ve Danko, 2021). Bal arısı kolonilerinin hijyenik davranış özelliklerini belirlemede kullanılacak yöntemi belirlemek amacıyla yürütülen bir çalışmada, iğneleme yapılan ve sıvı azot uygulanan kolonilerde % temizleme oranları  $78,10 \pm 12,10$  ve  $66,25 \pm 14,98$  olarak bildirilmiştir (Akyol, 2016). Çalışmamızda Camili, Karniyol ve Bingöl genotiplerinin %95'in üzerinde temizlenme oranı göstermesi yapılan çalışmalarla paralelik göstermektedir.

#### 4.2.2. Hırçınlık Testi

Genotip gruplarına ait yapılan hırçınlık test sonuçları Tablo 4.11 ve Şekil 4.10'da verilmiştir. Tablo 4.11. incelendiğinde Camili, Posof, Karniyol genotiplerinin hırçınlık test sonuçları sırası ile  $8,88 \pm 2,43$  adet / koloni/ 60sn,  $8,83 \pm 1,33$  adet / koloni/ 60sn,  $7,50 \pm 1,11$  adet / koloni/ 60sn,  $6,80 \pm 1,85$  adet / koloni/ 60sn olarak belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre Camili genotipinin 60 saniyelik bir sürede siyaha boyanmış tenis topuna  $8,88 \pm 2,43$  adet ile en fazla iğne bırakan grup olduğu belirlenmiştir. Genotiplerin yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre Camili ve Posof genotipleri arasındaki tüm dönemlerdeki ortalama iğne sayısı adetleri arasındaki farkın önemsiz ( $p > 0,05$ ) olduğu belirlenmiştir. Karniyol ve Bingöl genotipleri arasındaki hırçınlık testinde tüm dönemlerdeki ortalama iğne sayısı

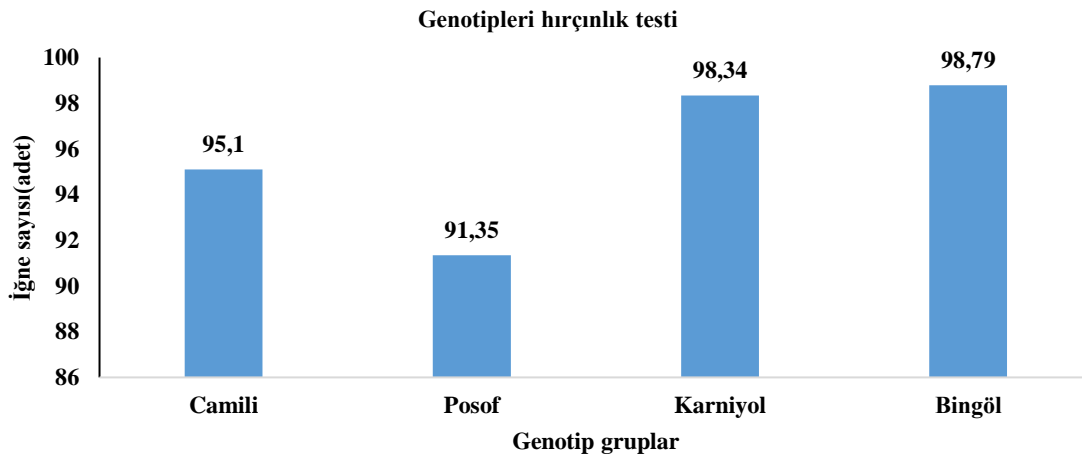
adetlerinin arasındaki farkın önemsiz ( $p>0,05$ ) olduğu tespit edilmiştir. Diğer genotipler arasındaki tüm dönemlerdeki ortalama iğne sayısı adetlerinin arasındaki farkın önemli ( $p<0,05$ ) düzeyde olduğu istatistiksel analizler sonucunda hesaplanmıştır.

Tablo 4.11. Genotip grupların dönemlere göre ortalama iğne sayıları (adet / koloni/ 60sn)

Dönemler	Camili	Posof	Karniyol	Bingöl
22.07.2022	9,20±1,30	6,83±1,17	5,67±2,33	5,00±0,89
10.08.2022	11,20±1,92	8,66±1,21	7,16±1,16	6,00±1,78
22.09.2022	4,33±1,53	10,33±0,96	8,67±0,96	5,33±0,37
16.05.2023	9,00±1,00	8,67±0,58	8,33±0,58	9,00±1,00
18.06.2023	10,67±1,53	9,67±1,15	7,67±0,58	8,67±1,52
07.07.2023	9±2,65	7,33±0,58	6,67±2,07	5,00±1,00
<b>Genel ortalama</b>	8,88±2,43a	8,83±1,33a	7,50±1,11b	6,80±1,85b

a,b: aynı satırdaki farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemlidir ( $p<0,05$ ).

Şekil 4.11 değerlendirildiğinde, Camili ve Posof genotiplerinin ortalama iğne sayılarının birbirine yakın değerler olduğu görülmektedir. Karniyol ve Bingöl genotiplerinin ortalama iğne sayısı adetlerinde birbirine yakın olduğu Şekil 4.11’de görülmektedir. Sahada yapılan çalışmada Karniyol ve Bingöl genotiplerinin diğer iki Kafkas bal arısı genotipinden daha sakın olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.10. Genotip grupların ortalama iğne sayısı dağılımı (adet/ koloni/ 60sn)

Kafkas, Kafkas x Anadolu, Anadolu ve Anadolu x Kafkas bal arısı genotipleri ile Erzurum yöresi koşullarında yapılan bir çalışmada hırçnlığın bir ölçüsü olan iğne sayısı sırası ile 4,14±0,77, 6±1,23, 16,57±2,34, 11,43±2,26 adet/koloni/60 sn olarak belirlenmiştir.

Araştırmacı yaptığı çalışma neticesinde en hırçın genotipin Anadolu genotipi olduğunu bildirmiştir (Dodoloğlu, 2000). Yapılan bir çalışmada; Fethiye, TKV, Ege, Ankara ve Bitlis bal arılarında yapılan hırçınlık testinde bal arılarının iğne sayısını ortalamaları sırası ile,  $19,5 \pm 2,18$  adet/iğne/koloni,  $25,0 \pm 10,33$  adet/iğne/koloni,  $32,5 \pm 14,08$  adet/iğne/koloni,  $44,0 \pm 7,70$  adet/iğne/koloni ve  $44,5 \pm 10,33$  adet/iğne/koloni olarak bildirilmiştir (Budak, 1992). Erzurum koşullarında yapılan bir çalışmada; Kafkas, Anadolu ve Erzurum bal arısı genotiplerinin hırçınlık eğilimini belirlemek amacıyla, güçleri eşit olan kolonilere 60 saniyelik hırçınlık testi uygulamasında toptaki iğne sayılarının ortalaması sırası ile  $9,14$  adet/iğne/koloni,  $16,86$  adet/koloni ve  $29,71$  adet/iğne/koloni olarak bildirilmiştir (Dülger, 1997). Hatay yöresi koşullarında Karniyol, İtalyan ve Muğla bal arısı genotipleri ile yapılan bir çalışmada, genotiplerin ortalama hırçınlık testleri sırası ile  $2,58 \pm 0,14$  adet/koloni,  $2,25 \pm 0,10$  adet/koloni ve  $3,64 \pm 0,19$  adet/koloni olarak bildirilmiştir (Gül, 2003). Yapılan çalışmalarda Kafkas grubu bal arılarının hırçınlık test sonuçlarının farklılık gösterdiği anlaşılmaktadır. Yapmış olduğumuz Kafkas bal arısı genotiplerinin bazı çalışmalardan daha yüksek bazılarında daha düşük iğne sayısına sahip olduğu belirlenmiştir. Karniyol melezi bal arısının iğne sayısının yapılan çalışmadan daha yüksek olduğu görülmektedir.

### **4.3. Balların Fizikokimyasal Analizleri**

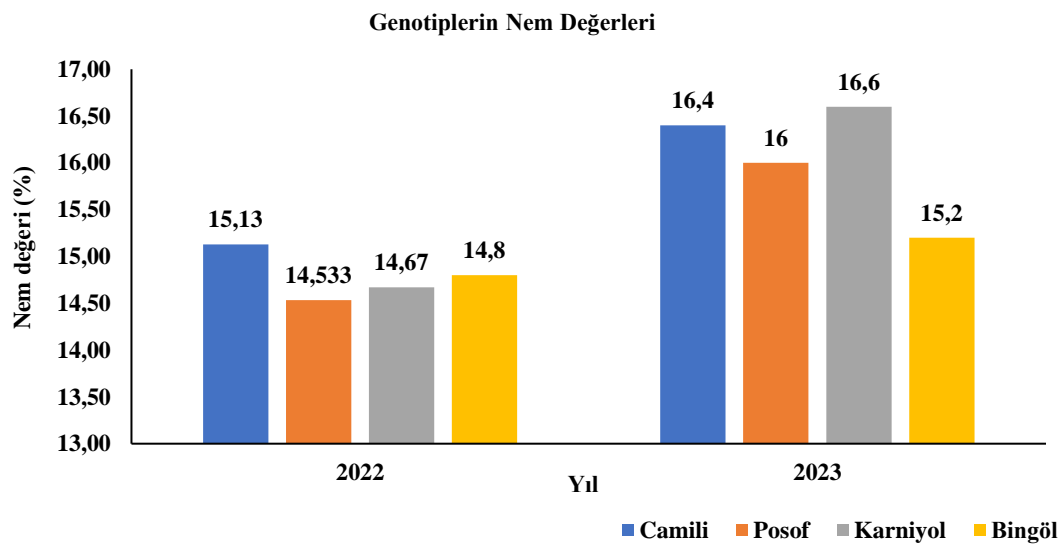
Bal arısı genotiplerinden elde edilen bal örneklerinin elektriksel iletkenlik (mS/cm), diastaz, pH, HMF (mg/kg), kül (%), nem (%), prolin (mg/kg), suda çözünmeyen madde, serbest asitlik (meq/kg), kül ve şeker (g/100 g) miktarları tespit edilmiştir. Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri (tek yönlü varyans analizi (anova)/ one way-anova ) IBM SPSS 20 programı kullanılarak yapılmıştır.

#### **4.3.1. Nem Tayini**

Genotip gruplardan elde edilen bal numunelerinin nem içerikleri 3 tekrarlı olarak ölçülmüş ve hesaplanmıştır. Tablo 4.12 ve Şekil 4.11'de 2022 ve 2023 yılına ait bal örneklerinin ortalama nem değerleri verilmiştir.

Tablo 4.12. Genotip ballarında nem tayini sonuçları (%)

Genotipler	2022	2023
	Ortalama	Ortalama
Camili	15,133±0,116	16,400±0,000
Posof	14,533±0,116	16,000±0,000
Karniyol	14,667±0,116	16,600±0,000
Bingöl	14,800±0,000	15,200±0,000
<b>ORTALAMA</b>	<b>14,783±0,257</b>	<b>16,050±0,659</b>



Şekil 4.11. Genotip ballarında yıllara göre nem dağılımı

Tablo 4.12 incelendiğinde, 2022 yılında en yüksek nem değerine %15,133 ile Camili genotipi balı olurken, en düşük değere % 14,533 ile Posof genotipi balının sahip olduğu görülmektedir. Tablo 4.12’de Camili, Posof, Karniyol ve Bingöl genotiplerinden 2023 yılında elde edilen balların ortalama nem değerleri bakımından %16,600±0,000 değerle Camili genotipi balının en yüksek değere, %15,200±0,000 değerle Bingöl genotipi balının en düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği’ne göre çiçek ve salgı ballarının nem değeri en fazla %20 olarak bildirilmiştir. Genotip grupların tümünden elde edilen balların nem değerleri kriterlere uygun olarak belirlenmiştir.

Genotip gruplarından elde edilen balların nem içerikleri yıllara göre incelendiğinde, 2022 yılında elde edilen balların ortalama nem değeri %14,783±0,257 olarak belirlenmiş, 2023 yılına ait bal numunelerinin ortalama nem değeri % 16,050±0,659 olarak tespit edilmiştir.

2022 yılında bal hasadı 06.09.2022 tarihinde Eylül ayı başında yapılmıştır. Bal hasat döneminin geç yapılmış olması genotiplerden elde edilen balların olgunlaşmasına ve buna bağlı olarak nem değerinin düşmesine sebep olduğu şeklinde değerlendirilmiştir. 2023 yılında bal hasadı 12.08.2023 tarihinde yapılmıştır. Bal hasadının çiçekleme döneminin hemen sonunda yapılmış olması 2022 yılına göre daha yüksek nem değerine sahip olmasının bir sebebi olarak yorumlanmıştır.

Balın nem miktarı, arıcılık uygulamaları, işleme teknikleri, saklama koşulları yanısıra balın olgunluk derecesine bağlı olmakla birlikte botanik köken ve iklim koşullarında bağlı olduğu bildirilmiştir (Juan-Borrás et al., 2014). Balın nem içeriğinin, üretim yılı veya üretim mevsimi, iklim koşulları ve olgunluk derecesi ile ilişkili olup, bu parametrelere göre de değişkenlik gösterebildiği bildirilmiştir (Kris et al., 2011). Nem değerinin, balların coğrafi kökenlerinin belirlenmesinde kullanılabilecek fizikokimyasal özelliklerden biri olduğu bildirilmiştir (Fechner vd., 2016 ; Karabagias vd., 2014). Bayburt ilinde toplanan bal örnekleri ile yapılan bir çalışmada, nem içeriğinin %15,0 ile %18,5 arasında, su aktivitesi ise 0,451-0,604 arasında olduğu bildirilmiştir (Bayram vd., 2021). Türkiye'nin iki farklı bölgesinde yer alan 4 farklı ilden (Manisa, Uşak, Sivas, Konya) toplanan bal örneklerinin % nem içerileri ortalaması  $16,73 \pm 1,74$  olarak bildirilmiştir (Şen ve Türkaslan, 2021). Yapılan bir başka çalışmada Doğu Anadolu Bölgesinden toplanan bal örnekleri içerisinde Bingöl bal numunelerinin ortalama nem değeri  $17,94 \pm 0,07$  olarak bildirilmiştir (Gül, 2008). Mevcut çalışmada elde edilen balların ortalama nem değerlerinin literatürdeki çalışmalarla uyumlu olduğu görülmektedir. Yıllara göre nem değerlerindeki farklılıklar değerlendirildiğinde; 2022 yılında hasat edilen balların, 2023 yılında hasat edilen balların nem değerinden düşük olması, hasat dönemi ve iklimsel farklılıklardan kaynaklandığı şeklinde değerlendirilmiştir.

#### **4.3.2. Elektriksel İletkenlik Analizi**

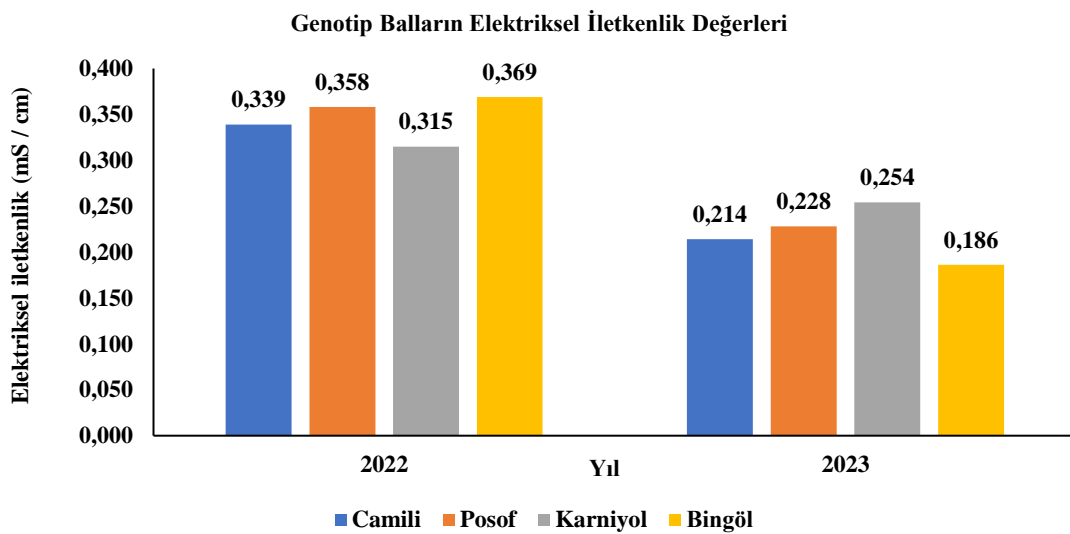
Genotip gruplardan elde edilen bal numunelerinin elektriksel iletkenlikleri 3 tekrarlı olarak ölçülmüş ve hesaplanmıştır. Tablo 4.13 ve Şekil 4.12'de 2022 ve 2023 yılına ait bal örneklerinin ortalama nem değerleri verilmiştir.

Tablo 4.13. Genotip ballarında elektriksel iletkenlik analiz sonuçları (mS/cm)

Genotipler	2022*	2023**
	Ortalama	Ortalama
Camili	0,339±0,003a	0,214±0,001a
Posof	0,358±0,004b	0,228±0,001b
Karniyol	0,315±0,003c	0,254±0,001c
Bingöl	0,369±0,006d	0,186±0,001d
<b>ORTALAMA</b>	<b>0,330±0,052</b>	<b>0,236±0,056</b>

\*a,b,c,d,: aynı sütünde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemlidir ( $p<0.05$ ).

\*\*a,b,c,d: aynı sütünde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemlidir ( $p<0.05$ ).



Şekil 4.12. Genotip ballarında yıllara göre elektriksel iletkenlik dağılımı

Genotiplerden 2022 yılında elde edilen bal numunelerinin elektriksel iletkenlik değerleri Tablo 4.13’de verilmiştir. Tablo 4.13 incelendiğinde; en yüksek ortalama elektriksel iletkenlik değerine 0,369±0,003 mS/cm ile Bingöl genotipi ballarının sahip olduğu görülmektedir. Karniyol genotipinden elde edilen bal numunesinin 0,315±0,000 mS/cm ile en düşük ortalama elektriksel iletkenlik değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Balların tek yönlü varyans analizi (anova)/ one way-anova istatistik testleri sonuçlarına göre tüm genotip grupları arasındaki farklılığın önemli ( $p<0,05$ ) düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Genotiplerden 2023 yılında elde edilen bal numunelerinin elektriksel iletkenlik değerleri Tablo 4.14’de verilmiştir. Tablo 4.14’de ölçülen elektriksel iletkenlik değerlerine göre; 0,254±0,003 mS/cm’lik değerle Karniyol genotip en yüksek, 0,186±0,001 mS/cm’lik

değerle Bingöl genotipi ballarının en düşük elektriksel iletkenlik değerine sahip olduğu görülmektedir. Balların tek yönlü varyans analizi (anova)/ one way-anova istatistik testleri sonuçlarına göre tüm genotip grupları arasındaki farklılığın önemli ( $p < 0,05$ ) düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Türk Gıda Kodeksi'ne göre; çiçek balı ve çiçek-salgı balı karışımlarının elektriksel iletkenlik değeri en fazla 0,8 mS/cm olmalıdır. 2022 ve 2023 yılında çalışılan bal arısı genotiplerinden elde edilen bal numunelerinin ölçülen elektriksel iletkenlik değerlerinin TGK'sine uygun olduğu anlaşılmaktadır. 2022 yılında genotiplerden elde edilen balların ölçülen elektriksel iletkenlik ortalamaları  $0,330 \pm 0,052$  mS/cm ve 2023 yılında genotiplerden elde edilen balların ölçülen elektriksel iletkenlik ortalamaları  $0,236 \pm 0,056$  mS/cm olarak hesaplanmıştır. Şekil 4.13 incelendiğinde Tüm genotiplerin ballarının elektriksel iletkenlik değerlerinin 2023 yılında azaldığı görülmektedir.

Baldaki iyonlar ve organik asitlerin miktarını gösteren %kül ve asit içeriği ne kadar yüksek olursa elektriksel iletkenlik de o kadar yüksek olur. Elektriksel iletkenlik %kül ve asit içeriğine bağlıdır (Adenekan et al., 2010). Elektriksel iletkenlik ile balın mineral içeriği arasında doğrusal bir ilişki vardır (Şahinler ve Kaya, 2001). Balların elektriksel iletkenlikleri, balda bulunan mineral tuzların, organik asitlerin ve proteinlerin miktarı ile ilişkilidir (Ciulu et al., 2011). Yapılan bir çalışmada Doğu Anadolu Bölgesinden toplanan bal örnekleri içerisinde Bingöl'den alınan bal numunelerinin ortalama elektriksel iletkenlik değeri  $0,29 \pm 0,01$  mS/cm olarak bildirilmiştir (Gül, 2008). Bizim çalışmamızdaki sonuçlarla karşılaştırıldığında, 2022 yılında elde edilen bal numunelerinin ortalama elektriksel iletkenlik değerinden düşük, 2023 yılında hasat edilen bal numunelerinin ortalama elektriksel iletkenlik değerinden yüksek olduğu görülmektedir. Elektriksel iletkenlik değerlerindeki farklılık balların botanik kaynağından dolayı olduğu şeklinde değerlendirilmiştir.

#### **4.3.3. Kül Analizi**

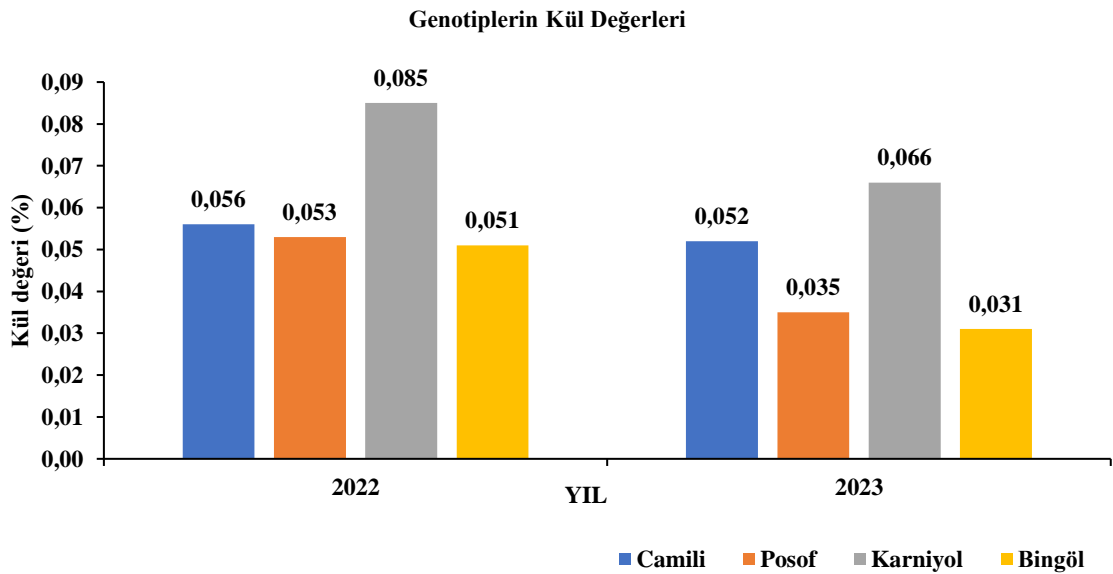
Genotip gruplarından elde edilen bal numunelerinin kül analizleri 3 tekrarlı olarak yapılmış ve hesaplanmıştır. Tablo 4.14 ve Şekil 4.13'de 2022 ve 2023 yılına ait bal örneklerinin ortalama kül değerleri verilmiştir.

Tablo 4.14. Genotip ballarında kül analiz sonuçları (%)

Genotipler	2022* Ortalama	2023** Ortalama
Camili	0,056±0,002b	0,052±0,001a
Posof	0,053±0,008b	0,035±0,001b
Karniyol	0,085±0,001a	0,066±0,001c
Bingöl	0,051±0,001b	0,031±0,001d
<b>ORTALAMA</b>	<b>0,061±0,016</b>	<b>0,046±0,904</b>

\*a,b,...: aynı sütünde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemlidir ( $p<0.05$ ).

\*\*a,b,c,d: aynı sütünde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemlidir ( $p<0.05$ ).



Şekil 4.13. Genotip ballarında kül değeri dağılımı

Tablo 4.14 incelendiğinde, 2022 yılında en yüksek Kül (%) değeri  $0,085\pm 0,001$  ile Karniyol genotipi sahipken, en düşük değer  $0,051\pm 0,001$  ile Bingöl genotipi aittir. Genotiplerden elde edilen bal numunelerinin kül değerleri arasındaki farklılığı belirlemek için yapılan istatistiksel analiz verilerine göre Karniyol genotipinin çalışılan diğer genotiplerle arasında önemli ( $p<0,05$ ) düzeyde farklılık olduğu belirlenmiştir. Diğer genotipleri arasındaki farklılığın önemsiz ( $p>0,05$ ) düzeyde olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 4.14’de Camili, Posof, Karniyol ve Bingöl genotiplerinden 2023 yılında elde edilen balların ortalama Kül (%) değerleri bakımından  $0,066\pm 0,001$  ile Karniyol genotipinin en yüksek değere,  $0,031\pm 0,001$  değerle Bingöl genotipinin en düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir. Genotiplerden elde edilen bal numunleri arasında istatistiksel olarak yapılan analiz sonucuna göre tüm genotipler arasında balları arasındaki farklılığın önemli ( $p<0,05$ ) düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Genotip gruplarından elde edilen balların kül (%) değerleri yıllara göre incelendiğinde, 2022 yılında elde edilen balların ortalama kül (%) değeri  $0,061\pm 0,016$  olarak belirlenmiş olup, 2023 yılına ait bal numunelerinin ortalama kül (%) değeri  $0,046\pm 0,904$  olarak tespit edilmiştir. Şekil 4.4. incelendiğinde, Camili, Posof, Karniyol ve Bingöl genotiplerinin bal numunlerinde kül (%) değerlerinin 2023 yılında azaldığı görülmektedir.

Balların kül miktarı, element içeriğinin göstergesidir ve balın botanik kaynağı için bir kriter olarak düşünülmektedir (Aloisi, 2010). Bayburt ilinden 10 farklı bölgeden temin edilen bal örneklerinin fizikokimyasal özellikleri, antimikrobiyal aktiviteleri, multi-element içeriği ve bitki kaynaklarını tespit edebilmek için yapılan bir çalışmada, bal örneklerinin kül miktarları %0,13-%0,32 arasında değişen değerlerde tespit edildiği bildirilmiştir (Bayram, 2019). Yapılan bir başka çalışmada Doğu Anadolu Bölgesi’nden toplanan bal örnekleri içerisinde Bingöl’den alınan bal numunelerinin ortalama kül değeri  $0,09\pm 0,01$  olarak bildirilmiştir (Gül, 2008). Bizim yapmış olduğumuz çalışmada kül değerlerinin yapılan her iki çalışmadan da daha düşük olduğu görülmektedir.

#### **4.3.4. pH Analizi**

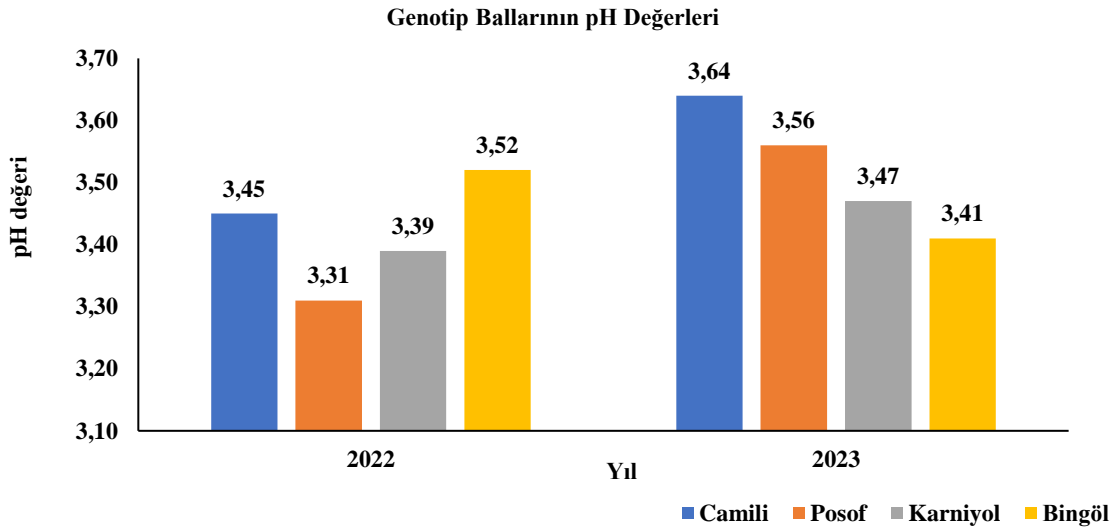
Genotip gruplardan elde edilen bal numunelerinin pH analizleri 3 tekrarlı olarak yapılmış ve hesaplanmıştır. Tablo 4.15 ve Şekil 4.14’de 2022 ve 2023 yılına ait bal örneklerinin ortalama pH değerleri verilmiştir.

Tablo 4.15. Genotip ballarında pH analiz sonuçları

Genotipler	2022* Ortalama	2023** Ortalama
Camili	3,450±0,010a	3,640±0,026a
Posof	3,313±0,021b	3,560±0,060ab
Karniyol	3,397±0,035a	3,470±0,045b
Bingöl	3,517±0,021c	3,410±0,061bc
<b>ORTALAMA</b>	<b>3,419±0,086</b>	<b>3,520±0,099</b>

\*a,b,c,...: aynı sütünde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemlidir ( $p<0.05$ ).

\*\*a,b,c: aynı sütünde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemlidir ( $p<0.05$ ).



Şekil 4.14. Genotip ballarında pH dağılımı

Genotiplerden 2022 yılında elde edilen balların en yüksek pH değeri  $3,517\pm 0,021$  ile Bingöl genotipi ballı olurken, en düşük değer  $3,313\pm 0,021$  ile Posof genotipi ballı olmuştur. Genotiplerden elde edilen bal numunelerinin pH değerleri arasındaki farklılığı belirlemek için yapılan istatistiksel analiz verilerine göre Camili genotipi ve Karniyol genotipleri arasındaki farklılığın önemsiz ( $p>0,05$ ) düzeyde olduğu sonucuna varılmıştır. Diğer tüm bal arısı genotiplerinden elde edileb bal numunelerinin pH değerleri arasındaki farklılığın önemli ( $p<0,05$ ) düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Camili, Posof, Karniyol ve Bingöl genotiplerinden 2023 yılında elde edilen balların ortalama pH değerleri bakımından  $3,640\pm 0,026$  ile Camili genotipinin en yüksek değere,

3,410±0,061 ile Bingöl genotipinin en düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir. Genotiplerden elde edilen bal numuneleri arasında istatistiksel olarak yapılan analiz sonucuna göre Camili genotipinin Karniyol ve Bingöl genotipi arasındaki farklılığın önemli ( $p<0,05$ ) ve Posof genotipi ile Bingöl genotipi arasındaki farklılığın da önemli ( $p<0,05$ ) düzeyde olduğu sonucuna varılmıştır. Diğer çalışılan genotip balları arasındaki farklılığın önemsiz ( $p>0,05$ ) düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Genotip gruplarından elde edilen balların pH değerleri yıllara göre incelendiğinde, 2022 yılında elde edilen balların ortalama pH değeri 3,419±0,086 olarak belirlenmiş olup, 2023 yılına ait bal numunelerinin ortalama pH değeri 3,520±0,099 olarak tespit edilmiştir. Şekil 4.5. incelendiğinde, Camili, Posof ve Karniyol genotiplerin bal numunelerinde pH değerlerinin arttığı Bingöl genotipinin pH değerinin ise 2023 yılında azaldığı görülmektedir.

Türk Gıda Kodeksi'nde balın pH değeri ile ilgili herhangi bir düzenleme bulunmamaktadır. pH değeri balın antimikrobiyal etkisi ile doğrudan ilgilidir. Balın pH değeri genellikle 3,5 ve 5,5 arasında kabul edilir (Pita-Calvo et al., 2017). Yapılan bir çalışmada, Anadolu bal arısı ve Yığılca yerel bal arısından alınan deli bal örneklerinin pH değerleri sırasıyla 3,84 ve 4,00 olarak, kestane balı örneklerin ise pH 5,00 ve 5,25 bulunduğu bildirilmiştir (Gürdal ve Sönmez, 2021). Yapılan bir çalışmada Doğu Anadolu Bölgesi'nden toplanan bal örnekleri içerisinde Bingöl'den alınan bal numunelerinin ortalama pH değeri 3,15±0,03 olarak bildirilmiştir (Gül, 2008). Mevcut çalışmada benzer şekilde bal arısı genotiplerinden elde edilen bal numunelerinin pH değerleri birbirinden farklılık göstermektedir. Genotiplerin ziyaret etmiş olduğu bitkilerin farklı olması bal numunelerinin pH değerlerinde bundan dolayı farklı olduğunu düşündürmektedir. Bingöl yöresinde yapılan daha önceki çalışmalardan bizim yapmış olduğumuz çalışmada ölçülen pH değerlerinin daha yüksek olduğu saptanmıştır.

#### **4.3.5. Prolin Analizi**

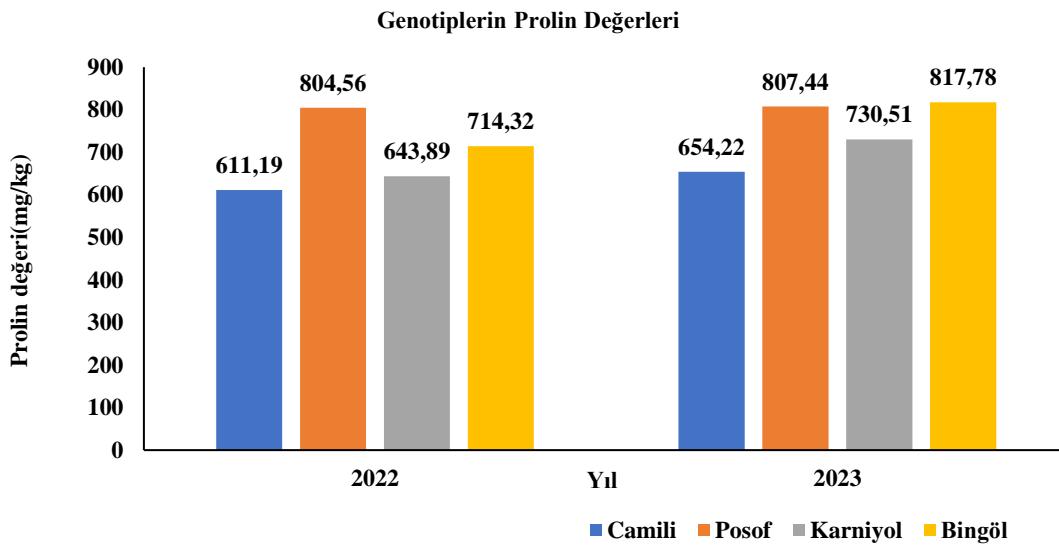
Genotip gruplarından elde edilen bal numunelerinin prolin analizleri 3 tekrarlı olarak yapılmış ve hesaplanmıştır. Tablo 4.16 ve Şekil 4.15'de 2022 ve 2023 yılına ait bal örneklerinin ortalama prolin değerleri verilmiştir.

Tablo 4.16. Genotip ballarında prolin analiz sonuçları (mg/kg)

Genotipler	2022* Ortalama	2023** Ortalama
Camili	611,190±39,810a	654,220±11,360a
Posof	804,560±33,880b	807,440±5,930b
Karniyol	643,890±27,880ac	730,510±9,950c
Bingöl	714,320±30,790c	817,780±21,280b
<b>ORTALAMA</b>	<b>693,490±85,642</b>	<b>752,488±76,207</b>

\*a,b,c: aynı sütünde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemlidir (p<0.05).

\*\*a,b,c: aynı sütünde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemlidir (p<0.05).



Şekil 4.15. Genotip ballarında prolin dağılımı

Genotiplerden 2022 yılında elde edilen balların en yüksek prolin değeri 804,560±33,880 mg/kg ile Posof genotipinden elde edilen bal olurken, 611,190±39,810 mg/kg ile Camili genotipinden elde edilen balın en düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analiz verilerine göre, Karniyol genotipi ballarının prolin değeri ile Camili genotipi balları ve Bingöl genotipi balları arasındaki prolin değerleri farklarının önemsiz (p>0,05) düzeyde olduğu belirlenmiştir. Genotiplere ait diğer balların prolin değerleri arasındaki farkın önemli (p<0,05) düzeyde olduğu saptanmıştır.

Camili, Posof, Karniyol ve Bingöl genotiplerinden 2023 yılında elde edilen balların ortalama prolin değeri Bingöl genotipinin 817,780±21,280 mg/kg ile en yüksek, 654,220±11,360 mg/kg ile Camili genotipinin en düşük olarak belirlenmiştir. Genotiplerin

ballarının prolin değerleri arasındaki farklılığın önem düzeyini belirlemek için yapılan istatistik analiz sonuçları değerlendirildiğinde Posof ile Bingöl genotip balları arasındaki farklılığın önemsiz ( $p>0,05$ ) düzeyde olduğu, diğer tüm genotiplere ait ballar arasındaki farklılığın önemli ( $p<0,05$ ) düzeyde olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne göre hem çiçek hem de salgı ballarında prolin içeriği en az 300 mg/kg olmalıdır. Genotip gruplarının tümünden elde edilen balların prolin değerlerinin kriterlere uygun olduğu görülmüştür. Genotip gruplarından elde edilen balların prolin değerleri yıllara göre incelendiğinde, 2022 yılında elde edilen balların ortalama prolin değeri  $693,490\pm 85,642$  mg/kg olarak belirlenmiş ve 2023 yılına ait bal numunelerinin ortalama prolin değeri  $752,488\pm 76,207$  mg/kg olarak tespit edilmiştir. Şekil 4.16 incelendiğinde genotiplerin ballarının tamamının prolin değerlerinin 2023 yılında arttığı görülmektedir.

Prolin balda yaklaşık %1 oranında bulunan protein içeriğinin yaklaşık %50-85'ini oluşturan bir aminoasittir (Anklam, 1998; Hermosín et al., 2003). Balın içeriğinde bulunan proteinlerin kaynağının hem hayvansal hemde bitkisel kaynaklı olduğu bildirilmiştir (Anklam, 1998). Prolin düzeyinin balın botanik kaynağına göre değiştii ancak bunun daha çok arıların iş performansıyla ilişkili olduğu rapor edilmiştir (Cotte et al., 2004). Türkiye ballarının fizikokimyasal içeriklerinin araştırıldığı bir çalışmada; multifloral çiçek ballarının ortalama prolin değeri  $482\pm 160$  olarak bildirilmiştir (Can vd., 2015). Kestane ve yayla balının karşılaştırıldığı bir çalışmada ortalama değerlere göre kestane ( $925,16$  mg/kg) balı örneklerinin yayla ( $755,14$ mg/kg) balı örneklerine göre daha fazla prolin içerdiği bildirilmiştir (Kanbur vd., 2021). Bingöl ilinde bulunan arıcılardan toplanan iki adet çiçek balı ile yapılan bir çalışmada, birinci bal numunesinin ortalama prolin değeri  $965,54\pm 5,74$  mg/kg ikinci bal numunesinin ortalama prolin değeri  $587,37\pm 13,23$  olarak bildirilmiştir (Gün ve Karaoğlu, 2022). Çalışmamızda kullanılan genotiplerden elde edilen bal numunelerinin ortalama prolin değerinin yüksek olması yapılan çalışmalara benzerlik göstermektedir. Bunun nedenin ise bal arısı genotiplerinin ziyaret etmiş olduğu bitki çeşitliliğinden kaynaklandığı düşünölmektedir.

#### 4.3.6. Diastaz Analizi

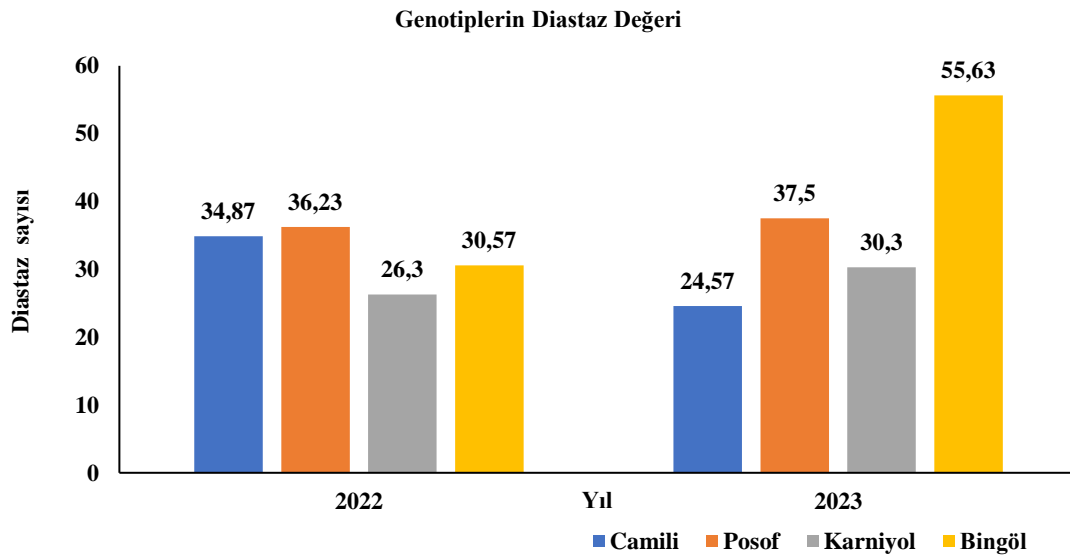
Genotip gruplardan elde edilen bal numunelerinin diastaz sayısı 3 tekrarlı olarak yapılmış ve hesaplanmıştır. Tablo 4.17 ve Şekil 4.16'da 2022 ve 2023 yılına ait bal örneklerinin ortalama diastaz değerleri verilmiştir.

Tablo 4.17. Genotip ballarında diastaz analiz sonuçları

Genotipler	2022* Ortalama	2023** Ortalama
Camili	34,870±3,370a	24,570±0,570a
Posof	36,230±3,810b	37,500±1,250b
Karniyol	26,300±1,810c	30,300±0,300c
Bingöl	30,570±1,990ab	55,630±1,320d
<b>ORTALAMA</b>	<b>31,993±4,497</b>	<b>37,000±13,500</b>

\*a,b,c,...: aynı sütünde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemlidir (p<0.05).

\*\*a,b,c,d: aynı sütünde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemlidir (p<0.05).



Şekil 4.16. Genotip ballarında yıllara göre diastaz dağılımı

Genotiplerden 2022 yılında elde edilen bal numunelerinin diastaz değerleri incelendiğinde, en yüksek diastaz sayısı sahip numune 36,23±3,81 ile Posof genotipinden elde edilen bal numunesi olurken, en düşük diastaz sayısına 26,30±1,81 ile Karniyol genotipinden elde edilen bal numunesi olmuştur. Elde edilen diastaz verilerinin genotip balları arasındaki farklılığını belirlemek için yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre, Karniyol

genotipinin Camili ve Posof genotipleri bal numunesi arasındaki farklılığın önemli ( $p<0,05$ ) düzeyde olduğu belirlenmiştir. Diğer tüm genotiplerin bal numunelerinin kendi aralarındaki farklılığın önemsiz ( $p>0,05$ ) düzeyde olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Camili, Posof, Karniyol ve Bingöl genotiplerinden 2023 yılında elde edilen balların ortalama diastaz sayıları Tablo 4.17’de verilmiştir. Bingöl genotipinden elde edilen bal numunesinin diastaz sayısının  $55,630\pm 1,320$  ile en yüksek değere Camili genotipinden elde edilen bal numunesinin diastaz sayısının ise  $24,570\pm 0,570$  ile en düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir. Genotiplerden elde edilen ballar arasında diastaz sayılarının yapılan istatistiksel analiz verileri değerlendirildiğinde tüm genotipler arasındaki farklılığın önemli ( $p<0,05$ ) düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği’ne göre çiçek ve salgı ballarının diastaz sayısı en az 8 olması gerektiği bildirilmiştir. Genotip grupların tümünden elde edilen balların diastaz sayılarının kriterlere uygun görülmektedir. Genotip gruplarından elde edilen balların diastaz sayısı yıllara göre incelendiğinde, 2022 yılında elde edilen balların ortalama diastaz sayısı  $31,993\pm 4,497$ , 2023 yılı bal örnekleri için ortalama diastaz sayısı  $37,000\pm 13,500$  olarak belirlenmiştir. Şekil 4.17 incelendiğinde, Camili genotipi dışında tüm genotiplerde diastaz sayısının 2023 yılında arttığı görülmektedir. Diastaz sayısı balın tazeliğinin bir göstergesidir. Genotip gruplardan elde edilen bal numunelerinin 2022 ve 2023 yıllarında farklı zamanlarda alınmış olması balların olgunluk derecelerinin farklı olduğunu düşündürmektedir.

Diastaz, balın saflığının ve tazeliğinin bir parametresi olarak bildirilmektedir (Da Silva et al., 2016). Türkiye'nin Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi'nde üretilen bazı ballar ile yapılan bir çalışmada, toplanan bal numunelerinin ortalama diastaz aktivitesi  $14,5\pm 3,5$  olarak bildirilmiştir (Cengiz vd., 2018). Bingöl ilinde bulunan arıcılardan toplanan iki adet çiçek balı ile yapılan bir çalışmada, birinci bal numunesinin ortalama diastaz sayısı  $28,93\pm 2,01$ , ikinci bal numunesinin ortalama diastaz sayısı  $32,74\pm 2,57$  olarak bildirilmiştir (Gün ve Karaoğlu, 2022). Doğu Anadolu Bölgesinden toplanan bal örnekleri ile yapılan bir çalışmada Bingöl’den alınan bal numunelerinin ortalama diastaz sayısı  $24,00\pm 3,18$  olarak tespit edilmiştir (Gül, 2008). Mevcut çalışmada farklı genotiplerin ballarından elde edilen diastaz sayılarının 2022 yıldan alınan bal numunelerinin ortalama diastaz sayısının

araştırmalara kısmen uyumlu olduğu, 2023 yılında genotiplerden elde edilen bal numunelerinin ortalama diastaz sayısının ise mevcut literatürdeki sonuçlardan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bal numuneleri diastaz sayıları arasındaki farklılığın sebepleri balın tazeliği, saklama koşulları ve hasat etme şekline bağlı olabileceği şeklinde değerlendirilmiştir.

#### 4.3.7. Serbest Asitlik Analizi

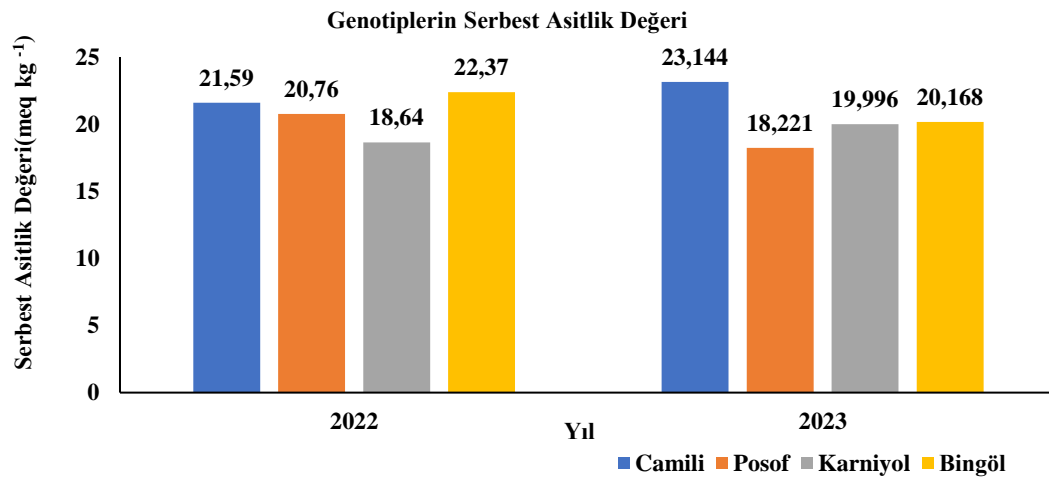
Genotip gruplardan elde edilen bal numunelerinin serbest asitlik analizi 3 tekrarlı olarak yapılmış ve hesaplanmıştır. Tablo 4.18 ve şekil 4.17' de 2022 ve 2023 yılına ait bal örneklerinin ortalama serbest asitlik değerleri verilmiştir.

Tablo 4.18. Genotip ballarında serbest asitlik analiz sonuçları (meğ kg<sup>-1</sup>)

Genotipler	2022* Ortalama	2023** Ortalama
Camili	21,590±3,650a	23,144±3,517a
Posof	20,760±3,690a	18,221±1,070b
Karniyol	18,640±4,240a	19,996±0,524ab
Bingöl	22,370±4,150a	20,168±0,396ab
<b>ORTALAMA</b>	<b>20,840±1,607</b>	<b>20,382±2,041</b>

\*a,: aynı sütünde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemlidir (p<0.05).

\*\*a,b: aynı sütünde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemlidir (p<0.05).



şekil 4.17. Genotip ballarında yıllara göre serbest asitlik dağılımı

Tablo 4.18 incelendiğinde, 2022 yılında en yüksek serbest asitlik değerinin  $22,370 \pm 4,150$  meq  $\text{kg}^{-1}$  olarak Bingöl genotipinden elde edilen bala ait olduğu görülmektedir. Karniyol genotipi balının serbest asitlik değeri  $18,640 \pm 4,240$  meq  $\text{kg}^{-1}$  ile 2022 yılında elde edilen ballar arasındaki en düşük değere sahiptir. Genotiplerden elde edilen balların serbest asitlik değerlerinin istatistiksel olarak aralarındaki farklılığın önemsiz ( $p > 0,05$ ) düzeyde olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Camili, Posof, Karniyol ve Bingöl genotiplerinden 2023 yılında elde edilen balların ortalama serbest asitlik değerleri incelendiğinde  $23,144 \pm 3,517$  meq  $\text{kg}^{-1}$  ile Camili genotipinin en yüksek değere,  $18,221 \pm 1,070$  meq  $\text{kg}^{-1}$  ile Posof genotipinin en düşük değere sahip olduğu tespit edilmiştir. Camili ve Posof gruplarından 2023 yılında elde edilen balların aralarındaki farklılığın önemli ( $p < 0,05$ ) düzeyde olduğu belirlenmiştir. Diğer tüm grupların kendi aralarındaki istatistiksel açıdan farklılığın önemsiz ( $p > 0,05$ ) düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne göre çiçek ve salgı ballarının serbest asitlik değeri en fazla  $50$  meq  $\text{kg}^{-1}$  olarak bildirilmiştir. Genotip grupların tümünden elde edilen balların serbest asitlik değerinin kriterlere uygun olduğu tespit edilmiştir. Genotip gruplarından elde edilen balların serbest asitlik değerleri yıllara göre incelendiğinde, 2022 yılında elde edilen balların ortalama serbest asitlik değerleri ise  $20,840 \pm 1,607$  meq  $\text{kg}^{-1}$  olarak belirlenmiş, 2023 yılına ait bal numunelerinin ortalama serbest asitlik değeri  $20,443 \pm 2,158$  meq  $\text{kg}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir. Şekil 4.18 incelendiğinde Camili ve Bingöl genotiplerinden elde edilen balların serbest asitlik değerlerinin 2023 yılında arttığı görülmektedir. Karniyol ve Posof genotiplerinden 2023 yılda elde edilen balların serbest asitlik değerlerinin ise azaldığı belirlenmiştir.

Serbest asitliğin ana kaynağı bal içerisinde bulunan organik asitlerdir. Bu organik asitler balın bileşiminin yaklaşık %0,5'ini oluşturmasına rağmen balın fiziksel, kimyasal ve organoleptik özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Karabagias et al., 2014). Bingöl ilinde bulunan arıcılardan toplanan iki adet çiçek balı ile yapılan bir çalışmada, birinci bal numunesinin ortalama serbest asitlik değeri  $27,00 \pm 0,50$  meq  $\text{kg}^{-1}$ , ikinci bal numunesinin ortalama serbest asitlik değeri  $18,50 \pm 0,00$  meq  $\text{kg}^{-1}$  olarak bildirilmiştir (Gün ve Karaoğlu, 2022). Yapılan bir çalışmada Doğu Anadolu Bölgesinden toplanan bal

örnekleri içerisinde Bingöl'den alınan bal numunelerinin ortalama serbest asitlik değeri  $26.01 \pm 0.65$  meq  $\text{kg}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir (Gül, 2008). Yapılan çalışmalarla mevcut çalışma karşılaştırıldığında serbest asitlik değerlerinin diğer çalışmalarda olduğu gibi TGK'sine de uygun olduğu ve diğer çalışmalarla benzerlik gösterdiği saptanmıştır.

#### 4.3.8. Suda Çözünmeyen Madde Analizi

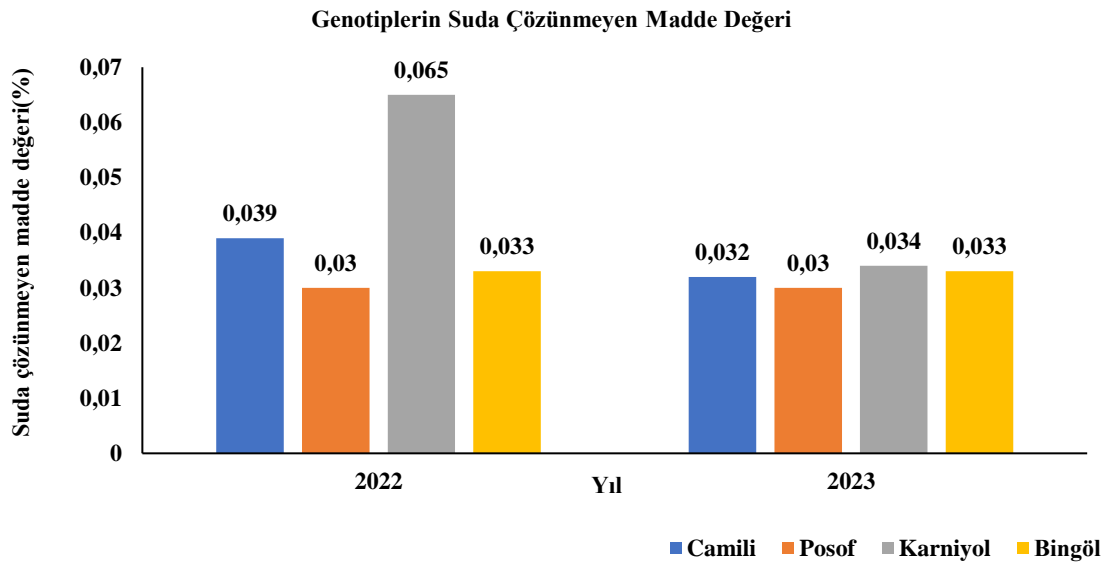
Genotip gruplardan elde edilen bal numunelerinin suda çözünmeyen madde analizi 3 tekrarlı olarak yapılmış ve hesaplanmıştır. Tablo 4.19 ve Şekil 4.18'de 2022 ve 2023 yılına ait bal örneklerinin ortalama suda çözünmeyen madde değeri verilmiştir.

Tablo 4.19. Genotip ballarında suda çözünmeyen madde analiz sonuçları (%)

Genotipler	2022* Ortalama	2023** Ortalama
Camili	0,039±0,002a	0,032±0,002a
Posof	0,030±0,005a	0,030±0,011a
Karniyol	0,065±0,007b	0,034±0,009a
Bingöl	0,033±0,007a	0,033±0,010a
<b>ORTALAMA</b>	<b>0,042±0,016</b>	<b>0,032±0,002</b>

\*a,b,: aynı sütünde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemlidir ( $p < 0.05$ ).

\*\*a: aynı sütünde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemlidir ( $p < 0.05$ ).



Şekil 4.18. Genotip ballarında yıllara göre suda çözünmeyen madde dağılımı

Genotiplerden 2022 yılında elde edilen ballardan en yüksek suda çözünmeyen madde değeri  $0,065 \pm 0,007$  ile Karniyol genotipi balı olurken, en düşük değere  $0,030 \pm 0,005$  ile Posof genotipi balının sahip olduğu görülmektedir. Genotiplerden 2022 yılında elde edilen balların yapılan istatistiksel analiz verilerine göre Karniyol genotipi balının suda çözünmeyen madde değerinin diğer genotiplerin balları ile yapılan istatistiksel hesaplamalarına göre aralarındaki farklılığın önemli ( $p < 0,05$ ) düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Diğer genotip ballarının kendi aralarındaki farklılığın önemsiz ( $p > 0,05$ ) düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Camili, Posof, Karniyol ve Bingöl genotiplerinden 2023 yılında elde edilen balların ortalama suda çözünmeyen madde değeri bakımından  $0,034 \pm 0,009$  değerle Camili genotipi balının en yüksek,  $0,030 \pm 0,011$  ile Posof genotipi balının en düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel hesaplamalar sonucunda genotiplerden 2023 yılında elde edilen balların arasındaki farklılığın önemsiz ( $p > 0,05$ ) düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne göre çiçek ve salgı ballarının suda çözünmeyen madde en fazla 0,1 olarak bildirilmiştir. Genotip gruplarından elde edilen balların suda çözünmeyen madde değerleri kriterlere uygun olarak belirlenmiştir. Genotip gruplarından elde edilen balların suda çözünmeyen madde değerleri yıllara göre incelendiğinde, 2022 yılında elde edilen balların ortalama suda çözünmeyen madde değeri  $0,042 \pm 0,016$ , 2023 yılına ait bal numunelerinin ortalama suda çözünmeyen madde değeri ise  $0,032 \pm 0,002$  olarak tespit edilmiştir. Şekil 4.19 incelendiğinde Camili ve Karniyol genotip ballarının suda çözünmeyen madde değerlerinin azaldığı, Posof ve Bingöl genotip ballarının değişmediği görülmektedir.

Balların suda çözünmeyen madde değerleri bal içerisindeki kirlilikleri, homojenliği ve saflığı bozan maddelerin miktarlarını belirlemek için ölçülen bir değerdir (Farsi et al., 2018; Gobessa et al., 2014). Polonyada yapılan bir çalışmada, kanola, karışık çiçek, püren, salgı ve karabuğday ballarının suda çözünmeyen madde miktarlarını sırasıyla 0,66 g/100 g, 0,84 g/100 g, 0,53 g/100 g, 0,91 g/100 g, 0,72 g/100 g ve 0,25 g/100 g olarak bildirilmiştir (Przybyłowski and Wilczyńska, 2001). Sırbistan'da üretilen ballar ile yapılan bir çalışmada, 0,002- 0,05 g/100 g aralığında olan suda çözünmeyen madde miktarının ihlamur

balında  $0,01 \pm 0,002$  g/100 g olduğu bildirilmiştir (Matović, 2018). Mevcut çalışmada, elde ettiğimiz sonuçlara göre genotiplerden elde edilen bal numunelerinin suda çözünmeyen madde miktarı değerleri literatür ile uyumludur.

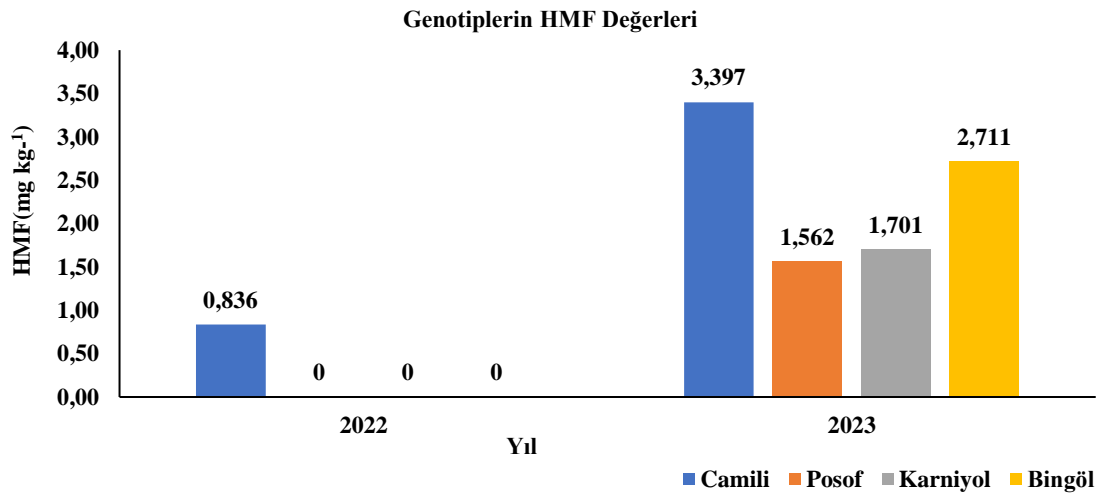
#### 4.3.9. HMF Analizi

Genotip gruplardan elde edilen bal numunelerinin Hidroksi Metil Furfural (HMF) 3 tekrarlı olarak ölçülmüş ve hesaplanmıştır. Tablo 4.20 ve Şekil 4.19'da 2022 ve 2023 yılına ait bal örneklerinin ortalama HMF değerleri verilmiştir.

Tablo 4.20. Genotip ballarında HMF analiz sonuçları (mg/kg)

Genotipler	2022 Ortalama	2023* Ortalama
Camili	0,836±0,027	3,397±0,301a
Posof	0,000±0,000	1,562±0,090b
Karniyol	0,000±0,000	1,701±0,034b
Bingöl	0,000±0,000	2,711±0,087c
<b>ORTALAMA</b>	<b>0,209±0,418</b>	<b>2,343±0,870</b>

\*a,b,c: aynı sütünde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemlidir ( $p < 0.05$ ).



Şekil 4.19. Genotip ballarında yıllara göre HMF dağılımı

Genotiplerden 2022 yılında elde edilen balların HMF değer incelendiğinde, 0,836 mg/kg ile Camili genotipi en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. Posof, Karniyol ve Bingöl genotiplerinden elde edilen bal numunelerinde HMF saptanamamıştır. 2022 yılında

sadece Camili genotipinin HMF değeri hesaplanabildiği için genotip grupları arasındaki istatistiksel farklılık değerlendirilememiştir.

Camili, Posof, Karniyol ve Bingöl genotiplerinden 2023 yılında elde edilen balların ortalama HMF değeri bakımından, 3,397 mg/kg'lık değerle Camili genotipi balının en yüksek değere, 1,562±0,090 mg/kg değerle Posof genotipi balının en düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir. Genotiplerden elde edilen balların HMF değerleri arasındaki farklılığı belirlemek için yapılan istatistiksel analiz neticesinde Karniyol genotipi balı HMF değeri ile Posof genotipi balı HMF değeri arasındaki farklılığın önemsiz ( $p>0,05$ ) düzeyde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Diğer tüm genotip balları HMF değerleri aralarındaki farklılığın önemli ( $p<0,05$ ) düzeyde olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne göre çiçek ve salgı ballarının HMF değerinin en fazla 40 mg/kg olması gerektiği bildirilmiştir. Genotip gruplarının tümünden elde edilen balların HMF değerleri kriterlere uygun olarak belirlenmiştir. Genotip gruplarından elde edilen balların HMF içerikleri yıllara göre incelendiğinde, 2022 yılında elde edilen balların ortalama HMF değeri 0,209±0,418 mg/kg olarak belirlenmiş, 2023 yılına ait bal numunelerinin ortalama HMF değeri 2,343±0,870 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

Kaçkar dağlarından hasat edilen ballar ile yapılan bir çalışmada, bal numunelerinin HMF değerinin 1.80 mg/kg ile 3.50 mg/kg aralığında bildirilmiştir (Erdoğan ve Turan, 2022). Bingöl ilinde bulunan arıcılardan toplanan iki adet çiçek balı ile yapılan bir çalışmada, birinci bal numunesinin ortalama HMF değeri 7,00±0,00 mg/kg, ikinci bal numunesinin ortalama HMF 5,31±0,06 mg/kg olarak bildirilmiştir (Gün ve Karaoğlu, 2022). Yapılan bir çalışmada Doğu Anadolu Bölgesinden toplanan bal örnekleri içerisinde Bingöl'den alınan bal numunelerinin ortalama HMF 13.59±0.82 mg/kg olarak bildirilmiştir (Gül, 2008). Bizim yapmış olduğumuz çalışmada HMF değerleri daha önce yapılan çalışmalardan daha düşük olarak belirlenmiştir. Mevcut çalışmamızda, genotip ballarının HMF değerlerinin düşük olması, hasat işlemlerinin uygun koşullarda yapıldığı ve uygun koşullarda muhafaza edildiği şeklinde değerlendirilmiştir.

#### 4.3.10. Şeker Analizi

Genotip gruplardan elde edilen bal numunelerinin şeker analizleri 3 tekrarlı olarak yapılmış ve hesaplanmıştır. Tablo 4.21-24 ve Şekil 4.20-23'de 2022 ve 2023 yılına ait bal örneklerinin ortalama şeker değerleri verilmiştir.

Genotip gruplardan elde edilen balların 2022 yılında fruktoz şeker miktarı Tablo 4.21'de verilmiştir. Tablo 4.21 incelendiğinde Bingöl genotipinden elde edilen balların fruktoz içeriğinin  $40,915 \pm 0,024$  g/100g en fazla olduğu, Camili genotipinden elde edilen balların fruktoz içeriğinin ise  $40,267 \pm 0,038$  g/100g ile en düşük değere sahip olduğu görülmektedir. Genotip grupların balları arasındaki farklılığın önem düzeyini belirlemek için yapılan istatistiksel analiz verilerine göre tüm genotip ballarının fruktoz miktarları arasındaki farklılığın önemli ( $p < 0,05$ ) düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Genotip gruplardan elde edilen balların 2023 yılında fruktoz şeker miktarı Tablo 4.21'de verilmiştir Bingöl genotipinden elde edilen balların fruktoz içeriğinin  $40,792 \pm 0,023$  g/100g ile en fazla olduğu, Camili genotipinden elde edilen balların fruktoz içeriğinin ise  $39,817 \pm 0,044$  g/100g ile en düşük değere sahip olduğu tespit edilmiştir. Genotip grupların balları arasındaki farklılığın önem düzeyini belirlemek için yapılan istatistiksel analiz verilerine göre tüm genotip ballarının fruktoz miktarları arasındaki farklılığın önemli ( $p < 0,05$ ) düzeyde olduğu belirlenmiştir

Genotip gruplarından elde edilen balların fruktoz miktarının yıllara göre dağılımı incelendiğinde, 2022 yılında elde edilen balların ortalama fruktoz değeri  $40,827 \pm 0,481$  g/100g olarak belirlenmiş, 2023 yılına ait bal numunelerinin ortalama fruktoz değeri  $40,265 \pm 0,410$  g/100g olarak tespit edilmiştir. Şekil 4.21 incelendiğinde tüm genotiplerin ballarındaki fruktoz miktarının 2023 yılında azaldığı görülmektedir.

Yapılan bir çalışmada Doğu Anadolu Bölgesinden toplanan bal örnekleri içerisinde Bingöl'den alınan bal numunelerinin ortalama fruktoz miktarı  $41,12 \pm 0,30$  g/100g olarak bildirilmiştir (Gül, 2008). Kaçkar dağlarından hasat edilen ballar ile yapılan bir çalışmada, bal numunelerinin fruktoz miktarı %32 ile %45 aralığında bildirilmiştir (Erdoğan ve Turan, 2022). Türkiye'nin Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki bazı ballar ile yapılan bir çalışmada,

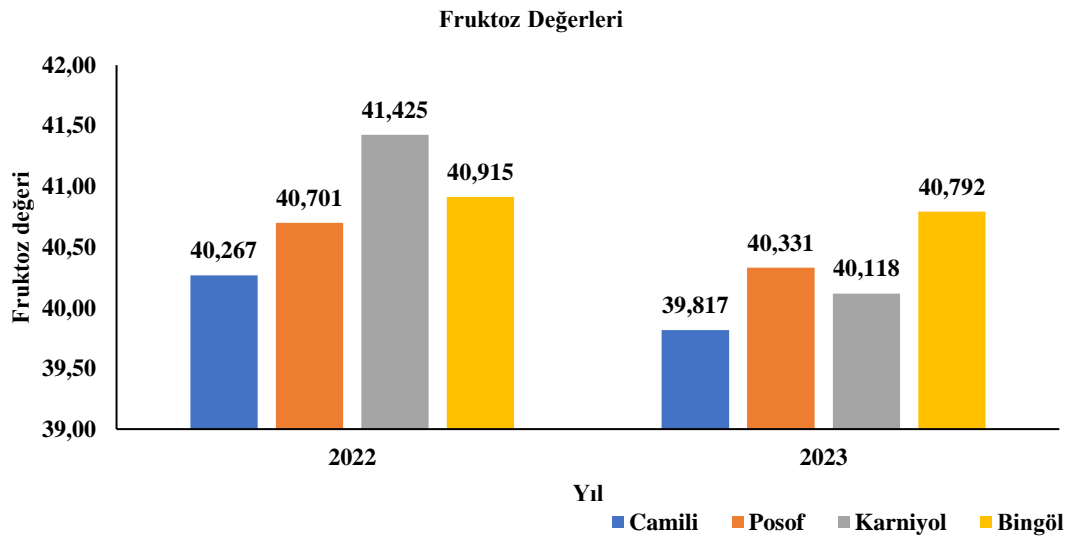
toplanan numune balların ortalama fruktoz miktarını  $38,8 \pm 1,8$  olarak bildirilmiştir (Cengiz vd., 2018). Bizim yapmış olduğumuz çalışmada belirlenen fruktoz miktarları diğer çalışmalarla benzer olduğu görülmektedir.

Tablo 4.21. Genotip ballarında fruktoz analiz sonuçları(g/100g)

Genotipler	2022*	2023**
	Ortalama	Ortalama
Camili	40,267±0,038a	39,817±0,044a
Posof	40,701±0,024b	40,331±0,046b
Karniyol	41,425±0,063c	40,118±0,066c
Bingöl	40,915±0,024d	40,792±0,023d
<b>ORTALAMA</b>	<b>40,827±0,481</b>	<b>40,265±0,410</b>

\*a,b,c,d,: aynı sütünde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemlidir ( $p < 0,05$ ).

\*\*a,b,c,d: aynı sütünde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemlidir ( $p < 0,05$ ).



Şekil 4.20. Genotip ballarında yıllara göre fruktoz dağılımı (g/100g)

Genotip gruplardan elde edilen balların 2022 yılında glukoz şeker miktarı Tablo 4.22’de verilmiştir. Tablo 4.22 incelendiğinde en yüksek glukoz değerine  $34,742 \pm 0,039$  g/100g ile Karniyol genotipi balının, en düşük glukoz değerine ise  $33,123 \pm 0,009$  g/100g ile Camili genotipi balının sahip olduğu görülmektedir. Genotip grupların balları arasındaki farklılığın önem düzeyini belirlemek için yapılan istatistiksel analiz verilerine göre; Posof ve Bingöl genotiplerinden elde edilen balların glukoz miktarları arasındaki farklılığın

önemsiz ( $p>0,05$ ) düzeyde olduğu diğer tüm genotip ballarının glukoz miktarları arasındaki farklılığın önemli ( $p<0,05$ ) düzeyde olduğu belirlenmiştir

Genotip gruplardan elde edilen balların 2023 yılında glukoz şeker miktarı Tablo 4.22’de verilmiştir. Tablo 4.22 incelendiğinde,  $32,431\pm 0,037$  g/100g değerle Karniyol genotipi balının en yüksek glukoz değerini, Camili genotipi balının ise  $31,781\pm 0,005$  g/100g değerle ile en düşük glukoz değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Genotip grupların balları arasındaki farklılığın önem düzeyini belirlemek için yapılan istatistiksel analiz verilerine göre; Posof ve Bingöl genotiplerinden elde edilen balların glukoz miktarları arasındaki farklılığın önemsiz ( $p>0,05$ ) düzeyde olduğu diğer tüm genotip ballarının glukoz miktarları arasındaki farklılığın önemli ( $p<0,05$ ) düzeyde olduğu belirlenmiştir

Genotip gruplarından elde edilen balların glukoz miktarının yıllara göre dağılımı incelendiğinde, 2022 yılında elde edilen balların ortalama glukoz değeri  $33,707\pm 0,711$  g/100g olarak belirlenmiş, 2023 yılına ait bal numunelerinin ortalama glukoz değeri  $32,074\pm 0,268$  g/100g olarak tespit edilmiştir. Şekil 4.22 incelendiğinde 2022 yılında tüm genotip gruplarından elde edilen balların glukoz miktarlarının 2023 yılında düştüğü görülmektedir.

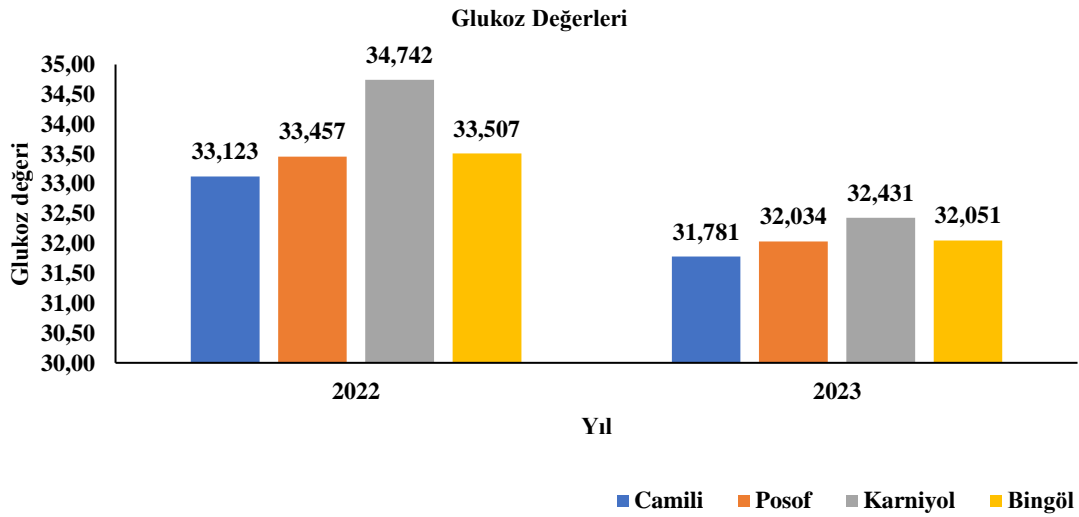
Yapılan bir çalışmada Doğu Anadolu Bölgesinden toplanan bal örnekleri içerisinde Bingöl’den alınan bal numunelerinin ortalama fruktoz miktarı  $\%34,41\pm 0,08$  olarak bildirilmiştir (Gül, 2008). Türkiye ballarının fizikokimyasal içeriklerinin araştırıldığı bir çalışmada; multifloral çiçek ballarının ortalama glukoz miktarı  $\%25,07\pm 6,59$  olarak bildirilmiştir (Can vd., 2015). Türkiye’nin Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi’ndeki bazı ballar ile yapılan bir çalışmada, toplanan numune balların ortalama glukoz miktarını  $\% 30,2\pm 1,7$  olarak bildirilmiştir (Cengiz vd., 2018). Türkiye’nin 2 farklı bölgesinden hasat edilen 14 multifloral bal numunesi ile yapılan bir çalışmada analiz edilen balların ortalama glukoz miktarı  $33,27\pm 4,17$  g/100g olarak bildirilmiştir (Şen ve Türkaslan, 2021). Yapılan çalışmalarla bizim yapmış olduğumuz çalışmada belirlenen glukoz miktarları benzerlik göstermektedir.

Tablo 4.22. Genotip ballarında glukoz analiz sonuçları (g/100g)

Genotipler	2022*	2023**
	Ortalama	Ortalama
Camili	33,123±0,009a	31,781±0,005a
Posof	33,457±0,034b	32,034±0,024b
Karniyol	34,742±0,039c	32,431±0,037c
Bingöl	33,507±0,009b	32,051±0,007b
<b>ORTALAMA</b>	<b>33,707±0,711</b>	<b>32,074±0,268</b>

\*a,b,c: aynı sütünde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemlidir (p<0.05).

\*\*a,b,c: aynı sütünde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemlidir (p<0.05).



Şekil 4.21. Genotip ballarında yıllara göre glukoz dağılımı (g/100g)

Genotip gruplardan elde edilen balların 2022 yılında sakkaroz şeker miktarı Tablo 4.23’de verilmiştir. Tablo 4.23 incelendiğinde 2022 yılında Camili, Posof, Karniyol ve Bingöl genotip ballarında sakkaroz tespit edilemediği görülmektedir. Tablo 4.23’de Camili, Posof, Karniyol ve Bingöl genotiplerinden 2023 yılında elde edilen balların ortalama sakkaroz değerleri kıyaslandığında 0,151±0,002 g/100g ile değerle Posof genotipine ait balın en yüksek değere, 0,097±0,001 g/100g ile Karniyol genotipinin ait balın en düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir. Genotip balları arasındaki farklılığın önem düzeyini belirlemek için yapılan istatistiksel analiz verilerine göre; Camili ve Bingöl genotiplerinden elde edilen balların sakkaroz miktarları arasındaki farklılığın önemsiz (p>0,05) düzeyde olduğu diğer tüm genotip ballarının sakkaroz miktarları arasındaki farklılığın önemli (p<0,05) düzeyde olduğu belirlenmiştir.

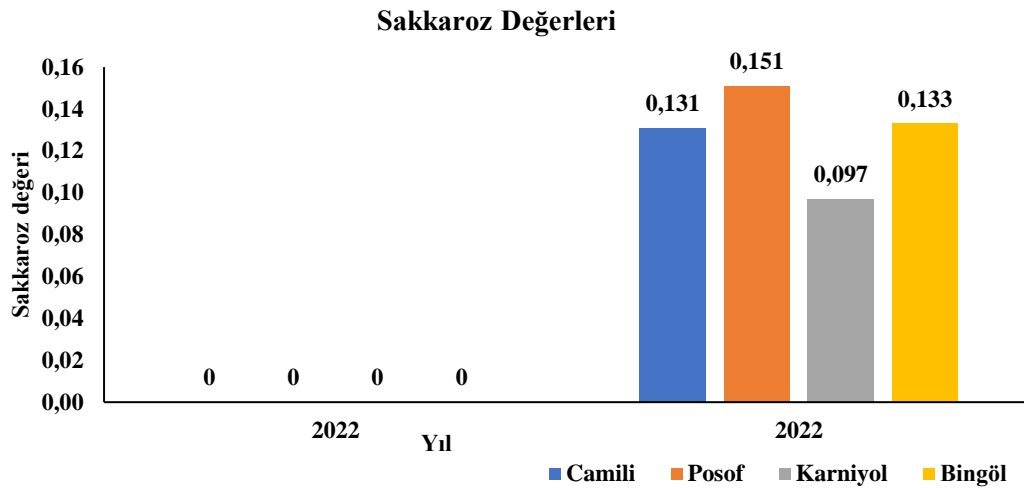
Genotip gruplardan elde edilen balların 2022 yılında sakkaroz şeker miktarı Tablo 4.23’de verilmiştir. Tablo 4.22 incelendiğinde Camili, Posof, Karniyol ve Bingöl genotiplerinden 2023 yılında elde edilen balların ortalama sakkaroz miktarları kıyaslandığında  $0,151\pm0,002$  g/100g ile Posof genotipine ait balın en yüksek değere,  $0,097\pm0,001$  g/100g ile Karniyol genotipinin ait balın en düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir. Genotip gruplarından elde edilen balların glukoz miktarının yıllara göre dağılımı incelendiğinde, 2022 yılında elde edilen genotip ballarında sakkaroz tespit edilememiştir. 2023 yılına ait bal numunelerinde ise ortalama sakkaroz değeri  $0,128\pm0,023$  g/100g olarak belirlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada Doğu Anadolu Bölgesinden toplanan bal örnekleri içerisinde Bingöl’den alınan bal numunelerinin ortalama sakkaroz miktarı  $\%2,51\pm0,06$  olarak bildirilmiştir (Gül, 2008). Türkiye’nin Güney Doğu Anadolu bölgesinden toplanan 68 adet çiçek bal örneği ile yapılan bir çalışmada, ortalama sakkaroz miktarı  $\% 0,90 \pm 1,35$  olarak bildirilmiştir (Gürbüz vd., 2020). Türkiye’nin 2 farklı bölgesinden hasat edilen 14 multifloral bal numunesi ile yapılan bir çalışmada analiz edilen balların ortalama sakkaroz miktarı  $1,01\pm1,32$  g/100g olarak bildirilmiştir (Şen ve Türkaslan, 2021). Yapmış olduğumuz çalışmada genotiplerden elde edilen 2023 yılı ballarının sakkaroz miktarı yapılan diğer çalışmalardan daha düşük olarak bulunmuştur. 2022 yılında hasat edilen bal numunelerinde sakkaroz tespit edilememiştir.

Tablo 4.23. Genotip ballarında sakkaroz analiz sonuçları(g/100g)

Genotipler	2022* Ortalama	2023** Ortalama
Camili	$0,000\pm0,000$	$0,131\pm0,008a$
Posof	$0,000\pm0,000$	$0,151\pm0,002b$
Karniyol	$0,000\pm0,000$	$0,097\pm0,001c$
Bingöl	$0,000\pm0,000$	$0,133\pm0,006a$
<b>ORTALAMA</b>	<b><math>0,000\pm0,000</math></b>	<b><math>0,128\pm0,023</math></b>

\*\*a,b,c: aynı sütünde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemlidir ( $p<0.05$ ).



Şekil 4.22. Genotip ballarında yıllara göre sakkaroz dağılımı (g/100g)

Genotip gruplardan elde edilen balların 2022 yılında maltoz şeker miktarı Tablo 4.24’de verilmiştir. Tablo 4.24 incelendiğinde en yüksek maltoz değerine  $3,470 \pm 0,010$  g/100g ile Karniyol genotipine ait balın, en düşük maltoz değerine ise  $3,084 \pm 0,010$  g/100g ile Posof genotipine ait balın sahip olduğu görülmektedir. Genotip balları arasındaki farklılığın önem düzeyini belirlemek için yapılan istatistiksel analiz verilerine göre; Karniyol ve Bingöl genotiplerinden elde edilen balların maltoz miktarları arasındaki farklılığın önemsiz ( $p > 0,05$ ) düzeyde olduğu diğer tüm genotip ballarının maltoz miktarları arasındaki farklılığın önemli ( $p < 0,05$ ) düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Genotip gruplardan elde edilen balların 2022 yılında maltoz şeker miktarı Tablo 4.24’de verilmiştir. Tablo 4.23 incelendiğinde Camili, Posof, Karniyol ve Bingöl genotiplerinden 2023 yılında elde edilen balların ortalama maltoz değerleri kıyaslandığında  $2,704 \pm 0,006$  g/100g ile Bingöl genotipine ait balların en yüksek değere,  $2,420 \pm 0,010$  g/100g ile Karniyol genotipine ait balların en düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir. Genotip balları arasındaki farklılığın önem düzeyini belirlemek için yapılan istatistiksel analiz verilerine göre; Camili ve Posof genotiplerinden elde edilen balların maltoz miktarları arasındaki farklılığın önemsiz ( $p > 0,05$ ) düzeyde olduğu diğer tüm genotip ballarının maltoz miktarları arasındaki farklılığın önemli ( $p < 0,05$ ) düzeyde olduğu belirlenmiştir. Genotip gruplarından elde edilen balların maltoz miktarının yıllara göre dağılımı incelendiğinde, 2022 yılında elde edilen balların ortalama maltoz değeri  $3,337 \pm 0,178$  g/100g olarak belirlenmiş, 2023 yılına ait bal numunelerinin ortalama maltoz değeri

2,572±0,117 g/100g olarak tespit edilmiştir. Şekil 4.24 incelendiğinde 2022 yılında genotip gruplarından elde edilen balların maltoz değerlerinin 2023 yılında düştüğü görülmektedir.

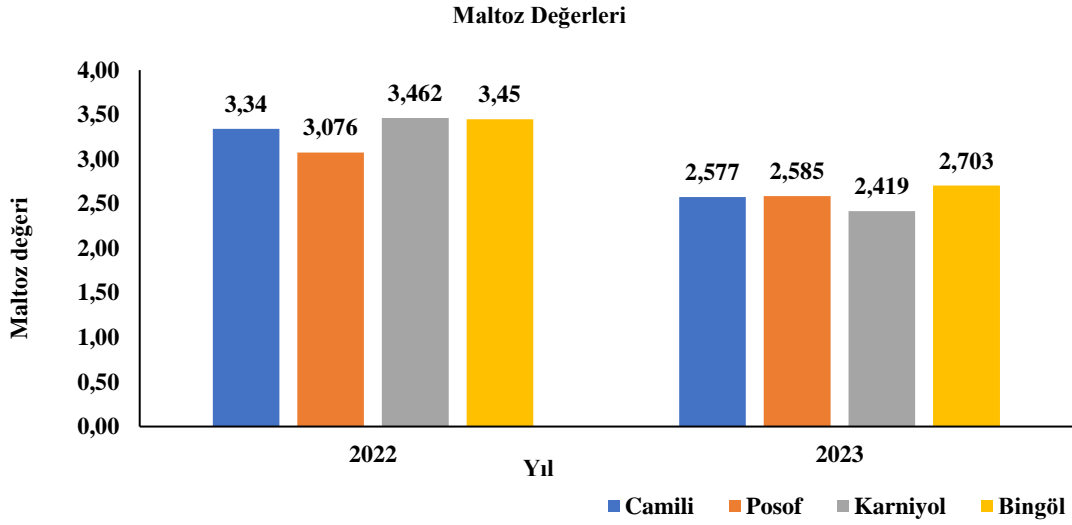
Bingöl ilinde bulunan arıcılardan toplanan iki adet çiçek balı ile yapılan bir çalışmada, birinci bal numunesinin ortalama maltoz miktarı 1,87±0,05 g/100g, ikinci bal numunesinin ortalama 3,00±0,01 g/100g olarak bildirilmiştir (Gün ve Karaoğlu, 2022). Türkiye'nin 2 farklı bölgesinden hasat edilen 14 multifloral bal numunesi ile yapılan bir çalışmada analiz edilen balların ortalama maltoz miktarı 2,24±1,53 g/100g olarak bildirilmiştir (Şen ve Türkaslan, 2021). Türkiye'nin Güney Doğu Anadolu bölgesinden toplanan 68 adet çiçek bal örneği ile yapılan bir çalışmada, ortalama maltoz miktarı % 2,88±1,42 olarak bildirilmiştir (Gürbüz vd., 2020). Bizim çalışmamızda genotiplerden elde ettiğimiz bal numunelerinin ortalama maltoz miktarları diğer çalışmalara benzerlik göstermektedir.

Tablo 4.24. Genotip ballarında maltoz analiz sonuçları(g/100g)

Genotipler	2022*	2023**
	Ortalama	Ortalama
Camili	3,345±0,019a	2,577±0,012a
Posof	3,084±0,010b	2,585±0,004a
Karniyol	3,470±0,010c	2,420±0,010b
Bingöl	3,450±0,018c	2,704±0,006c
<b>ORTALAMA</b>	<b>3,337±0,178</b>	<b>2,572±0,117</b>

\*a,b,c,: aynı sütünde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemlidir (p<0.05).

\*\*a,b,c: aynı sütünde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik açıdan önemlidir (p<0.05).



Şekil 4.23. Genotip ballarında maltoz değerlerinin yıllara göre dağılımı (g/100g)

#### 4.4. Melissopalinojik Analizleri

##### 4.4.1. Balda Polen Analizi

Araştırma kullanılan bal arısı genotiplerinden 2022 ve 2023 yılında hasat edilen bal numunelerinin polen içerikleri tespit edilmiştir. Bal numunelerinde polenleri teşhis edilen taksonlara ait polenler, balda bulunma %'lerine göre dominant ( $\geq$  %45), sekonder (%16 – 44), minör (%3-15) ve eser (<% 3) olarak değerlendirilmiş (Corvucci et al., 2015) ve analiz sonuçları tablolarda sunulmuştur

##### 4.4.1.1. Hasat Edilen Balların Polen Analizi (2022)

Bal numunelerinde polenleri teşhis edilen taksonlar ve bu taksonlara ait polenlerin balda bulunma %'leri Tablo 4.25-28 ve Şekil 4.24-27'de verilmiştir.

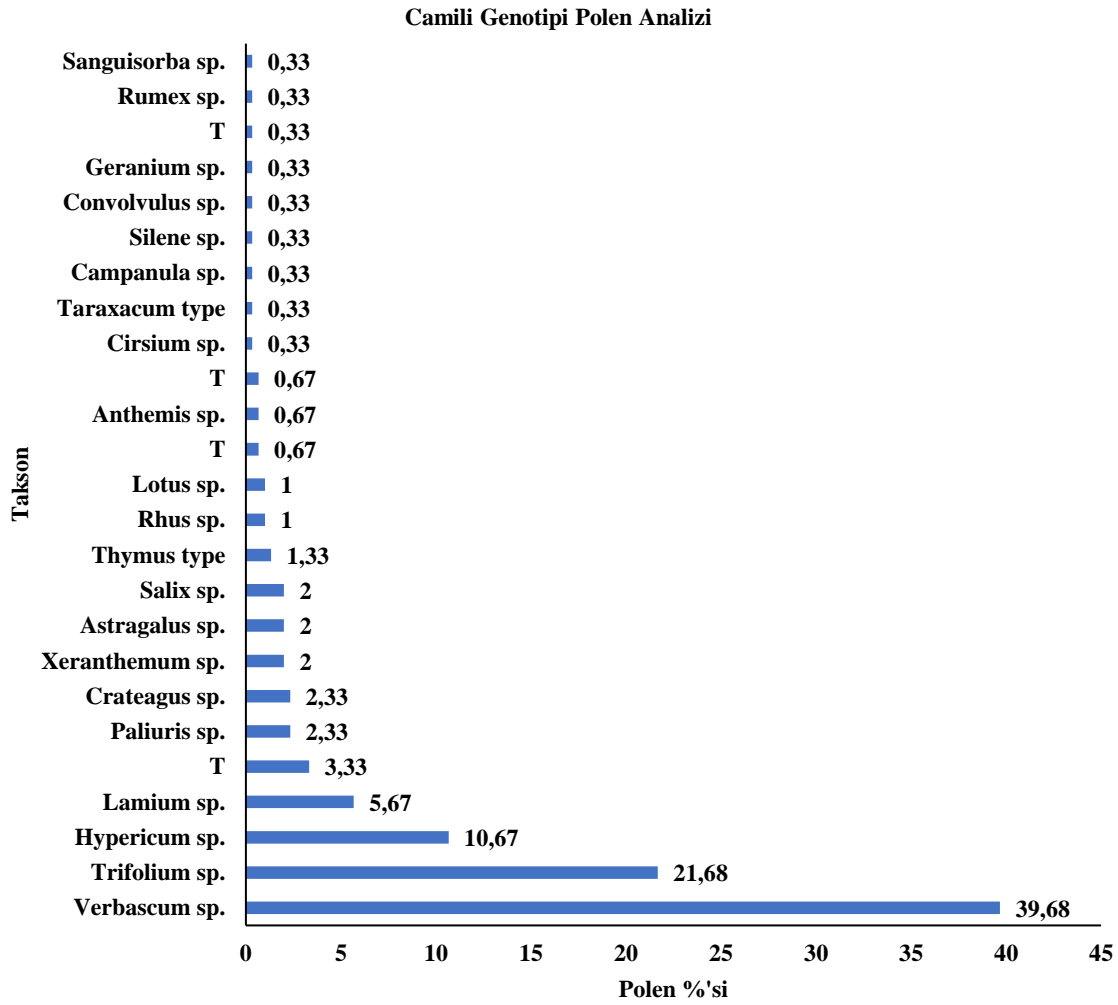
Camili genotipinden elde edilen bal numunesinde polenleri teşhis edilen taksonlar ve taksonlara ait polenlerin balda bulunma %'leri Tablo 4.25'de verilmiştir. Tablo 4.25. incelendiğinde 17 familyaya ait 25 taksonunun poleni tespit edilmiştir. Bal örneğinde tespit edilen polen taksonları incelendiğinde, *Verbascum* sp. taksonuna ait polenler % 39,68 ile bulunma yüzdesi en yüksek polen olarak belirlenmiştir. Camili genotipinin bal örneğinde

*Verbascum* sp. ve *Trifolium* sp. polenlerinin sekonder, *Lamium* sp. polenlerinin minör olduğu diğer takson polenlerinin ise eser miktarda olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.25. Camili genotipi bal numunesinin polen analiz sonucu (2022)

<b>Familya</b>	<b>Takson</b>	<b>Polen %'si</b>	<b>Polen Durumu</b>
Scrophulariaceae	<i>Verbascum</i> sp.	39,68	Sekonder
Fabaceae	<i>Trifolium</i> sp.	21,68	Sekonder
Hypericaceae	<i>Hypericum</i> sp.	10,67	Minör
Lamiaceae	<i>Lamium</i> sp.	5,67	Minör
Amaryllidaceae	<i>T*</i>	3,33	Minör
Rhamnaceae	<i>Paliuris</i> sp.	2,33	Eser
Rosaceae	<i>Crateagus</i> sp.	2,33	Eser
Asteraceae	<i>Xeranthemum</i> sp.	2,00	Eser
Fabaceae	<i>Astragalus</i> sp.	2,00	Eser
Salicaceae	<i>Salix</i> sp.	2,00	Eser
Lamiaceae	<i>Thymus</i> type	1,33	Eser
Anacardiaceae	<i>Rhus</i> sp.	1,00	Eser
Fabaceae	<i>Lotus</i> sp.	1,00	Eser
Apiaceae	<i>T*</i>	0,67	Eser
Asteraceae	<i>Anthemis</i> sp.	0,67	Eser
Fabaceae	<i>T*</i>	0,67	Eser
Asteraceae	<i>Cirsium</i> sp.	0,33	Eser
Asteraceae	<i>Taraxacum</i> type	0,33	Eser
Campanulaceae	<i>Campanula</i> sp.	0,33	Eser
Caryophyllaceae	<i>Silene</i> sp.	0,33	Eser
Convolvulaceae	<i>Convolvulus</i> sp.	0,33	Eser
Geraniaceae	<i>Geranium</i> sp.	0,33	Eser
Poaceae	<i>T</i>	0,33	Eser
Polygonaceae	<i>Rumex</i> sp.	0,33	Eser
Rosaceae	<i>Sanguisorba</i> sp.	0,33	Eser

\*Tespit edilemeyen bitki taksonunu temsil etmektedir.



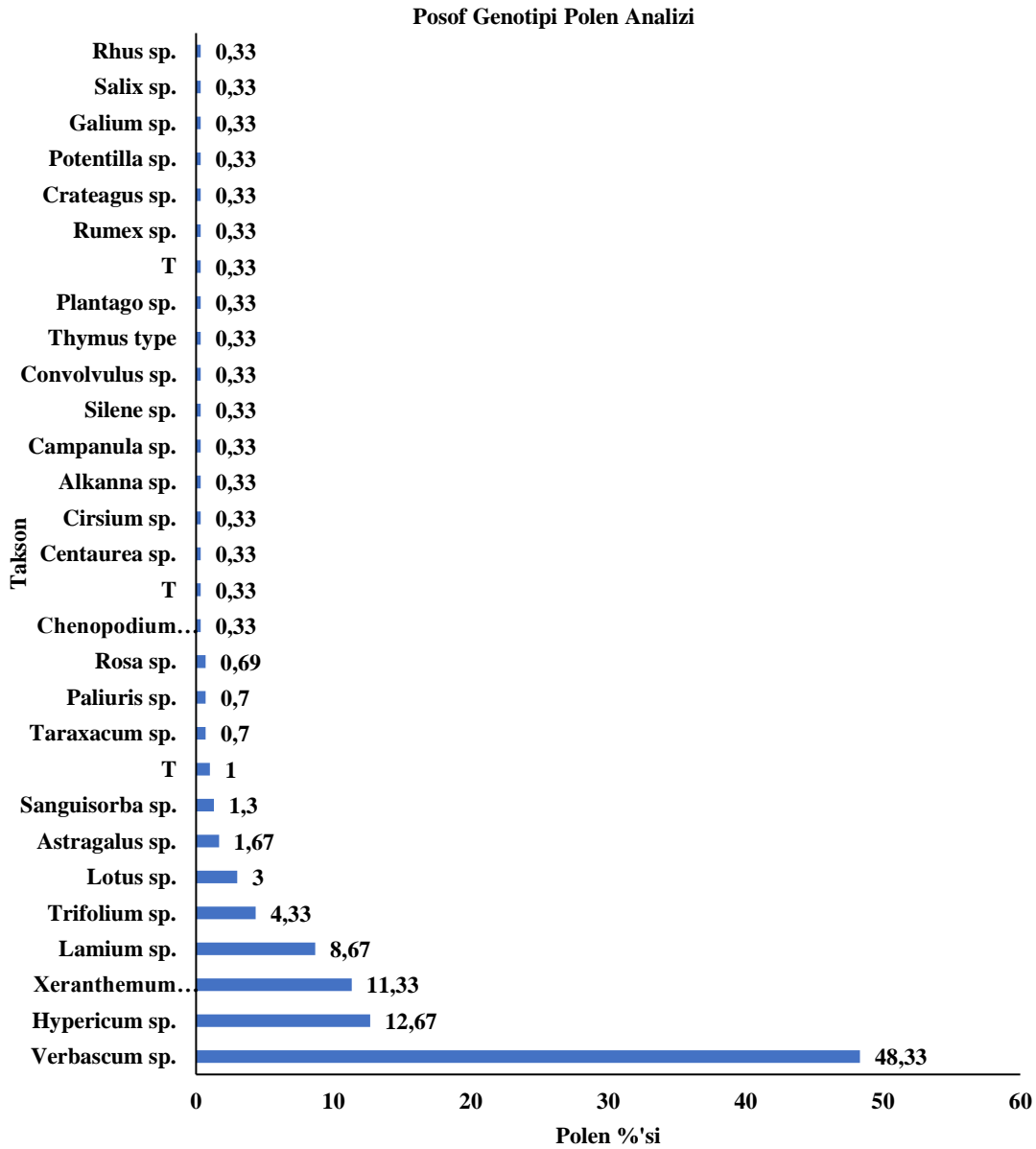
Şekil 4.24. Camili genotipi bal numunesinin polen içeriği dağılımı (2022)

Posof genotipinden elde edilen bal numunesinde polenleri teşhis edilen taksonlar ve taksonlara ait polenlerin balda bulunma %'leri Tablo 4.26'da sunulmuştur. Tablo 4.26. değerlendirildiğinde, Posof genotipinden elde edilen bal numunesinde 19 familyaya ait 29 takson ait polenler tespit edilmiştir. Bal örneğinde tespit edilen polenler incelendiğinde *Verbascum* sp. taksonunununa ait polenlerin %48,3'lik değerle bulunma yüzdesinin en fazla olduğu tespit edilmiştir. Genotipin bal örneği içerisinde *Verbascum* sp. taksonu polenlerinin dominat, *Xeranthemum* sp., *Lamium* sp., *Hypericum* sp., *Trifolium* sp. ve *Lotus* sp. polenlerinin minör olduğu diğer taksonların polenlerinin ise eser miktarda olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.26. Posof genotipi bal numunesinin polen analiz sonucu (2022)

<b>Familya</b>	<b>Takson</b>	<b>Polen %'si</b>	<b>Polen Durumu</b>
Scrophulariaceae	<i>Verbascum</i> sp.	48,33	Dominant
Hypericaceae	<i>Hypericum</i> sp.	12,67	Minör
Asteraceae	<i>Xeranthemum</i> sp.	11,33	Minör
Lamiaceae	<i>Lamium</i> sp.	8,67	Minör
Fabaceae	<i>Trifolium</i> sp.	4,33	Minör
Fabaceae	<i>Lotus</i> sp.	3,00	Minör
Fabaceae	<i>Astragalus</i> sp.	1,67	Eser
Rosaceae	<i>Sanguisorba</i> sp.	1,30	Eser
Apiaceae	<i>T*</i>	1,00	Eser
Asteraceae	<i>Taraxacum</i> sp.	0,70	Eser
Rhamnaceae	<i>Paliuris</i> sp.	0,70	Eser
Rosaceae	<i>Rosa</i> sp.	0,69	Eser
Amaranthaceae	<i>Chenopodium</i> sp.	0,33	Eser
Amaryllidaceae	<i>T*</i>	0,33	Eser
Asteraceae	<i>Centaurea</i> sp.	0,33	Eser
Asteraceae	<i>Cirsium</i> sp.	0,33	Eser
Boraginaceae	<i>Alkanna</i> sp.	0,33	Eser
Campanulaceae	<i>Campanula</i> sp.	0,33	Eser
Caryophyllaceae	<i>Silene</i> sp.	0,33	Eser
Convolvulaceae	<i>Convolvulus</i> sp.	0,33	Eser
Lamiaceae	<i>Thymus</i> type	0,33	Eser
Plantaginaceae	<i>Plantago</i> sp.	0,33	Eser
Poaceae	<i>T*</i>	0,33	Eser
Polygonaceae sp.	<i>Rumex</i> sp.	0,33	Eser
Rosaceae	<i>Crateagus</i> sp.	0,33	Eser
Rosaceae	<i>Potentilla</i> sp.	0,33	Eser
Rubiaceae	<i>Galium</i> sp.	0,33	Eser
Salicaceae	<i>Salix</i> sp.	0,33	Eser
Anacardiaceae	<i>Rhus</i> sp.	0,33	Eser

\* Tespit edilemeyen bitki taksonunu temsil etmektedir.



Şekil 4.25. Posof genotipi bal numunesinin polen içeriği dağılımı (2022)

Karniyol genotipinden elde edilen bal numunesinde polenleri teşhis edilen taksonlar ve taksonlara ait polenlerin balda bulunma %'leri Tablo 4.27'de sunulmuştur. Tablo 4.27. incelendiğinde, Karniyol genotipinden elde edilen bal numunesinde 16 familyaya ait 21 taksonun polenleri tespit edilmiştir. Bal örneğinde tespit edilen polen taksonları incelendiğinde *Verbascum* sp. polenlerinin %37,67'lik değerle bulunma yüzdesinin en fazla olduğu görülmektedir. Genotipin bal örneği içerisinde *Verbascum* sp. ve *Lamium* sp. takson polenlerinin sekonder ve *Xeranthemum* sp., *Hypericum* sp., *Thymus type* takson

polenlerinin minör olduğu diğer takson polenlerinin ise eser miktarda olduğu belirlenmiştir.

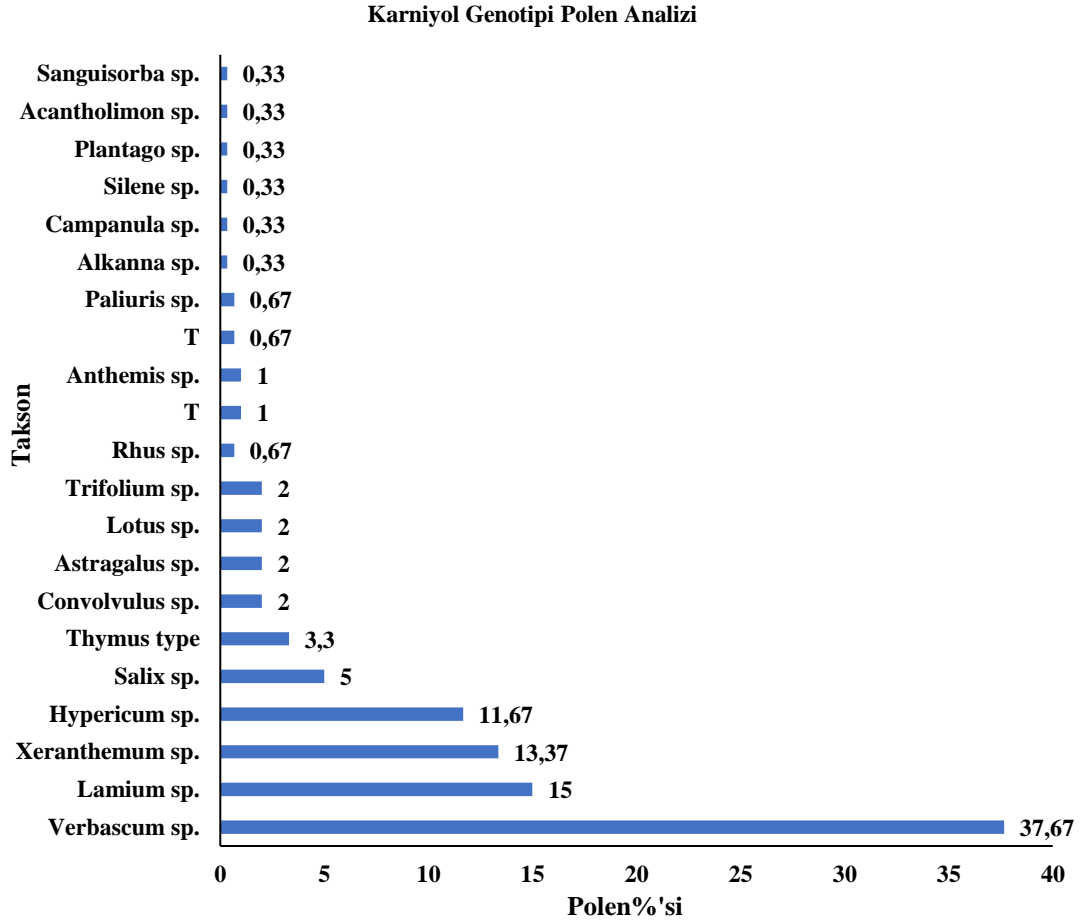
Tablo 4.27. Karniyol genotipi bal numunesinin polen analiz sonucu (2022)

Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Scrophulariaceae	<i>Verbascum</i> sp.	37,67	Sekonder
Lamiaceae	<i>Lamium</i> sp.	15,00	Sekonder
Asteraceae	<i>Xeranthemum</i> sp.	13,37	Minör
Hypericaceae	<i>Hypericum</i> sp.	11,67	Minör
Salicaceae	<i>Salix</i> sp.	5,00	Minör
Lamiaceae	<i>Thymus</i> type	3,30	Minör
Convolvulaceae	<i>Convolvulus</i> sp.	2,00	Eser
Fabaceae	<i>Astragalus</i> sp.	2,00	Eser
Fabaceae	<i>Lotus</i> sp.	2,00	Eser
Fabaceae	<i>Trifolium</i> sp.	2,00	Eser
Anacardiaceae	<i>Rhus</i> sp.	0,67	Eser
Apiaceae	<i>T*</i>	1,00	Eser
Asteraceae	<i>Anthemis</i> sp.	1,00	Eser
Asteraceae	<i>T*</i>	0,67	Eser
Rhamnaceae	<i>Paliuris</i> sp.	0,67	Eser
Boraginaceae	<i>Alkanna</i> sp.	0,33	Eser
Campanulaceae	<i>Campanula</i> sp.	0,33	Eser
Caryophyllaceae	<i>Silene</i> sp.	0,33	Eser
Plantaginaceae	<i>Plantago</i> sp.	0,33	Eser
Plumbaginaceae	<i>Acantholimon</i> sp.	0,33	Eser
Rosaceae	<i>Sanguisorba</i> sp.	0,33	Eser

\*Tespit edilemeyen bitki taksonunu temsil etmektedir.

Bingöl genotipinden elde edilen bal numunesinde polenleri teşhis edilen taksonlar ve taksonlara ait polenlerin balda bulunma %'leri Tablo 4.28'de sunulmuştur. Tablo 4.28. incelendiğinde, Bingöl genotipinden elde edilen bal numunesinde 16 familyaya ait 24 taksonun poleni tespit edilmiştir. Bal örneğinde poleni tespit edilen taksonlar incelendiğinde *Verbascum* sp. poleninin % 50,69'luk değerle bulunma yüzdesinin en fazla olduğu görülmektedir. Genotipin bal örneği içerisinde *Verbascum* sp. polenlerinin

dominant, *Xeranthemum* sp., *Hypericum* sp. ve *Lamium* sp. polenlerinin minör oranda olduğu diğer takson polenlerinin ise eser miktarda olduğu belirlenmiştir.

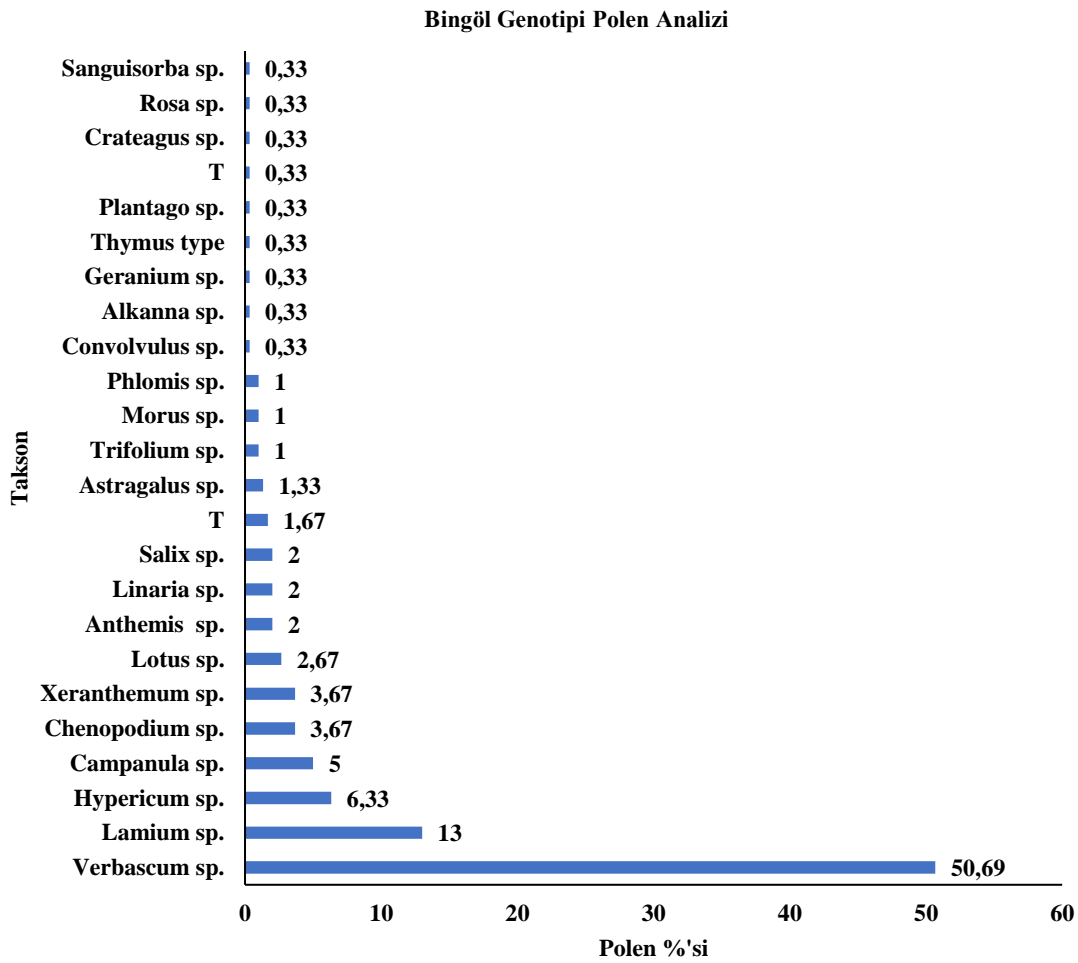


Şekil 4.26. Karniyol genotipi bal numunesinin polen içeriği dağılımı (2022)

Tablo 4.28. Bingöl genotipi bal numunesinin polen analiz sonucu (2022)

Familya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Scrophulariaceae	<i>Verbascum</i> sp.	50,69	Dominant
Lamiaceae	<i>Lamium</i> sp.	13,00	Minör
Hypericaceae	<i>Hypericum</i> sp.	6,33	Minör
Campanulaceae	<i>Campanula</i> sp.	5,00	Minör
Amaranthaceae	<i>Chenopodium</i> sp.	3,67	Minör
Asteraceae	<i>Xeranthemum</i> sp.	3,67	Minör
Fabaceae	<i>Lotus</i> sp.	2,67	Eser
Asteraceae	<i>Anthemis</i> sp.	2,00	Eser
Plantaginaceae	<i>Linaria</i> sp.	2,00	Eser
Salicaceae	<i>Salix</i> sp.	2,00	Eser
Apiaceae	<i>T*</i>	1,67	Eser
Fabaceae	<i>Astragalus</i> sp.	1,33	Eser
Fabaceae	<i>Trifolium</i> sp.	1,00	Eser
Moraceae	<i>Morus</i> sp.	1,00	Eser
Lamiaceae	<i>Phlomis</i> sp.	1,00	(Eser
Convolvulaceae	<i>Convolvulus</i> sp.	0,33	Eser
Boraginaceae	<i>Alkanna</i> sp.	0,33	Eser
Geraniaceae	<i>Geranium</i> sp.	0,33	Eser
Lamiaceae	<i>Thymus type</i>	0,33	Eser
Plantaginaceae	<i>Plantago</i> sp.	0,33	Eser
Poaceae	<i>T*</i>	0,33	Eser
Rosaceae	<i>Crateagus</i> sp.	0,33	Eser
Rosaceae	<i>Rosa</i> sp.	0,33	Eser
Rosaceae	<i>Sanguisorba</i> sp.	0,33	Eser

\*Tespit edilemeyen bitki taksonunu temsil etmektedir.



Şekil 4.27. Bingöl genotipi bal numunesinin polen içeriği dağılımı (2022)

Genotip grupların 2022 yılında hasat edilen ballarının yapılan polen analizleri değerlendirildiğinde; Camili, Posof, Karniyol ve Bingöl genotiplerinin en çok ziyaret ettiği bitki taksonlarının *Verbascum sp.*, *Hypericum sp.*, *Xeranthemum sp.*, *Lamium sp.*, *Salix sp.*, *Campanula sp.*, ve *Chenopodium sp.* olduğu görülmektedir. Posof ve Bingöl genotiplerinin *Verbascum sp.* taksonundan dominant düzeyde faydalandığı belirlenmiştir. Çalışılan genotip gruplarının ziyaret ettiği ilk 5 bitki taksonu incelendiğinde Camili ve Posof genotiplerinin ziyaret ettiği ilk 5 bitki taksonunun aynı olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.29).

Tablo 4.29. Çalışılan genotiplerin en çok ziyaret ettiği ilk 5 bitki taksonu (2022)

Takson adeti	Camili	Posof	Karniyol	Bingöl
1	<i>Verbascum</i> sp.	<i>Verbascum</i> sp.	<i>Verbascum</i> sp.	<i>Verbascum</i> sp.
2	<i>Hypericum</i> sp.	<i>Hypericum</i> sp.	<i>Lamium</i> sp.	<i>Lamium</i> sp.
3	<i>Xeranthemum</i> sp.	<i>Xeranthemum</i> sp.	<i>Xeranthemum</i> sp.	<i>Hypericum</i> sp.
4	<i>Lamium</i> sp.	<i>Lamium</i> sp.	<i>Hypericum</i> sp.	<i>Campanula</i> sp.
5	<i>Trifolium</i> sp.	<i>Trifolium</i> sp.	<i>Salix</i> sp.	<i>Chenopodium</i> sp.

#### 4.4.1.2. Hasat Edilen Balların Polen Analizi (2023)

Bal numunelerinde polenleri teşhis edilen taksonlar ve bu taksonlara ait polenlerin balda bulunma %'leri Tablo 4.30-33 ve Şekil 4.31-32'de verilmiştir.

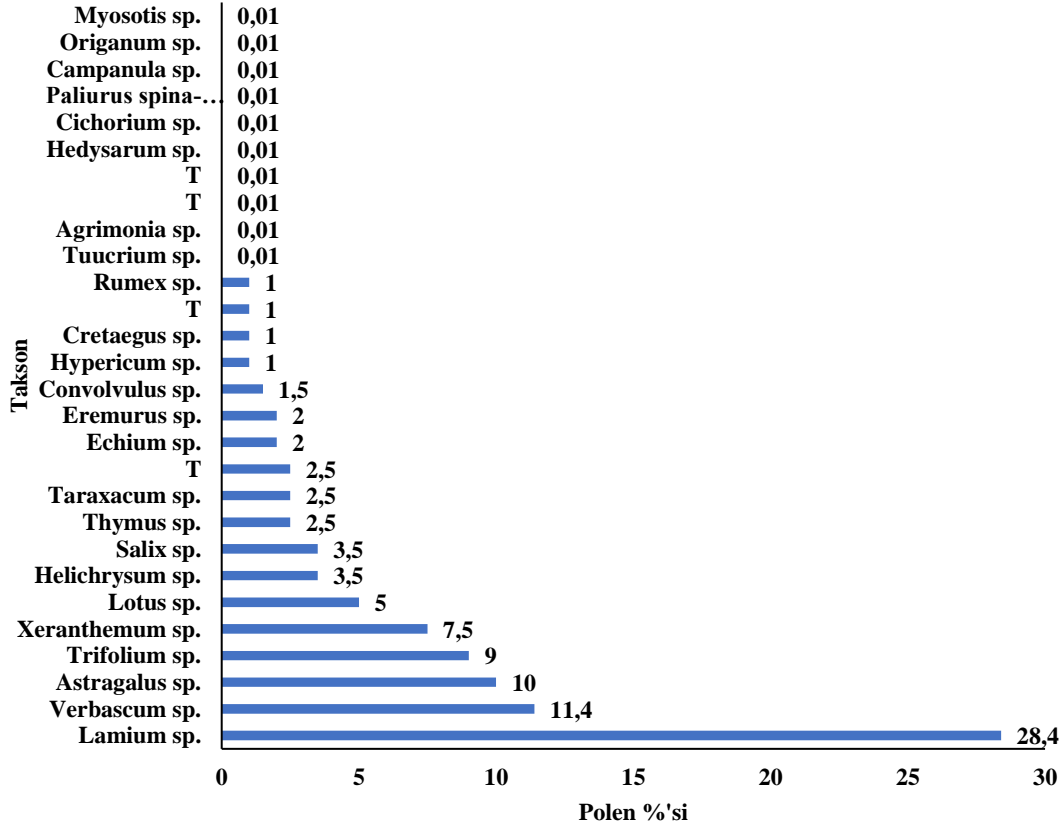
Camili genotipinden elde edilen bal numunesinde polenleri teşhis edilen taksonlar ve taksonlara ait polenlerin balda bulunma %'leri Tablo 4.30'de verilmiştir. Tablo 4.30. incelendiğinde 16 familyaya ait 28 takson polenleri görülmektedir. Bal örneğinde tespit edilen polen taksonları incelendiğinde *Lamium* sp. taksonuna ait polenlerin %28,4'lük değerle bulunma yüzdesinin en fazla olduğu belirlenmiştir. Camili genotipinin bal örneğinde *Lamium* sp. taksonuna ait polenler sekonder, *Verbascum* sp., *Astragalus* sp., *Trifolium* sp., *Xeranthemum* sp., *Lotus* sp. *Helichrysum* sp., *Salix* sp. taksonlarına ait polenler minör olduğu diğer taksonlara ait polenlerin ise eser miktarda olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.30. Camili genotipi bal numunesinin polen analiz sonucu (2023)

<b>Familiya</b>	<b>Takson</b>	<b>Polen %'si</b>	<b>Polen Durumu</b>
Lamiaceae	<i>Lamium</i> sp.	28,4	Sekonder
Scrophulariaceae	<i>Verbascum</i> sp.	11,4	Minör
Fabaceae	<i>Astragalus</i> sp.	10,0	Minör
Fabaceae	<i>Trifolium</i> sp.	9,0	Minör
Asteraceae	<i>Xeranthemum</i> sp.	7,5	Minör
Fabaceae	<i>Lotus</i> sp.	5,0	Minör
Asteraceae	<i>Helichrysum</i> sp.	3,5	Minör
Salicaceae	<i>Salix</i> sp.	3,5	Minör
Lamiaceae	<i>Thymus</i> sp.	2,5	Eser
Asteraceae	<i>Taraxacum</i> sp.	2,5	Eser
<i>Cucurbitaceae</i>	<i>T*</i>	2,5	Eser
Boraginaceae	<i>Echium</i> sp.	2,0	Eser
Asphodelaceae	<i>Eremurus</i> sp.	2,0	Eser
Convolvulaceae	<i>Convolvulus</i> sp.	1,5	Eser
Hypericaceae	<i>Hypericum</i> sp.	1,0	Eser
Rosaceae	<i>Cretaegus</i> sp.	1,0	Eser
<i>Apiaceae</i>	<i>T*</i>	1,0	Eser
Polygonaceae	<i>Rumex</i> sp.	1,0	Eser
Lamiaceae	<i>Tuucrium</i> sp.	<1,0	Eser
Rosaceae	<i>Agrimonia</i> sp.	<1,0	Eser
<i>Asparagaceae</i>	<i>T*</i>	<1,0	Eser
<i>Rosaceae</i>	<i>T*</i>	<1,0	Eser
Fabaceae	<i>Hedysarum</i> sp.	<1,0	Eser
Asteraceae	<i>Cichorium</i> sp.	<1,0	Eser
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	<1,0	Eser
Campanulaceae	<i>Campanula</i> sp.	<1,0	Eser
Lamiaceae	<i>Origanum</i> sp.	<1,0	Eser
Boraginaceae	<i>Myosotis</i> sp.	<1,0	Eser

\*Tespit edilemeyen bitki taksonunu temsil etmektedir.

## Camili Genotipi Polen Analizi



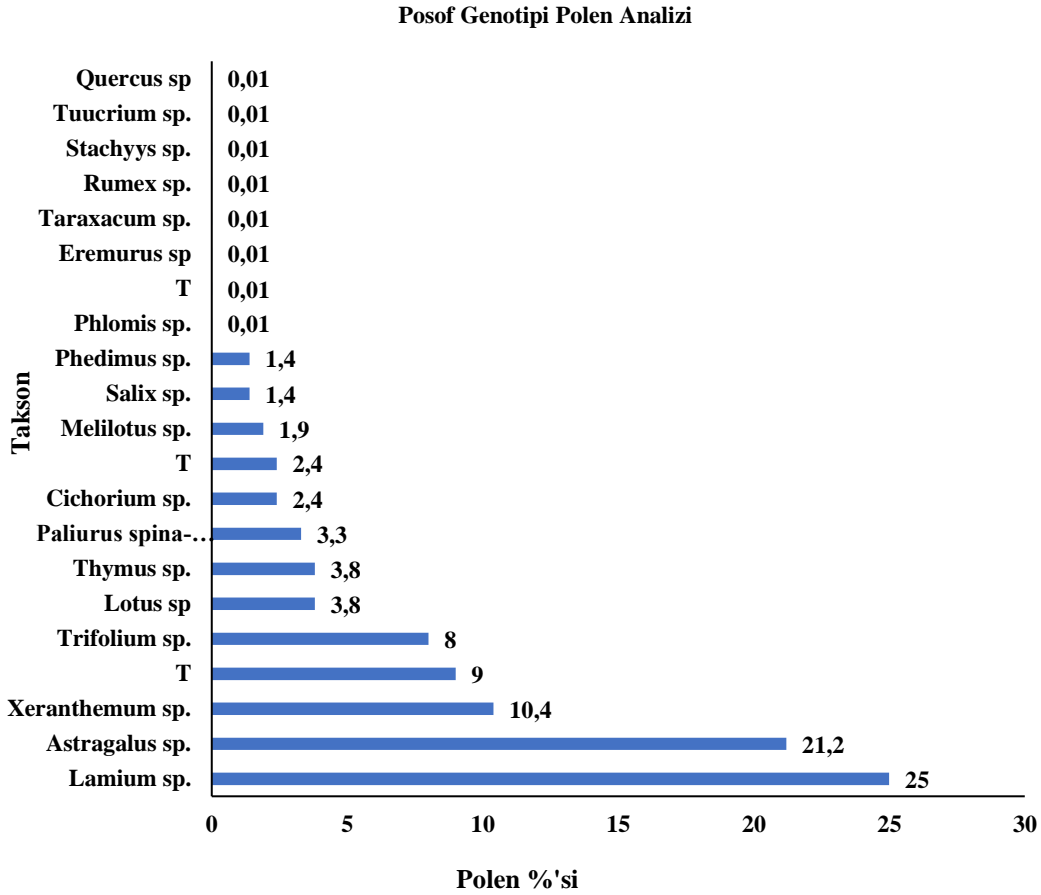
Şekil 4.28. Camili genotipi bal numunesinin polen içeriği dağılımı (2023)

Posof genotipinden elde edilen bal numunesinde polenleri teşhis edilen taksonlar ve taksonlara ait polenlerin balda bulunma %'leri Tablo 4.31'de verilmiştir. Tablo 4.31. incelendiğinde, 11 familyaya ait 21 takson poleni görülmektedir görülmektedir. Bal örneğinde tespit edilen polen taksonları incelendiğinde *Lamium* sp. taksunana ait polenleri %25,0'lık değerle bulunma yüzdesi en fazla olarak belirlenmiştir. Posof genotipinin bal örneğinde *Lamium* sp. ve *Astragalus* sp. taksonlarına ait polenlerin sekonder, *Xeranthemum* sp. , Cucurbitaceae, *Trifolium* sp. , *Lotus* sp. , *Thymus* sp. , *Paliurus spinachristi* taksonlarına ait polenlerin minör olduğu diğer taksonlara ait polenlerin ise eser miktarda olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.31. Posof genotipi bal numunesinin polen analiz sonucu (2023)

<b>Familiya</b>	<b>Takson</b>	<b>Polen %'si</b>	<b>Polen Durumu</b>
Lamiaceae	<i>Lamium</i> sp.	25,0	Sekonder
Fabaceae	<i>Astragalus</i> sp.	21,2	Sekonder
Asteraceae	<i>Xeranthemum</i> sp.	10,4	Minör
<i>Cucurbitaceae</i>	<i>T*</i>	9,0	Minör
Fabaceae	<i>Trifolium</i> sp.	8,0	Minör
Fabaceae	<i>Lotus</i> sp.	3,8	Minör
Lamiaceae	<i>Thymus</i> sp.	3,8	Minör
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	3,3	Minör
Asteraceae	<i>Cichorium</i> sp.	2,4	Eser
<i>Amaranthaceae</i>	<i>T*</i>	2,4	Eser
Fabaceae	<i>Melilotus</i> sp.	1,9	Eser
Salicaceae	<i>Salix</i> sp.	1,4	Eser
Crassulaceae	<i>Phedimus</i> sp.	1,4	Eser
Lamiaceae	<i>Phlomis</i> sp.	<1,0	Eser
<i>Apiaceae</i>	<i>T*</i>	<1,0	Eser
Asphodelaceae	<i>Eremurus</i> sp.	<1,0	Eser
Asteraceae	<i>Taraxacum</i> sp.	<1,0	Eser
Polygonaceae	<i>Rumex</i> sp.	<1,0	Eser
Lamiaceae	<i>Stachyys</i> sp.	<1,0	Eser
Fabaceae	<i>Tuucrium</i> sp.	<1,0	Eser
Asteraceae	<i>Quercus</i> sp.	<1,0	Eser

\*Tespit edilemeyen bitki taksonunu temsil etmektedir.



Şekil 4.29. Posof genotipi bal numunesinin polen içeriği dağılımı (2023)

Karniyol genotipinden elde edilen bal numunesinde polenleri teşhis edilen taksonlar ve taksonlara ait polenlerin balda bulunma %'leri Tablo 4.32'de verilmiştir. Tablo 4.32. incelendiğinde, 17 familyaya ait 28 takson poleni tespit edildiği görülmektedir. Bal örneğinde tespit edilen polen taksonları incelendiğinde *Trifolium* sp. taksonuna ait polenlerin %35,9'luk değerle bulunma yüzdesi en fazla olarak belirlenmiştir. Karniyol genotipinin bal örneğinde *Trifolium* sp. ve *Astragalus* sp. taksonlarına ait polenlerin sekonder, *Hypericum* sp. ve *Eremurus* sp. taksonlarına ait polenlerin minör olduğu diğer taksonlara ait polenlerin ise eser miktarda olduğu görülmüştür.

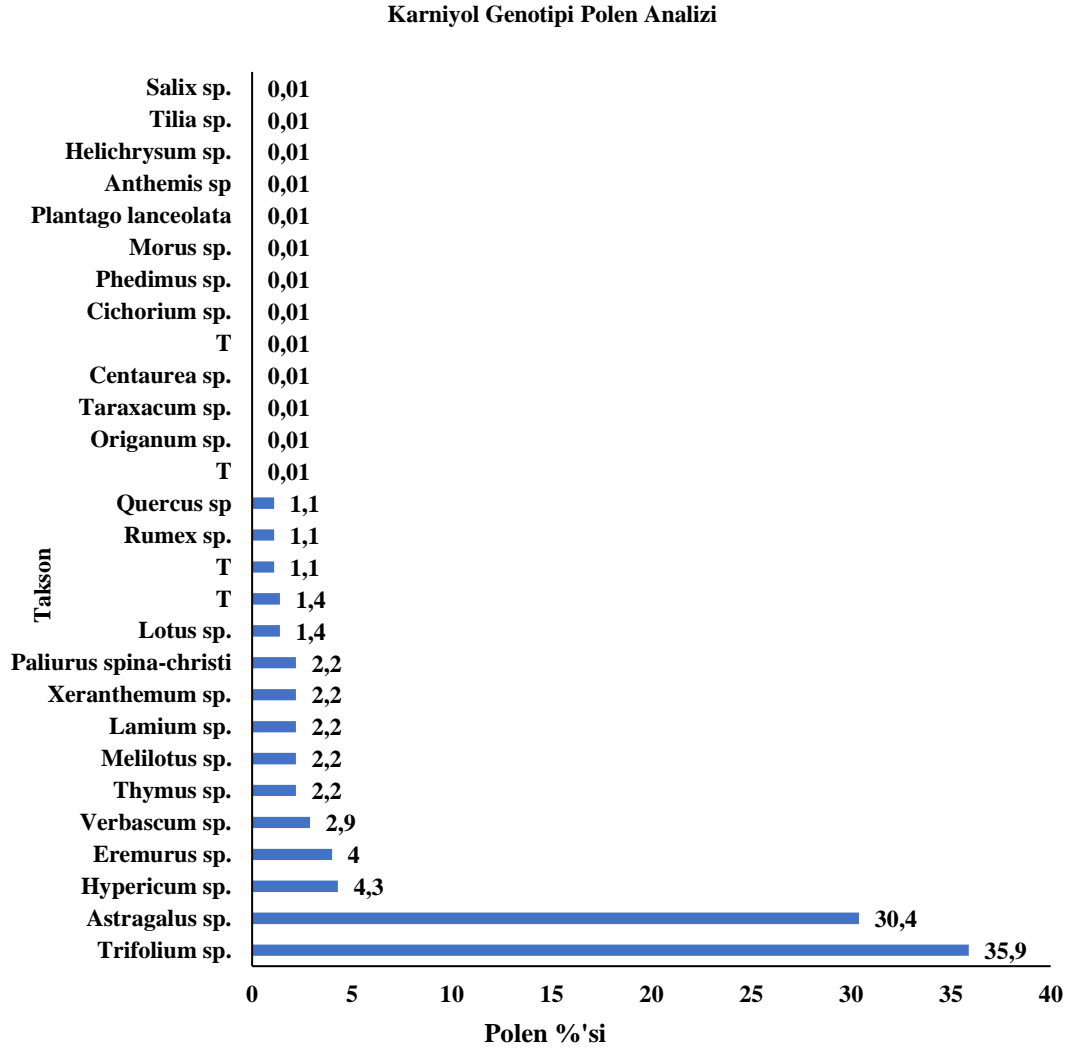
Tablo 4.32. Karniyol genotipi bal numunesinin polen analiz sonucu (2023)

Familiya	Takson	Polen %'si	Polen Durumu
Fabaceae	<i>Trifolium</i> sp.	35,9	Sekonder
Fabaceae	<i>Astragalus</i> sp.	30,4	Sekonder
Hypericaceae	<i>Hypericum</i> sp.	4,3	Minör
Asphodelaceae	<i>Eremurus</i> sp.	4,0	Minör
Scrophulariaceae	<i>Verbascum</i> sp.	2,9	Eser
Lamiaceae	<i>Thymus</i> sp.	2,2	Eser
Fabaceae	<i>Melilotus</i> sp.	2,2	Eser
Lamiaceae	<i>Lamium</i> sp.	2,2	Eser
Asteraceae	<i>Xeranthemum</i> sp.	2,2	Eser
Rhamnaceae	<i>Paliurus spina-christi</i>	2,2	Eser
Fabaceae	<i>Lotus</i> sp.	1,4	Eser
Rosaceae	T*	1,4	Eser
Amaryllidaceae	T*	1,1	Eser
Polygonaceae	<i>Rumex</i> sp.	1,1	Eser
Fagaceae	<i>Quercus</i> sp.	1,1	Eser
Cucurbitaceae	T*	<1,0	Eser
Lamiaceae	<i>Origanum</i> sp.	<1,0	Eser
Asteraceae	<i>Taraxacum</i> sp.	<1,0	Eser
Asteraceae	<i>Centaurea</i> sp.	<1,0	Eser
Poaceae	T*	<1,0	Eser
Asteraceae	<i>Cichorium</i> sp.	<1,0	Eser
Crassulaceae	<i>Phedimus</i> sp.	<1,0	Eser
Moraceae	<i>Morus</i> sp.	<1,0	Eser
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i>	<1,0	Eser
Asteraceae	<i>Anthemis</i> sp.	<1,0	Eser
Asteraceae	<i>Helichrysum</i> sp.	<1,0	Eser
Malvaceae	<i>Tilia</i> sp.	<1,0	Eser
Salicaceae	<i>Salix</i> sp.	<1,0	Eser

\*Tespit edilemeyen bitki taksonunu temsil etmektedir.

Bingöl genotipinden elde edilen bal numunesinde polenleri teşhis edilen taksonlar ve taksonlara ait polenlerin balda bulunma %'leri Tablo 4.33'de verilmiştir. Tablo 4.33 incelendiğinde 11 familyaya ait 22 takson polenin tespit edildiği görülmektedir. Bal örneğinde tespit edilen polen taksonları incelendiğinde *Astragalus* sp. taksonuna ait polenlerin %41,8'lik değerle bulunma yüzdesi en fazla olarak belirlenmiştir. Bingöl genotipinin bal örneğinde *Astragalus* sp. polenin sekonder, *Xeranthemum* sp. , *Lamium* sp.,

*Thymus* sp. , *Trifolium* sp. taksonlarına ait polenlerin minör olduğu diğer taksonlara ait polenlerin ise eser miktarda olduğu görülmüştür.

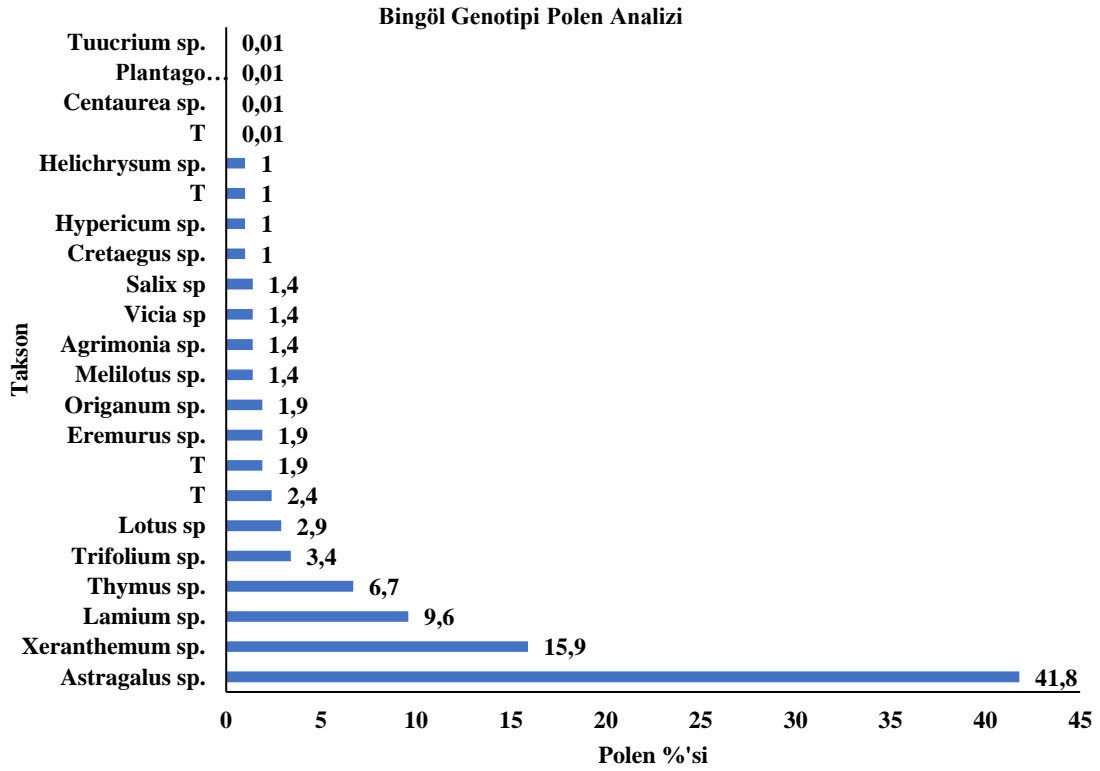


Şekil 4.30. Karniyol genotipi bal numunesinin polen içeriği dağılımı (2023)

Tablo 4.33. Bingöl genotipi bal numunesinin polen analiz sonucu (2023)

<b>Familya</b>	<b>Takson</b>	<b>Polen %'si</b>	<b>Polen Durumu</b>
Fabaceae	<i>Astragalus</i> sp.	41,8	Sekonder
Asteraceae	<i>Xeranthemum</i> sp.	15,9	Minör
Lamiaceae	<i>Lamium</i> sp.	9,6	Minör
Lamiaceae	<i>Thymus</i> sp.	6,7	Minör
Fabaceae	<i>Trifolium</i> sp.	3,4	Minör
Fabaceae	<i>Lotus</i> sp	2,9	Eser
<i>Cucurbitaceae</i>	<i>T*</i>	2,4	Eser
<i>Amaranthaceae</i>	<i>T*</i>	1,9	Eser
Asphodelaceae	<i>Eremurus</i> sp.	1,9	Eser
Lamiaceae	<i>Origanum</i> sp.	1,9	Eser
Fabaceae	<i>Melilotus</i> sp.	1,4	Eser
Rosaceae	<i>Agrimonia</i> sp.	1,4	Eser
Fabaceae	<i>Vicia</i> sp	1,4	Eser
Salicaceae	<i>Salix</i> sp	1,4	Eser
Rosaceae	<i>Cretaegus</i> sp.	1,0	Eser
Hypericaceae	<i>Hypericum</i> sp.	1,0	Eser
<i>Amaryllidaceae</i>	<i>T*</i>	1,0	Eser
Asteraceae	<i>Helichrysum</i> sp.	1,0	Eser
<i>Asparagaceae</i>	<i>T*</i>	<1,0	Eser
Asteraceae	<i>Centaurea</i> sp.	<1,0	Eser
Plantaginaceae	<i>Plantago lanceolata</i>	<1,0	Eser
Lamiaceae	<i>Tuucrium</i> sp.	<1,0	Eser

\*Tespit edilemeyen bitki taksonunu temsil etmektedir.



Şekil 4.31. Bingöl genotipi bal numunesinin polen içeriği dağılımı (2023)

Genotip gruplarından 2023 yılında hasat edilen balların yapılan polen analiz sonuçları değerlendirildiğinde; Genotiplerin en çok ziyaret ettikleri bitki taksonlarının *Astragalus* sp., *Lamium* sp., *Trifolium* sp., *Xeranthemum* sp., *Verbascum* sp., *Eremurus* sp., *Thymus* sp. ve *Hypericum* sp. olduğu tespit edilmiştir. Camili ve Posof genotiplerinin en çok ziyaret ettiği bitkinin Lamiaceae familyasına ait *Lamium* sp. taksonu olduğu, Karniyol genotipinin en çok ziyaret ettiği bitkinin Fabaceae familyasına ait *Trifolium* sp. taksonunun olduğu ve Bingöl genotiplerinin en çok ziyaret ettiği bitki taksonunun Fabaceae familyasına ait *Astragalus* sp. taksonu olduğu tespit edilmiştir (Tablo 34).

Tablo 4.34. Çalışılan genotiplerin en çok ziyaret ettiği ilk 5 bitki taksonu (2023)

Takson adeti	Camili	Posof	Karniyol	Bingöl
1	<i>Lamium</i> sp.	<i>Lamium</i> sp.	<i>Trifolium</i> sp.	<i>Astragalus</i> sp.
2	<i>Verbascum</i> sp.	<i>Astragalus</i> sp.	<i>Astragalus</i> sp.	<i>Xeranthemum</i> sp.
3	<i>Astragalus</i> sp.	<i>Xeranthemum</i> sp.	<i>Hypericum</i> sp.	<i>Lamium</i> sp.
4	<i>Trifolium</i> sp.	T*	<i>Eremurus</i> sp.	<i>Thymus</i> sp.
5	<i>Xeranthemum</i> sp.	<i>Trifolium</i> sp.	<i>Verbascum</i> sp.	<i>Trifolium</i> sp.

\*Tespit edilemeyen bitki taksonunu temsil etmektedir.

Genotip ballarının 2022 ve 2023 yıllarında yapılan polen analizleri sonuçları değerlendirildiğinde; 2022 yılında Scrophulariaceae familyasına ait tek yıllık bitki olan *Verbascum* sp. taksonunun tüm genotipler tarafında ziyaret edildiği görülmektedir. Her iki yılda da en çok ziyaret edilen bitki taksonlarının *Astragalus* sp., *Lamium* sp., *Trifolium* sp., *Xeranthemum* sp., *Verbascum* sp., *Hypericum* sp., *Eremurus* sp., *Thymus* sp., *Salix* sp., *Campanula* sp., ve *Chenopodium* sp. olduğu belirlenmiştir.

Bingöl ili sınırlarında yapılan bir çalışmada, Bingöl ili Merkez ilçe sınırları içinde bulunan Sancak beldesinden toplanan polenlerin ve Sancak yolu üzerinde bulunan Hayvan Hastanesi civarından toplanan polenlerin melissopalinojik analizleri neticesinde sekonder ve minör düzeyde bulunan bitki tasonları *Plantago lanceolata* ve *Trifolium type II*, *Poaceae* (T), *Rumex* sp., *Sanguisorba* sp., *Trifolium Type I*, *Achillea* sp., *Salix* sp., *Pyrus* sp., *Ranunculus* sp., *Plantago lanceolata*, *Juglans regia.*, *Cerinth* sp., *Ferula* sp., olarak bildirilmiştir (Düzdaban, 2022). Bizim yapmış olduğumuz çalışma ile ortak tespit edilen taksonların olduğu görülmektedir. Bingöl ili Solhan yöresi arı florasını belirlemek için yapılan bir çalışmada; 24 bitki familyasına ait 90 bitki taksonunun tespit edildiği ve Asteraceae (28), Lamiaceae (15), Fabaceae (12), Rosaceae (4), Caprifoliaceae (3), Caryophyllaceae (3), Hypericaceae (3), Asparagaceae (3) familyalarının en fazla taksona sahip olduğu bildirilmiştir (Polat vd., 2020). Mevcut çalışmamızda; 2022 ve 2023

yıllarında hasat edilen genotip ballarının polen analizleri neticesinde benzer familyaların olduğu belirlenmiştir. Bingöl Merkez Sancak Beldesi ve çevresinin florasını tespit etmek için yapılan bir çalışmada; 612 bitki örneği toplanmış ve içerdikleri tür sayısına göre ilk 5 familya; Asteraceae 47 (%10,1), Fabaceae 41(%8,8), Brassicaceae 38 (%8,2), Lamiaceae 37 (%8,0), Poaceae 37 (%8,0) olduğu ve içerdikleri taksona sayısına göre en büyük 5 cins sırası ile ; *Silene* 8, *Trifolium* 8, *Astragalus* 7, *Salvia* 6 ve *Vicia* 6 olarak bildirilmiştir (Demirpolat vd., 2021). Mvcut çalışmamızda en fazla bulunan familya grupları ile büyük oranda benzerlik göstermektedir. Yapılan bir çalışmada Doğu Anadolu Bölgesinin bazı illerinin (Bitlis, Muş, Tunceli) polen örneklerinin melissopalinojik teşhisleri neticesinde; Apiaceae; *Ferula* sp., Asteraceae; *Achillea* sp., *Taraxacum* sp., Brassicaceae, Boraginaceae, Caryophyllaceae; *Silene* sp., Convolvulaceae; *Convolvulus* sp., Fabaceae; *Trifolium* sp., Fagaceae; *Quercus* sp., Hypericaceae; *Hypericum* sp., Juglandaceae; *Juglans* sp., Lamiaceae; *Lamium* sp., Moraceae; *Morus* sp., Plantaginaceae; *Plantago* sp., Polygonaceae; *Rumex* sp., Poaceae, Rosaceae; *Crataegus* sp., *Potentilla* sp., *Pyrus* sp., *Sanguisorba* sp., Salicaceae; *Salix* sp., Xanthorrhaceae; *Eremurus* sp. taksonları belirlenmiştir (Çobanoğlu vd. 2021). Yapmış olduğumuz çalışma ile birçok familya ve taksonun benzer olduğu belirlenmiştir.

Bingöl ili Matan Dağı florasını belirlemek için yapılan bir araştırmada; 29 familya saptanmış olup, bu familyalardan 101 cinsin 126'sı tür, 52'si alttür, 33'ü varyete olmak üzere 211 bitki taksonu tespit edilmiştir. Bu çalışma kapsamında Matan bölgesi (Bingöl) 211 taksonun ait olduğu ilk 5 familyanın sıralaması, Asteraceae (58), Lamiaceae (33), Fabaceae (31), Rosaceae (16), Apiaceae (11) olarak bildirilmiştir (Behçet ve Yapar, 2019). Mevcut çalışmada balalrdaki polenler incelendiğinde yukarıdaki literatürde tespit edilen ilk 5 familyaya ait taksonlar ile uyumlu olduğu görülmektedir. Bu durum bitki florasının yoğunluğu ve farklılığı baldaki polen yoğunluğunu ve çeşitliliğini etkilediği görülmektedir.

#### 4.4.2. Toplam Polen Sayısı (TPS – 10 g) Analizi

Bingöl il sınırları içinde 4 farklı bal arısı genotipinden 2022 ve 2023 yıllarında elde edilen baldaki toplam polen sayısı (TPS-10 g) değerleri tespit edilmiştir. Bal örnekleri TPS-10 g değeri temel alınarak 5 farklı grupta incelenmiştir. Bunlar; Grup I (<20.000), Grup II

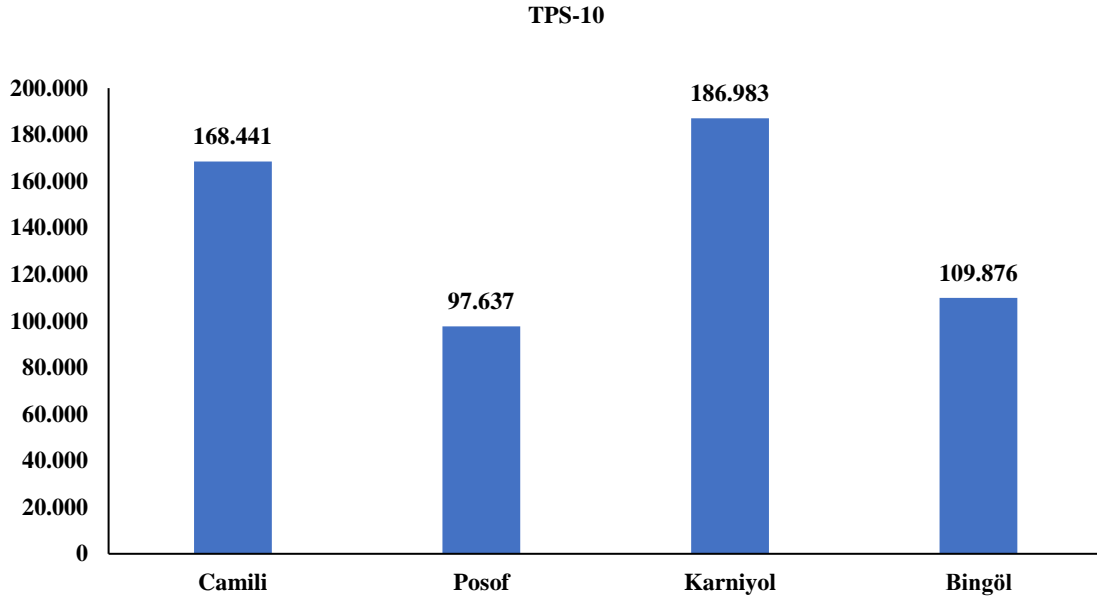
(20.000-100.000), Grup III (100.000-500.000), Grup IV (500.000-1.000.000) ve Grup V (>1.000.000)'dir (Louveaux et al., 1978; Maurizio, 1975).

Çalışılan genotip grupların 2022 yılına ait bal numunelerinden hesaplanan TPS-10 g değerleri Tablo 4.35 ve Şekil 4.32'de verilmiştir. Numuneler TPS-10 g değerleri bakımından değerlendirildiğinde; Posof genotipine ait balın TPS-10 g değeri 100.000'in altında olup polen içeriği bakımında Grup II olarak isimlendirilmiştir. Camili, Karniyol ve Bingöl genotiplerine ait balları TPS-10 g değerleri 100.000 üzerinde olup polen içeriği bakımında Grup III olarak tanımlanmıştır. Genotip gruplarından elde edilen ballarda Grup VI ve Grup V'e girebilecek zengin polen içerikli ballara rastlanmamıştır. 2022 yılında genotip gruplardan elde edilen ballar kendi içlerinde değerlendirildiğinde; en yüksek TPS-10 g değerinin 186.983 adet ile Karniyol genotipine ait olduğu, en düşük değere ise 97.637 adet ile Posof genotipinin sahip olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.35. Genotip ballarının TPS – 10 g değerlerine göre gruplandırılması (2022)

Genotip grupları	Yıl (2022)	Maurizio Gruplandırması***
<b>Camili</b>	168.441	III
<b>Posof</b>	97.637*	II
<b>Karniyol</b>	186.983**	III
<b>Bingöl</b>	109.876	III
<b>ORTALAMA</b>		<b>140.734 ±43.651</b>

\*\*\* Grup I (<20.000), grup II (20.000-100.000), grup III (100.000-500.000), grup IV (500.000- 1.000.000), ve grup V (>1.000.000)  
\*en küçük değer; \*\* en büyük değer.



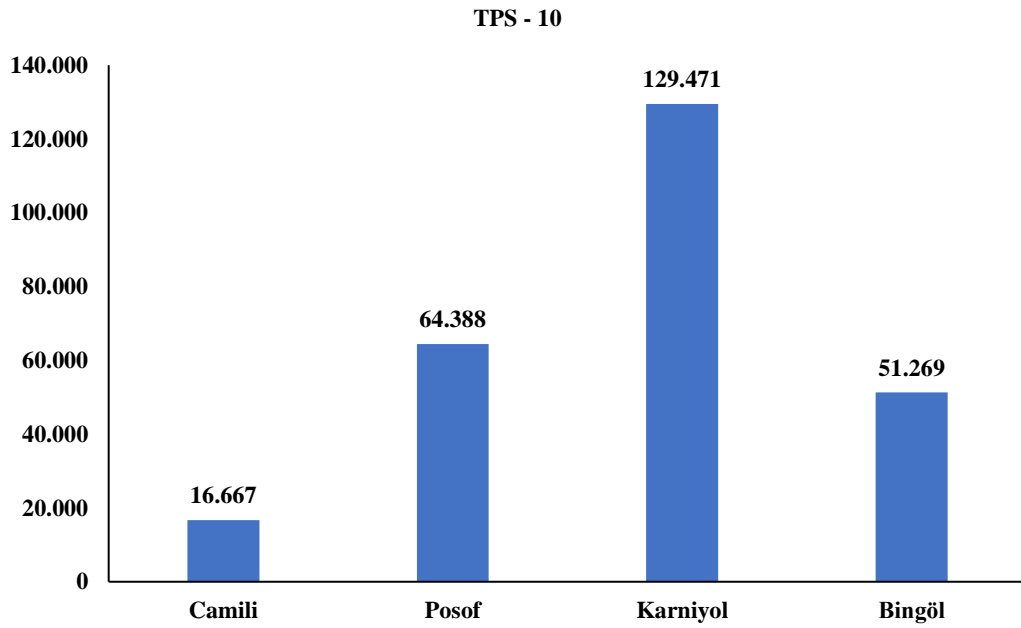
Şekil 4.32. Genotip ballarının TPS – 10 g değerlerine göre dağılımı (2022)

Çalışılan genotip grupların 2023 yılına ait bal numunelerinden hesaplanan TPS-10 g değerleri Tablo 4.36 ve Şekil 4.33’de sunulmuştur. Numuneler TPS-10 g değerleri bakımından değerlendirildiğinde; Camili genotipi balında tespit edilen TPS-10 g değeri 20.000’in altında olup polen içeriği bakımında Grup I olarak isimlendirilmiştir. Posof ve Bingöl genotiplerinin ballarında tespit edilen TPS-10 g değerleri 100.000’in altında olup polen içeriği bakımında grup II olarak tanımlanmıştır. Karniyol genotipi balında belirlenen TPS-10 g değeri 100.000’in üzerinde olup polen içeriği bakımında Grup III olarak isimlendirilmiştir. Genotip gruplarından elde edilen ballarda Grup VI ve Grup V’e girebilecek zengin polen içerikline rastlanılmamıştır. 2023 yılında genotip gruplardan elde edilen ballar kendi içlerinde değerlendirildiğinde; en yüksek TPS-10 g değerinin 129.471 adet ile Karniyol genotipine balına ait olduğu, en düşük değer ise 16.667 adet ile Camili genotipi balına ait olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.36. Genotiplerin TPS-10 g değerlerine göre gruplandırılması (2023)

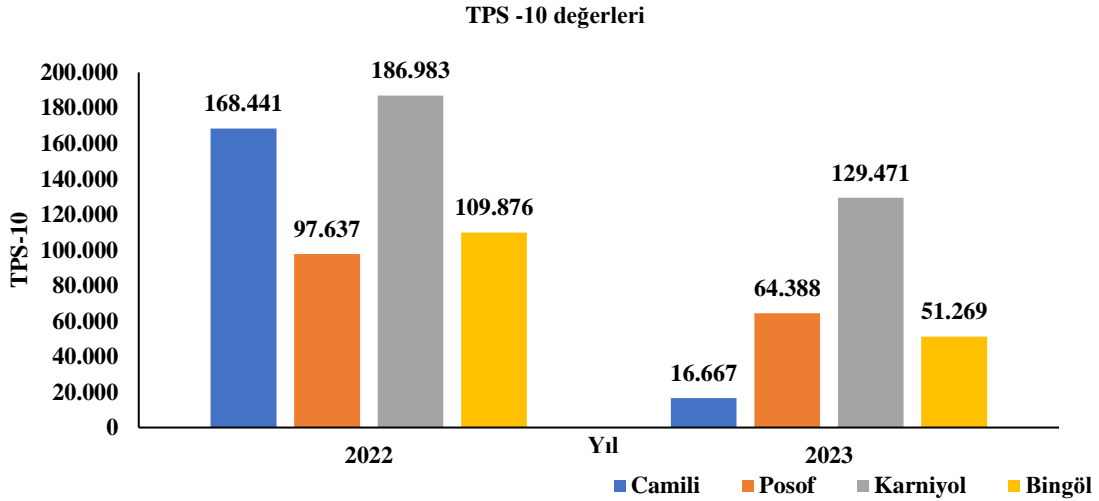
Genotip grupları	Yıl (2023)	Maurizio Gruplandırması***
<b>Camili</b>	16.667*	I
<b>Posof</b>	64.388	II
<b>Karniyol</b>	129.471**	III
<b>Bingöl</b>	51.269	II
<b>ORTALAMA</b>		<b>65.449±47.190</b>

\*\*\* Grup I (<20.000), grup II (20.000-100.000), grup III (100.000-500.000), grup IV (500.000- 1.000.000), ve grup V (>1.000.000)  
\*en küçük değer; \*\* en büyük değer.



Şekil 4.33. Genotip ballarının TPS – 10 g değerlerine göre dağılımı (2023)

Genotip gruplarından 2022 ve 2023 yılında elde edilen bal numunelerin TPS-10 g değerleri Şekil 4.34'te sunulmuştur. Şekil 4.34 verileri incelendiğinde, 2023 yılında tüm genotiplerin 2022 yılına göre TPS-10 g sayılarında azalma olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.34. Genotip ballarının yıllara göre TPS-10g dağılımı

Balların doğallığının tespitinde TPS-10g önemli bir parametre olarak bildirilmektedir. Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanan, 127 adet doğal çiçek balında TPS-10g ortalaması 77.396 olarak tespit edilmiştir. Doğal bal örneklerinin, TPS-10 g miktarının en az olduğu familya Lamiaceae familyası olduğunu belirlenmiştir. 42 adet yapay balın TPS-10g ortalama değeri 1.769 olarak bulunmuştur (Sorkun ve Doğan, 2002). Bizim çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara göre genotiplerin 2022 yılı ballarının ortalama TPS-10 g değerleri  $140.734 \pm 43,651$  ile doğal çiçek balı değerinden daha yüksek olurken 2023 yılında elde edilen balların ortalama TPS-10 g değeri  $65.449 \pm 47,190$  daha düşük olarak tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada, 2000-2007 yılları arasında toplanan ballarda TPS-10 g değerinin yıllara göre değiştiği ve 24.873-53.810 arasında olduğu bildirilmiştir (Salonen et al., 2009). Bizim çalışmamızda da genotiplerden elde edilen bal numunelerinin TPS-10 g değerlerinin yıllara göre değiştiği belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada Bayburt ilinin 10 farklı bölgesinden toplanan bal numunelerinin TPS-10 değeri 16.024-90.126 arasında olduğu bildirilmiştir (Bayram vd., 2019). Bizim yapmış olduğumuz çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında, Türkiye'nin önemli bal üretim merkezlerinden olan Bingöl ilinde arıcılar tarafından çoğunlukla tercih edilen dört farklı bal arısı ırk/ekotipinin, bazı fizyolojik ve davranışsal özellikleri ile bu genotiplerden elde edilen balların bazı fizikokimyasal ve melissopalınolojik özellikleri 2 yıllık bir çalışma neticesinde belirlenmiştir. Çalışmada, Kafkas arısının Camili ve Posof genotiplerinin melezleri, Karniyol bal arısının melezleri ve Bingöl'den yerel arıcılardan temin edilen bal arısı genotipleri kullanılmıştır. Elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiş genotipler arasındaki farklılıklar ortaya konulmuştur.

Bal arısı genotiplerinin kışlama kabiliyeti, yaşama güçleri, ergin arılı çerçeve sayıları, kuluçka alanları, koloni ağırlıkları ve bal verimleri belirlenmiştir. Çalışma 2021 yılında kolonilerin kışlamaya alınması ile başlatılmış ve 2023 yılı Ağustos ayı bal hasadının ardından sonlandırılmıştır. Elde edilen veriler yıl bazında değerlendirilmiştir. Sonuçlara göre; 2022 yılında kışlama kabiliyeti ve kuluçka alanı açısından Bingöl genotipinin, yaşama gücü, ergin arılı çerçeve sayısı, koloni ağırlığı, ve bal verimi açısından Kafkas arısı Camili ekotipinin melezlerinin daha yüksek değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. 2023 yılı verileri değerlendirildiğinde kışlama yeteneği bakımından Bingöl genotipinin en yüksek değere sahip olduğu diğer fizyolojik testlerde ise Camili genotipi melezlerinin daha yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Elde edilen veriler bütün olarak değerlendirildiğinde Camili genotipi ve Bingöl genotipinin bölge arıcıları tarafından tercih sebebi olabileceği sonucuna varılmıştır.

Bal arısı genotiplerinin davranışsal özellikleri üzerine elde edilen sonuçlar neticesinde Karniyol ve Bingöl genotiplerinin hijyenik davranışının Camili ve Posof bal arısı ekotipleri melezlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yapılan hırçınlık testleri neticesinde toplanan iğne sayıları değerlendirildiğinde, Camili ve Posof genotipi melezlerinin hırçınlıklarının daha yüksek olduğu, Bingöl ve Karniyol genotiplerinin daha sakin oldukları tespit edilmiştir.

Çalışmada kullanılan bal arısı genotiplerinden 2022 yılı eylül ayı başında ve 2023 yılı ağustos ayı ortasında hasat edilen bal numunelerinin fizikokimyasal analiz sonuçları kıyaslandığında, 2022 yılında genotiplerden elde edilen ballarda; Camili genotipine ait balların nem ve HMF, Posof genotipine ait balların prolin ve diastaz, Karniyol genotipine ait balların kül, suda çözünmeyen madde, fruktoz, glukoz ve maltoz, Bingöl genotipine ait balların elektriksel iletkenlik, pH ve serbest asitlik açısından en yüksek değerlere sahip oldukları tespit edilmiştir. 2022 yılında elde edilen ballarda sakkaroz tespit edilememiştir. 2023 yılında genotiplerden hasat edilen balların fizikokimyasal analiz sonuçları kıyaslandığında, Camili genotipine ait balların pH, serbest asitlik ve HMF, Posof genotipine ait balların sakkaroz, Karniyol genotipine ait balların nem, elektriksel iletkenlik, kül, suda çözünmeyen madde ve glukoz, Bingöl genotipine ait balların prolin, diastaz, fruktoz ve maltoz bakımından en yüksekdeğere sahip oldukları belirlenmiştir. Genotiplerden elde edilen balların tamamının Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne uygun olduğu tespit edilmiştir.

Bal arısı genotiplerinden elde edilen balların melissopalinolojik, analizleri yapılmış ve sonuçları değerlendirilmiştir. 2022 yılında hasat edilen balların polen analizleri neticesinde Camili genotipinin bal örneğinde *Verbascum* sp. ve *Trifolium* sp. taksonlarına ait polenlerin sekonder düzeyde olduğu, Posof genotipi bal örneğinde *Verbascum* sp. taksonuna ait polenlerin dominant düzeyde olduğu, Karniyol genotipinin bal örneğinde *Verbascum* sp. ve *Lamium* sp. taksonlarına ait polenlerin sekonder düzeyde olduğu ve Bingöl genotipi bal örneğinde *Verbascum* sp. taksonuna ait polenlerin dominant düzeyde olduğu belirlenmiştir. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde özellikle Camili ve Posof genotiplerinin ziyaret etmiş oldukları 5 bitki taksonunun aynı olmasının, çalışılan iki genotipin ana arılarının Kafkas arı ırkına ait farklı iki bölgedeki ekotipler olmasından kaynaklanabileceğini düşündürmektedir. 2022 yılında Camili, Posof, Karniyol ve Bingöl genotiplerinden elde edilen bal örneklerinin TPS-10 g analizleri neticesinde içerdikleri polen sayıları sırası ile, 168.441, 97.637, 186.983 ve 109.876 olarak belirlenmiştir. Genotiplerden 2023 yılında hasat edilen balların polen analiz sonuçları değerlendirildiğinde, Camili genotipi ballarında *Lamium* sp. taksonuna ait polenlerin sekonder, Posof genotipi ballarında *Lamium* sp. ve *Astragalus* sp. taksonlarına ait polenlerin sekonder, Karniyol genotipi ballarında *Trifolium* sp. ve *Astragalus* sp.

polenlerinin sekonder ve Bingöl genotipi ballarında *Astragalus sp.* taksonuna ait polenlerin sekonder düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Özellikle Bingöl genotipinden elde edilen bal numunelerinin polen analizleri neticesinde *Astragalus sp.* takson polenin %41,8'lik bir değerde bulunuyor olması bu genotipin bölgeye uyum sağladığını ve çoğunlukla bölgede yoğun olan bitkileri ziyaret ettiğini düşündürmektedir. 2023 yılı Camili, Posof, Karniyol ve Bingöl genotip ballarının TPS-10 g analiz sonuçlarına göre içerdikleri polen sayıları sırasıyla 16.667, 64.388, 129.471 ve 51.269 olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada elde edilen veriler bir bütün olarak değerlendirildiğinde farklı iklimsel koşullarda bal arısı genotiplerinin fizyolojik ve davranışsal olarak farklı tepkiler verebildiğini göstermektedir. Aynı zamanda çalışılan farklı bal arısı genotiplerinden elde edilen balların fizikokimyasal, melissopalinolojik ve TPS-10 g analizleri ile balların karakteristik özelliklerinin de değişiklik gösterebileceği ortaya çıkarılmıştır. Böylelikle farklı bal arısı genotipleri ile çalışmanın bal kalitesini etkilediği de ortaya konmuştur. Bingöl koşullarında elde edilen veriler değerlendirildiğinde bölgeye uyum sağlamış bal arısı olan Bingöl genotipi veya Camili ekotipi ile çalışmanın hem performans hem de bal kalitesi açısından uygun olabileceği önerilmektedir.

## KAYNAKLAR

- Adenekan, M. O., Amusa, N. A., Lawal, A. O. and Okpeze, V. E. (2010). Physico-Chemical and Microbiological Properties of Honey Samples Obtained From Ibadan. *J. Microbiol. Antimicrob*, 2, 100–104.
- Al-Farsi M., Al-Belushi, S., Al-Amri, A., Al-Hadhrami, A., Al-Rusheidi, M. and Alalawi, A. (2018). Quality Evaluation of Omani Honey. *Food Chem*, 262, 162–167.
- Anklam, E. (1998). A Review of The Analytical Methods To Determine The Geographical And Botanical Origin of Honey. *Food Chem*, 63, 549–562.
- Anonim, (2023). <https://bingoll.blogspot.com/p/cografı-yapı.html>. Erişim, 05.09.2023.
- Arathi, H. S., Burns, I., and Spivak, M. (2000). Ethology of Hygienic Behavior in The Honey Bee: Behavioral Repertoire of Hygienic Bees. *Ethology*, 106, 365- 379.
- Adam, B. (1983). In Search of Best Strains of Honeybees (*Apis mellifera* L.). 2nd. Edition, Northern Bee Boks, U.K, p. 206.
- Arslan, S., Güler, A. and Çam, H. (2004). Farklı Bal Arısı Genotiplerinin Tokat Koşullarında Kışlama Yetenekleri ve Petekli Bal Veriminin Belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Ün. Zir. Fak. Dergisi*, 21(1), 85-90.
- Akyol, E., Özkok, D., Öztürk, C. and Bayram, A. (2005). Bazı Saf ve Melez Bal Arısı (*Apis mellifera* L.) Kolonilerinin Oğul Eğilimi, Yaşama Gücü, Kışlama Yeteneği ve Petek İşleme Etkinliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 5 (4), 162-166.
- Anklam, E. and Radovic. (2001). Suitable Analytical Methods For Determining Theorigin of European Honey. *Am. Lab.*, Vol. 33, p. 60–64.
- Abe, H., Adamopoulos, K. G., Adamson, G. E., Ahuja, J. K. C., Akinaga, T., Alaejos, M. S. and Go, V. L. W. (2001). Available Online At [Http://www. İdealibrary. Com](http://www.idealibrary.com) On. Journal of Food Composition and Analysis, 14(667), 668.
- Avşar, C., Aslan, H., Yumak, T., Tabak, A. and Deniz, N. T. (2023). Determination of The Superior Quality Properties of Randomly Selected Chestnut Honey Samples From The Sinop Region. *Spectroscopy Letters*, 1-11.
- Akyol, E. (1998). Kafkas ve Muğla Arılarının (*Apis mellifera* L.) Saf ve Karşılıklı Melezlerinin Morfolojik, Fizyolojik ve Davranışsal Özelliklerinin Belirlenmesi. (Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi).

Arathi, H., Burns, I. and Spivak, M. (2000). Ethology of Hygienic Behaviour in The Honey Bee *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae): Behavioural Repertoire of Hygienic Bees. *Ethology*, 106(4), 365-379.

Akyol, E. (2016). A Study on Method Development in Hygienic Behaviour in Honeybee Colonies (*Apis mellifera* L.), 1758.

Akyol, E., Yeninar, E., Kaftanoğlu, O. and Özkök, D. (2003). Bazı Saf ve Melez Bal Arısı Genotiplerinin (*Apis mellifera* L) Farklı Mevsimlerdeki Hırçınlık Davranışlarının Belirlenmesi. *Uludağ Arıcılık Derg.*, 38-40.

Akyol, E., Şahinler, N. and Özkök, D. (2006). Honeybee (*Apis mellifera*) Races, Ecotypes and Their General Characteristics İn Turkey. *Journal of Animal And Veterinary Advances*, 5(9), 771-774.

Arslan, S. (2003). Çukurova Koşullarında Doğal Olarak Çiftleştirilen Farklı Genotipli Ana Arılar (*Apis mellifera* L.) İle Oluşturulan Kolonilerin Tokat İli ve Çevresindeki Performanslarının Belirlenmesi. (Doktora Tezi, Gazi Osman Paşa Üniversitesi).

Akyol, E., Yeninar, H., Karatepe, M., Karatepe, B. ve Özkök, D. (2007). Effects Of Queen Ages on Varroa (*Varroa Destructor*) İnfestation Level in Honey Bee (*Apis mellifera* *Caucasica*) Colonies And Colony Performance. *Italian Journal of Animal Science*, 6(2), 143-149.

Budak, M. E. (1992). Türkiye’de Çeşitli Kurumlarda Yetiştirilen Ana Arılar ile Oluşturulan Balarısı (*Apis mellifera* L.) Kolonilerinin Fizyolojik, Morfolojik ve Davranış Farklılıklarının Araştırılması. (Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi).

Bayram, N. E., Kara, H. H., Can, A. M., Bozkurt, F., Akman, P. K., Vardar, S. U., ... and Dertli, E. (2021). Characterization Of Physicochemical and Antioxidant Properties of Bayburt Honey From The North-East Part of Turkey. *Journal Of Apicultural Research*, 60(1), 46-56.

Bayram, N., Yüzer, M. O. and Bayram, S. (2019). Melissopalynology analysis, physicochemical properties, multi-element content and antimicrobial activity of honey samples collected from Bayburt, Turkey. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 19(2), 161-176.

Behçet, L. ve Yapar, Y. (2019). Matan Dağı (Bingöl) florasında arıcılık açısından önemli bitkiler. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 12(1), 149-159.

Burğut, A. (2017). Akdeniz Bölgesi Bal Arısı (*Apis mellifera* L.) Populasyonlarında Bio-Çeşitliliğin Tanımlanması, Davranış ve Performans Özelliklerinin Belirlenerek, Gen Kaynaklarını Koruma ve İslah Etme Yollarının Araştırılması. (Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi).

Can, Z., Yıldız, O., Sahin, H., Turumtay, E. A., Silici, S. and Kolayli, S. (2015). An Investigation of Turkish honeys: Their Physico-Chemical Properties, Antioxidant Capacities And Phenolic Profiles. *Food Chemistry*, 180, 133-141.

Cotte, J. F., Casabianca, H., Giroud, B., Albert, M., Lheritier, J. and Grenier-Loustalot, M. F. (2004). Characterization of Honey Amino Acid Profiles Using High-Pressure Liquid Chromatography To Control Authenticity. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 378, 1342–1350.

Cengiz, M. M. ve Erdogan, Y. (2017). Doğu Anadolu Koşullarında Farklı Balarısı (*Apis mellifera* L.) Genotiplerinin Davranış Özelliklerinin Belirlenmesi. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(1), 97-101.

Canlı, D. (2021). Karabük Yenice Bölge Ormanlarında Üretilen Tılla Ballarının Palinolojik ve Fizikokimyasal Analizi ile Tılla Çiçeklerinin Anatomik Çalışması. (Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi).

Çobanoğlu, D. N. (2017). Azerbaycan Gence Kazak Bölgesi Ballarının Mikroskopik, Hplc ve Gc-MS Analizleri ile İçeriklerinin Belirlenmesi. (Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi).

Cengiz, M. M. (2007). Kontrollü Şartlarda Yetiştirilen Ana Arılarla Oluşturulan Balarısı (*Apis mellifera* L.) Kolonilerinin Farklı İşletmelerdeki Performanslarının Belirlenmesi. (Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi).

Council, E. U. (2002). Council Directive 2001/110/EC of 20 December 2001 Relating To Honey. *Official Journal of The European Communities L*, 10, 47-52.

Cengiz, M. M. ve Erdoğan, Y. (2018). Doğu Anadolu Koşullarında Farklı Balarısı (*Apis mellifera* L.) Genotiplerinin Davranış Özelliklerinin Belirlenmesi. *Türkiye Ziraat Dergisi-Gıda Bilimi ve Teknolojisi*, Vol. 6, p. 97-101.

Çobanoğlu, D. N., Felek, İ. and Dündar, O. (2021). Palynological, Antioxidant And Physicochemical Properties of Pollen Loads From Eastern Anatolia. *Bee Studies*, 13(2), 31-38.

Cınbıroğlu, Ş. (2014). Bal Arısı (*Apis mellifera* L.)'nın İlkbahar Döneminde Polen Toplama Aktivitesi ile Tercih Edilen Bitki Türlerine Ait Polenlerin Bazı Morfolojik ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Ordu Üniversitesi BAP. TF1302.

Dodoloğlu, A. (2000). Kafkas ve Anadolu Balarısı Irkları ile Karşılıklı Melezlerinin Morfolojik, Fizyolojik ve Davranış Özellikleri. (Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi).

Doğaroğlu, M., Özdemir, M. and Polat, C. (1992). Türkiye'deki Önemli Balarısı (*Apis mellifera* L.) Irk ve Ekotiplerinin Trakya Koşullarında Performanslarının Karşılaştırılması. *Doğa-Tr.J. of Vet.and An. Sci.*, 16, 403-414.

Dülger, C. (1997). Kafkas, Anadolu ve Erzurum Bal Arısı Genotiplerinin Erzurum Koşullarındaki Performanslarının Belirlenmesi ve Morfolojik Özellikleri. (Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi).

Doğaroğlu, M, Özder M, Polat C. (1986). Trakya Bölgesi Koşulları İçin En Uygun Bal Arısı (*Apis mellifera* L.) Genotipini Belirleme Çalışmaları. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu Veteriner ve Hayvancılık A Grubu. Proje No: Vhag-619.

Doğaroğlu, M. (1981). Türkiye’de Yetiştirilen Önemli Arı Irkı ve Tiplerinin Çukurova Bölgesi Koşullarında Performanslarının Karşılaştırılması. (Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi).

Dodoloğlu, A. ve Genç, F. (2002). Kafkas ve Anadolu Balarısı (*Apis mellifera* L.) Irkları ile Karşılıklı Melezlerinin Bazı Fizyolojik Özellikleri. *Türk Vet. ve Hay. Derg.*, 26, 715-722.

Dodoloğlu, A. ve Genç, F. (2004, 1-3 Eylül). Kafkas ve Anadolu Balarısı (*Apis mellifera* L.) Irkları ile Karşılıklı Melezlerinin Bazı Davranış Özellikleri. 4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi Poster Bildirileri, Süleyman Demirel Üniv. Zir.Fak., Isparta.

Demirpolat, A., Yıldırım, Ş. and Kılıç, Ö. (2021). Sancak Beldesi (Bingöl-Merkez) Ve Yakın Çevresinin Fulorası. *The Herb J. of Botany*, 28(1-2), 157-192.

Düzdaban, P. (2022). Bingöl Merkezden Toplanan Bazı Arı Polenlerinin Botanik Orjinlerinin ve Farklı Çözücülerde Elde Edilen Ekstraktların Antioksidan Kapasitelerinin Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi, Bingöl Üniversitesi).

El Sohaimy, S. A., Masry S.H.D. and Shehata M.G. (2015). Physicochemical Characteristics of Honey From Different Origins, *Ann. Agric. Sci.* 60,279–287.

Erkan, C. ve Aşkın, Y. (2001). Van İli Bahçesaray İlçesinde Arıcılığın Yapısı ve Arıcılık Faaliyetleri. *Yüzüncü Yıl Üniv. Zir Fak Tarım Bil. Derg. (J. Agric. Sci.)*, 11(1), 19-28.

Ebadi, R. (1988). Evaluation of Five Honey Bees Races and Hybrids in Comparison with The Native Iranian Race in Isfahan Region. *Iranian J. of Agrc.*, 19(3-4), 11-12.

Erdoğan, Y., ve Turan, M. (2022). Physicochemical Properties of Honey Produced at Different Altitudes. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 10(4), 710-718.

Fechner, D. C., Moresi, A. L., Díaz, J. D. R., Pellerano, R. G. and Vazquez, F. A. (2016). Multivariate Classification of Honeys From Corrientes (Argentina) According To Geographical Origin Based on Physicochemical Properties. *Food Bioscience*, 15, 49-54.

Fıratlı, Ç., Genç, F.; Karacaoğlu, M. and Gençer, H.V. (2000). Türkiye Arıcılığının Karşılaştırılmalı Analizi. Ziraat Mühendisliği, V. Teknik Kongresi, s. 811-826.

Franck, P., Garnery, L., Solignac, M. and Cornuet, J.M. (2000). Molecular Confirmation of A Fourth Lineage In Honeybees (*Apis mellifera* L.) From The Near East. *Apidologie*, 31, 167-180.

Fıratlı, Ç. ve Karacaoğlu, M. (1995). Anadolu Arisinin Seleksiyonla Islahı Olanakları. Tübitak Vhag- 939 No’lu Proje. Ankara, s. 80.

Fresnaye, J. and Lensky, Y. (1961). Methods D’apperéciation Des Surfaces De Vain Dans Les Colonies D’abeilles, *Ann. Abeille*, 4 (4), 369-376.

Gül, A. (2008). Türkiye’de Üretilen Bazı Balların Yapısal Özelliklerinin Gıda Güvenliği Bakımından Araştırılması. (Doktora Tezi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi).

Gurdal, B. ve Sönmez, S. (2021). Pollen And Physicochemical Analysis of Honey Samples From Akçakoca and Yığılca District (Western Black Sea). *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 31(3), 576-586.

Geographical Origin Based on Volatiles, Physicochemical Parameters and Chemometrics. *Food Chemistry*, 146, 548-557.

Gobessa, S., Seifu, E. and Bezabih, A. (2012). Physicochemical Properties of Honey Produced In Hhe Homesha District of Western Ethiopia, *J. Apic. Sci.*, 56, 33–40.

<https://earth.google.com>, En Son Erişim: 09.01.2024.

Gün, R., ve Karaoğlu, M. M. (2022). Detection of Honey Adulteration By Investigation of The Physico-Chemical Properties of Honey Adulterated with The Addition of Glucose-Fructose and Maltose Corn Syrups. Research Square, v. 1, <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2247350/v1>.

Gürbüz, S., Çakıcı, N., Mehmetoğlu, S., Atmaca, H., Demir, T., Arıgül Apan, M., and Güney, F. (2020). Physicochemical Quality Characteristics of Southeastern Anatolia Honey, Turkey. *International Journal of Analytical Chemistry*. <https://doi.org/10.1155/2020/8810029>.

Genç, F. ve Dodoloğlu, A. (2002). Arıcılığın Temel Esasları. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Ders Yayınları*, 166, 338, Erzurum.

Genç, F., Dülger, C., Dodoloğlu, A. and Kutluca, S. (1999a). Kafkas, Orta Anadolu ve Erzurum Bal Arısı Genotiplerinin Erzurum Koşullarındaki Bazı Fizyolojik Özelliklerinin Karşılaştırılması. *Tr.J. of Vet. And Animal Sciences*, 23, 645- 650.

Genç, F., Dülger, C., Kutluca, S. and Dodoloğlu, A. (1999b). Kafkas. Orta Anadolu ve Erzurum Balarısı (*Apis mellifera* L.) Genotiplerinin Erzurum Koşullarındaki Bazı Davranış Özelliklerinin Karşılaştırılması. *Tr. J. of Veterinary And Animal Sciences*, 23 Ek Sayı 4, 651-656.

Guler, A. ve Bek, Y. (2002). Forewing Angles of Honey Bee (*Apis mellifera*) Samples From Different Regions of Turkey. *Journal of Apicultural Research*, 41(1-2), 43-49.

Güler, A. (1995). Türkiye’deki Önemli Bal Arısı (*Apis mellifera* L.) Irk ve Ekotiplerinin Morfolojik Özellikleri ve Performanslarının Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. (Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi).

Güler, A. (2001). Morphological Characters of The Honeybee (*Apis mellifera* L.) of The Artvin Borçka-Camili (Macahel) Region. *Tr. J. Vet. And Anim. Sci.* 25, 473-481.

Güler, A. (2006). Bal Arıları (*Apis mellifera* L.)’nda Yapay Tohumlama ve Türkiye İçin Önemi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 21(3), 370-378.

Gül, A. (2003). Hatay Yöresi Koşullarında Muğla (*Apis Mellifera Anatolica*), İtalyan (*Apis Mellifera Ligustica*) ve Karniyol (*Apis Mellifera Carnica*) Arı Genotiplerinde Bazı Fizyolojik ve Davranışsal Özelliklerin Karşılaştırması Üzerine Bir Araştırma. (Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi).

Günbey, C. ve Cengiz, F. (2021). Karadeniz Bölgesindeki Yerel Bal Arısı (*Apis mellifera* L.) Irk ve Ekotiplerinin Orta Karadeniz Bölgesinde Fizyolojik Adaptasyon ve Performanslarının Karşılaştırılması. *Ziraat Mühendiliği*, (371), 113-123.

Güler, A., Bek, Y. and Güven, H. (2010). The Importance of Morphometric Geometry on Discrimination of Carniolan And Caucasian Honeybee Suspecies and In Determining Their Relationship To Thrace Region Bee Genotype. *J. Kansas Entomological Soc., Ety*, 83(2), 154-162.

Gösterit, A., Çıkkılı, Y. and Kekeçoğlu, M. (2012). Yığılca Yerel Bal Arısının Bazı Performans Özellikleri Bakımından Kafkas ve Anadolu Bal Arısı Irkı Melezleri ile Karşılaştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(1), 107-114.

Güzel, N. ve Bahçeci, K. S. (2020). Çorum Yöresi Ballarının Bazı Kimyasal Kalite Parametrelerinin Değerlendirilmesi. *Gıda*, 45(2), 230-241.

Guler, A. (2010). A Morphometric Model for Determining The Effect of Commercial Queen Bee Usage on The Native Honeybee (*Apis mellifera* L.) Population In A Turkish Province. *Apidologie*, 41(6), 622-635.

Güler, A. (1995). Türkiye'deki Önemli Bal Arısı (*Apis mellifera* L.) Irk ve Ekotiplerinin Morfolojik Özellikleri ve Performanslarının Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. (Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi).

Genç, F. (1990). Bal Arılarında Koloni Performansını Etkileyen Faktörler. *Teknik Arıcılık Dergisi*, 27, 18-26.

Genç, F., Dodoloğlu, A. (2011). Arıcılığın Temel Esasları. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Yayın No:931-341-88, s. 386.

Gençer, V. (1996). Orta Anadolu Bal Arısı Ekotiplerinin ve Bunların Çeşitli Melezlerinin Yapısal ve Davranışsal Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma. (Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi).

Gözenler, E. (2000). Kafkas Irkı ile Anadolu ve Muğla Ekotipi Bal Arılarının (*Apis mellifera* L.) Orta Anadolu Koşullarındaki Üreme ve Davranış Özellikleri Bakımından Karşılaştırılması. (Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi).

Güler, A., Gürel, A. C., Durmuş, Ş. (1999, 28-30 Eylül). Bal Arısı (*Apis mellifera* L.)'Nda Fizyolojik ve Davranış Karakterlerini Belirleme Yöntemleri. Türkiye'de Arıcılık Sorunları ve 1. Ulusal Arıcılık Sempozyumu, s. 180-188, Kemaliye/Erzincan.

Günbey, C. ve Cengiz, F. (2021). Karadeniz Bölgesindeki Yerel Bal Arısı (*Apis mellifera* L.) Irk ve Ekotiplerinin Orta Karadeniz Bölgesinde Fizyolojik Adaptasyon ve Performanslarının Karşılaştırılması. *Ziraat Mühendiliği*, (371), 113-123.

Hermosín, R. M., ve Chicón, M. D., Cabezudo. (2003). Free Amino Acid Composition and Botanical Origin of Honey. *Food Chem*, 83, 263–268.

Louveaux, J., Maurizio, A., Vorwohl, G. (1978). Methods of Melissopalynology. *Bee World*, 59, 139–157.

Juan-Borrás, M., Domenech, E., Hellebrandova, M. and Escriche, I. (2014). Effect Of Country Origin on Physicochemical, Sugar And Volatile Composition of Acacia, Sunflower and Tilia Honeys. *Food Res. Int.*, 60, 86–94.

Kanbur, E. D., Yuksek, T., Atamov, V. and Ozcelik, A. E. (2021). A Comparison of The Physicochemical Properties of Chestnut And Highland Honey: The Case of Senoz Valley In The Rize Province of Turkey. *Food Chemistry*, 345, 128864.

Kandemir, İ., Kence, M., Sheppard, W. S., Kence, A. (2006). Mitochondrial DNA variation in honey bee (*Apis mellifera* L.) populations from Turkey. *Journal of Apicultural Research and Bee World*, 45(1), 33-38.

Karabagias, I. K., Badeka, A., Kontakos, S., Karabournioti, S. and Kontominas, M. G. (2014). Characterisation and Classification of Greek Pine Honeys According To Their Geographical Origin Based on Volatiles, Physicochemical Parameters and Chemometrics, *Food Chem.*, 146, 548–557.

Korkmaz, A. ve Kumova, U. (1999). Çukurova Bölgesi Koşullarında Yetiştirilen Fazelya Bitkisinin Bal Arısı Kolonilerinin Populasyon Gelişimine, Nektar ve Polen Toplama Etkinliğine Olan Etkilerinin Araştırılması. *Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(2), 121-130.

Kence, M., Kence, A. and Kandemir, İ. (1998). Türkiye'de Bal Arısı (*Apis mellifera* L.) Irklarının Karakterizasyonu ve Korunması. 1997 -767, Proje No: Vhag-1077, Tübitak.

Kaftanoğlu, O. ve Kumova, U. (1992). Çukurova Bölgesi Kosullarında Ana Arı (*Apis mellifera* L.) Yetistirme Mevsiminin Ana Arının Kalitesine Olan Etkileri Üzerine Bir Arastırma. *Tübitak Doga-Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences*, 16, 569-577.

Kenjerić, D., Mandić, M. L., Primorac, L., & Čačić, F. (2008). Flavonoid pattern of sage (*Salvia officinalis* L.) unifloral honey. *Food Chemistry*, 110(1), 187-192.

Kumova, U., Şahinler, N., Çankaya, S., Gül, A. and Burğut, A. (2012). Akdeniz Bölgesinden Toplanacak Bal Arısı Ekotiplerini Morfolojik, Davranış ve Performans Karakterleri Yönünden Tanımlayarak Adana İli Koşullarında Islah Etme Yollarının Araştırılması. *Tagem/09/Arge/05*, Adana.

Kaftanoğlu, O., Kumova, U. and Bek, Y. (1993). Gap Bölgesinde Çeşitli Bal Arısı (*Apis mellifera* L.) Irklarının Performanslarının Saptanması ve Bölgedeki Mevcut Arı Irklarının Islahı Olanakları. *Ç.Ü.Z.F. Gap Yayınları*, No. 74.

Kutluca, S. (2003). Propolis Üretim Yöntemlerinin Koloni Performansı ve Propolisin Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkileri. (Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi).

Kekeçoğlu, M. (2016). Yiğilca Balarısı (*Apis Mellifera L.*)'Nın Hijyenik Davranış Bakımından Performanslarının Belirlenmesi ve Geliştirilmesi. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 15(2), 47-59.

Koç, A. U. (2008). Kafkas (*Apis Mellifera Caucasicus*), İtalyan (*Apis Mellifera Ligustica*) Irkları ve Anadolu Arısı Ege Ekotipi (*Apis Mellifera Anatoliaca*) ile Bazı Melezlerinin Ege Bölgesi Koşullarında Koloni Gelişimleri. (Doktora Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi).

Kılınçarslan, S. (2023). Tokat İli Ballarında Polen Analizleri. (Doktora Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi).

Kirs E., Pall R. and Martverk, K. (2011). Physicochemical and melissopalynological characterization of Estonian summer honeys. *Ital. Oral Surg.*, vol. 1, p. 616–624.

Louveaux, J., Maurizio, A. and Vorwohl, G. (1978). Methods of Melissopalynology. *Bee World*, Vol. 5, No. 3, p. 139–153.

Liu, J., Ye, Y., Lin, T., Wang, Y., and Peng, C. (2013). Effect of floral sources on the antioxidant, antimicrobial and anti-inflammatory activities of honeys in Taiwan. *Food Chem.*, vol. 139, no. 1–4, p. 938–943.

Maurizio, A., Microscopy of Honey, E., Crane (Ed.), Honey A Compr. Surv., Heinemann in Cooperation with The International Bee Research Association, London, 1975, s. 240–257.

Maa, T. C., (1953). An Inquiry Into The Systematics of The Tribus Aprlini or Honeybees (*Apis mellifera L.*). *Treubia*, 21, 525-640.

Matović, K., Ćirić, J., Kaljević, V., Nedić N., Jevtić G., Vasković, N. and Baltić M. (2018). Physicochemical Parameters and Microbiological Status of Honey Produced in An Urban Environment in Serbia. *Environ. Sci. Pollut. Res*, 25, 14148–14157.

Morse, R. A. and Calderone, N. W. (2000). Beeculture.

Mahbobi, A., Woyke, J., Abbasi, S., Farshineh-Adl, M. and Malakzadegan, A. (2014). The Effects of Age of Grafted Larvae and of Supplemental Feeding on Performance of Iranian Honey Bee Colonies (*Apis Mellifera Meda*). *Journal of Apicultural Science*, 58(1), 113-117.

Malkoç, M., Yakup, K., Özkök, A., Ertürk, Ö. ve Kolaylı, S. (2019). Karaçalı (*Paliurus Spina-Christi Mill.*) Balının Karakteristik Özellikleri. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 19 (1), 69-81.

Maurizio, A. (1951). Pollen Analyses of Honey. *Bee World*, Vol. 31, p. 1–5.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM). 2023.

Neupane, K. R. and Thapa, R. B. (2005). Pollen Collevtion and Brood Production By Honeybees Under Chitwan Condition of Nepal. *J. Inst. Agric. Anim. Sic.*, 26, 143-148.

Moar, N. T. (1985). Pollen Analysis of New Zealand Honey. *New Zeal. J. Agric. Res.*, 28, 39–70.

Osaili, T. M., Odeh, W. A. B., Al Sallagi, M. S., Al Ali, A. A., Obaid, R. S., Garimella, V., ... and El Darra, N. (2023). Quality of Honey Imported into the United Arab Emirates. *Foods*, 12(4), 729.

Oskay, D., Kükrcer, M. and Kence, A. (2019). Muğla Bal Arısında (*Apis mellifera Anatoliaca*) Amerikan Yavru Çürüklüğü Hastalığına Karşı Direnç Geliştirilmesi. *Arıcılık Araştırma Dergisi*, 11(1), 8-20.

Oztokmak, A., Ozmen, Ozbakir, G. and Çağlar, O. (2023). Conservation of Local Honeybees (*Apis mellifera* L.) in Southeastern Turkey: A Preliminary Study for Morphological Characterization and Determination of Colony Performance. *Animals*, 13(13), 2194.

Pita-Calvo, C., Guerra-Rodríguez, M. E. and Vázquez, M. (2017). Analytical Methods Used In The Quality Control of Honey, *J. Agric. Food Chem*, 65, 690–703.

Przybyłowski, P. ve Wilczyńska, A. (2001). Honey As An Environmental Marker. *Food Chem*, 74, 289–291.

Palocio, M. A., Figini, E. E., Ruffinengo, S. R., Rodriguez, E.M., Del Hoyo, M. L. and Bedascarrasbure, E. L. (2000). Changes In A Population of *Apis Mellifera* L. Selected For Hygenic Behaviour and Its Relation To Brood Disease Tolarence. *Apidologie*, 31(4), 471-478.

Piazza, M. G., Accorti, M. and Persano, Oddo, L. (1991). Electrical Conductivity, Ash, Colour and Specific Rotatory Power In Italian Unifloral Honeys. *Apicoltura*, 7, 51–63.

Polat, R., Esim, N., Ürüšan, Z., Caf, A., Ahıskalı, M. ve Canlı, D. (2020). Solhan (Bingöl) Florasının Arıcılık Açısından Değerlendirilmesi. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 9(Özel Sayı), 1-10.

P. R. (1895). “Versuch. Einer Mikroskopie Des Honigs,” Forschungsbereich Leb. Bez. Hyg. Pharm., Vol. 25, No. 2, p. 20.

Da Silva, P. M., C. Gauche, L.V. Gonzaga, A.C.O. Costa and R. Fett.(2016). Honey: Chemical Composition, Stability And Authenticity, *Food Chem*, 196 309–323

Rutner, F. (1988). Biogeography and Taxonomy of Honeybees (*Apis mellifera* L.). Springer-Varlay, *Heidelberg*-Berlin.

Rutner, F., Tassencourt, Louveaux, J. (1978). Biometrical Statistical Analysis of The Geographic Variability of *Apis Mellifera* L. *Apidologie*, 9(4), 363-381

Rutner, F. (1985). Die Honigbienen Des Iran. Ii. *Apis Mellifera Meda* Persische Biene, *Apidologie*, 16, 241-264.

Rutner, F. (1972). African Races of Honeybees. Proc. Int. *Beekeeping Congress*, 25, 325-344.

Rinderer, T. E., Harris, J. W., Hunt, G. J., and De Guzman, L. I. (2010). Breeding For Resistance To Varroa Destructor in North America. *Apidologie*, 41(3), 409-424.

Radovic, B. S., Careri, M., Mangia, A., Musci, M., Gerboles M. and Anklam, E. (2001). Contribution of Dynamic Headspace Gc-Ms Analysis of Aroma Compounds To Authenticity Testing of Honey, *Food Chem*, 72, 511–520.

Sıralı, R., Şilbir, Y. ve Sıralı, B. (2007). Ordu, Posof ve İkizdere Balarılarının (*Apis mellifera* L.) Anzer Yaylası Koşullarında Bazı Davranış Özelliklerinin Karşılaştırılması. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 7(1), 20-25.

Smith, D. R. (2002). Genetic diversity in Turkish honey bees. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 2(3), 10-17.

Spivak, M., Mansterman, R., Ross, R., and Mesce, K. A. (2003). Hygienic Behavior İn The Honey Bee And The Modulatory Role of Octopamine. *J. of Neurobiology*, 55(3), 341-354.

Spivak, M. ve Gilliam, M. (1998). Hygienic Behaviour of Honey Bees and İts Application For Control Of Brood Diseases and Varroa Mites. Part Ii. Studies on Hygienic Behavior Since The Rothenbuhler Era. *Bee World*, 79(4), 169–186.

Swanson, J. A. I., Torto, B., Kells, S. A., Mesce, K. A., Tumlinson, J. H., and Spivak, M. (2009). Odorants That İnduce Hygienic Behavior İn Honeybees: İdentification of Volatile Compounds İn Chalkbrood-İnfected Honeybee Larvae. *J. Chem. Ecol.*, 35, 1108–1116.

Sancho, M. T., Muniategui S., Sánchez M. P., Huidobro, J. F. and Simal, J. (1991). Relationships Between Electrical Conductivity and Total And Sulphated Ash Contents İn Basque honeys, *Apidologie*. 22, 487–494.

Salonen, A., Ollikka, T., Grönlund, E., Ruottinen, L. and Julkunen-Tiitto, R. (2009). Pollen analyses of honey from Finland, *Grana*, vol. 48, no. January, p. 281–289.

Spivak, M. ve Danka, R. G. (2021). Perspectives on Hygienic Behavior in *Apis mellifera* And Other Social İnsects. *Apidologie*, 52, 1-16.

Sahinler, N. ve Kaya, S. (2001). Bal Arisi Kolonilerini (*Apis mellifera* L.) Ek Yemlerle Beslemenin Koloni Performansi Üzerine Etkileri, *Mku Ziraat Fakültesi Derg.*, 6, 83–92.

Sorkun, C. ve Doğan, K. (2002). The Importance of the Total Number of Pollen Types in 10 gr of Honey in Distinguishing Between Natural Honey and Artificial Honey Produced in Turkey. *Mellifera*, vol. 2, p. 34–38.

Şen, L. ve Türkaslan, N. (2021). Some Physicochemical Properties And Sugar Composition of Multifloral Honey From Different Regions of Turkey. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (Jafag)*, 38(1), 11-19.

Tornuk, F., Karaman, S., Ozturk, I., Toker, O.S. Tastemur, B., Sagdic, O., ...and Kayacier, A. (2013). Quality Characterization of Artisanal And Retail Turkish Blossom Honey: Determination of Physicochemical, Microbiological, Bioactive Properties and Aroma Profile. *Ind. Crops Prod.* 46, 124–131.

Taha, E. K. A. ve Al-Kahtani, S. N. (2020). The Relationship Between Comb Age and Performance of Honey Bee (*Apis mellifera* L.) Colonies. *Saudi Journal Of Biological Sciences*, 27(1), 30-34.

Tunç, M. A., Cengiz, M. M., Yazıcı, K. and Turan, M. (2020). The Effects of Supplemental Feeding With Sodium Humate On The Performance of Honey Bee Colonies (*Apis mellifera* L.). *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 20(2), 181-188.

Tennakoon, T. M. I. U. K., Vinodani, L. P. S., Warnasooriya, W. M. S. N., Amarasinghe, N. R., and Madushani, J. S. (2023). Physical, Chemical And Biological Characteristics Of Sri Lankan Bee Honey Varieties. *Asian Journal of Complementary and Alternative Medicine*, 15.

TÜİK, (2023). Türkiye İstatistik Kurumu, TÜİK <http://www.TÜİK.gov.tr>, Erişim: 08.11.2023.

TEPGE, (2023). Arıcılık Tarım Ürünleri Piyasaları Raporu. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Müdürlüğü, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/>, Erişim, 08.11.2023

Türk Standartlar Enstitüsü, Bal-Su Muhtevası Tayini, (TS 13365). (2008a). Ankara.

Türk Standartlar Enstitüsü, Bal-Serbest Asitlik Muhtevasının Tayini, (TS 13360). (2008b). Ankara.

Türk Standartlar Enstitüsü, Bal-Elektrik İletkenlik Tayini, (TS 13366). (2008c). Ankara.

Türk Standartlar Enstitüsü, Bal-Fruktoz, Glukoz, Sakkaroz, Turanoz ve Maltoz Muhtevası Tayini – Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC), (TS 13359). (2008d). Ankara.

Türk Standartlar Enstitüsü, Bal-Hidroksimetilfurfural Muhtevasının Tayini- Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC), (TS 13356). (2008e). Ankara.

Türk Standartlar Enstitüsü, Bal-Prolin Muhtevasının Tayini, (TS 13357), (2008f). Ankara.

Türk Standartlar Enstitüsü, Bal-Diastaz Aktivitesi Tayini, (TS 13364). (2008g). Ankara.  
Uzunca, H., Çelemlı, Ö. G., Biyiklioğlu, O., Karabicak, S., and Çeter, T. (2023). Characterisation of Kastamonu honeys by palynological and physicochemical methods. *Grana*, 1-14.

Vorlová, L. and Pridal, A., (2010). Invertase and Diastase Activity İn Honeys of Czech Provenience, *Acta Univ. Agric. Silvic. Sb. Mendelovy Zemed. A Lesn. Mendelianae Brun.* 5, 57–66.

Yaşar, S. ve Söğütü, İ. (2020). Bingöl ve İlçelerinde Üretilen Bazı Bal Örneklerinin Asitlik, Diyastaz Sayısı, Hmf, Suda Çözülme Kuru Madde ve Kül Yüzdesi Değerlerinin Araştırılması. *Van Veterinary Journal*, 31(1), 42-45.

Yücel, B. ve Kösoğlu, M. (2011). Ege Bölgesi'nde Muğla Ekotipi ve İtalyan Melezi Bal Arılarının Kimi Performans Özellikleri Bakımından Karşılaştırılması. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.* 17 (6), 1025-1029.

Yıldız, A. (2007). Doğu Akdeniz Bölgesinde Farklı Yükseltelerde Kışlatılan Bal Arısı (*Apis mellifera* L.) Kolonilerinde Kışlama Kabiliyeti ve İlkbahar Koloni Performanslarının Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi).

Whitfield, C. W., Behura, S., Berlocher, S. H., Clark, A. G., Johnston, J.S., Sheppard, W. S.,... and Tsutsui, N. D.(2006). Thrice Out of Africa: Aciente and Recent Expansions of The Honeybee. *Science*, 314(5799),642-645.

Wodehouse, R. P. (1935). Pollen Grains. Their Structure, İdentification and Significance in Science and Medicine., Mc Graw-Hill Publishing co. Ltd., London.