

**ARDAHAN İLİ BALLARININ MELİTOPALİNOLOJİK,
FİZİKSEL VE KİMYASAL ANALİZİ**

**MELISSOPALYNOLOGICAL, PHYSICAL AND CHEMICAL
ANALYSIS OF ARDAHAN HONEY**

FATMA GÜZEL

PROF. DR. KADRIYE SORKUN

Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin
Biyoloji Anabilim Dalı İçin Öngördüğü
YÜKSEK LİSANS TEZİ Olarak Hazırlanmıştır.

2014

FATMA GÜZEL'in hazırladığı "Ardahan İli Ballarının Melitopalinolojik, Fiziksel ve Kimyasal Analizi" adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından BİYOLOJİ ANABİLİM DALI'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Sevil PEHLİVAN

Başkan



Prof. Dr. Kadriye SORKUN

Danışman



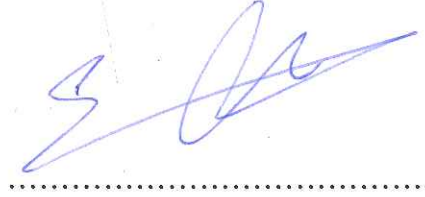
Prof. Dr. Nur Münevver PINAR

Üye



Prof. Dr. Emel OYBAK DÖNMEZ

Üye



Yrd. Doç. Dr. Cahit DOĞAN

Üye



Bu tez Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. Fatma SEVİN DÜZ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

15/05/2014



FATMA GÜZEL

Her Zaman Yanımnda Olan
Canım Aileme,

ÖZET

ARDAHAN İLİ BALLARININ MELİTOPALİNOLOJİK, FİZİKSEL VE KİMYASAL ANALİZİ

Fatma GÜZEL

Yüksek Lisans, Biyoloji Bölümü

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Kadriye SORKUN

Mayıs 2014, 113 sayfa

Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesi ile Karadeniz sınırında Kafkaslar üzerinde kurulmuş olan Ardahan il merkezi ve ilçelerinden, 2010-2011 yıllarında, Ardahan İli Arı Yetiştiricileri Birliğine kayıtlı 304 arıcı listesine göre yapılan istatistiksel çalışmalar sonucunda 75 adet arılık ve bu arılıklardan toplanan 75 adet bal örneği çalışma materyalini oluşturmuştur. Daha sonra çalışmaya dahil edilen bir örnekle beraber 76 örnek üzerinden araştırma tamamlanmıştır.

Bu çalışmada, Ardahan ilinden toplanan bal örneklerinin kalitesinin ve taşıdığı olup olmadığının tespitine yönelik olarak melitopalinolojik analizler ve fizikokimyasal analizler yapılmıştır. Melitopalinolojik analizlerde balların polen kaynağı, toplam polen sayısı, baldaki nişasta kaynağı ile yüzde miktarı ve balda bulunmaması gereken mikroskobik partiküller incelenmiştir. Fizikokimyasal parametrelerle ise balların yüzde kül içeriği, elektriksel iletkenliği ve nem miktarı tespit edilmiştir. Ayrıca Yüksek Performans Sıvı Kromatografi (High Performance Liquid Chromatography: HPLC) cihazı kullanılarak fruktoz/glikoz oranı ve fruktoz+glikoz miktarı hesaplanmıştır. Bal örneklerinin 10 gramındaki toplam polen sayısı ortalama 21.428 (min: 3.763-maks: 594.220) olarak tespit edilmiştir. Bal örneklerinde yapılan polen teşhisi sonucunda tüm ilçelerde Fabaceae ve Boraginaceae bitki familyaları dominant familyalar olarak bulunmuştur. Bal örneklerinin tamamında polen kaynaklı nişasta bulunurken %25'inde dışarıdan katkılı nişasta

bulunmuştur. Örneklerin beş tanesinde *Nosema* sporu değişik yoğunluklarda tespit edilirken ikisinde ergin *Varroa* saptanmıştır. Bazı ballarda bakteri sporlarına, *Cladosporium* ve *Ustilago* sporlarına rastlanmıştır. Balların ortalama yüzde kül miktarı 0.036 ± 0.003 , ortalama elektriksel iletkenlik 0.020 ± 0.004 $\mu\text{S/cm}$ ve ortalama yüzde nem miktarı 17.31 ± 0.14 olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bal, melitopalinolojik analiz, fizikokimyasal analiz, HPLC, fruktoz/glikoz, TPS-10, *Varroa*, *Nosema*,

ABSTRACT

MELISSOPALYNOLOGICAL, PHYSICAL AND CHEMICAL ANALYSIS OF ARDAHAN HONEY

Fatma GÜZEL

Master of Science, Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. Kadriye SORKUN

May 2014, 113 pages

According to the statistics done between the years 2010-2011, based on the list of 304 beekeepers, registered in the Ardahan Beekeepers' Association in Ardahan province and its districts, established on the Caucasus between the Eastern Anatolia region and Black Sea border, 75 apiaries and 75 pieces honey samples were collected from these apiary form the study material. Than, one sample included in the samples so the study has been completed with 76 samples.

In this study, melitopalynological analyses and physicochemical analyses were used to determine the quality of honey samples collected from Ardahan province and whether they are adulterated or not. In the melitopalynological analyses, the source of pollens and the total number of pollens, the source of the starch in honey and the rate of percentage and the microscopic particles that should not be in honey were examined. In the physicochemical parameters, the percentages of ash content, its electrical conductivity and humidity were determined. In addition, by using High Performance Liquid Chromatography (HPLC) fructose /glucose ratio and invert sugar (fructose + glucose) were analyzed in honey samples. Based on the results of melitopalynological analyses, the Total Number of Pollen (TNP-10) in ten grams of honey was determined. Total Polen Number varies from 3763 to 594220, and the average number was 21428. As a result of the analysis of pollen in honey samples in all districts, Fabaceae and Boraginaceae families were found to be dominant. While all of the honey samples include starch from pollen sources, 25% of the starch is the

alloyed starch from outside. Out of 76 honey samples, in 5 samples *Nosema* spores were determined in different densities and the adult *Varroa* were determined in 2 samples of the honey. In addition to some bacterial spores, *Cladosporium* and *Ustilago* spores were found in same honey samples. As a result of physicochemical analyses of the honey, it was determined that the percentage of ash was an average 0.036 ± 0.003 , electrical conductivity was 0.020 ± 0.004 $\mu\text{S}/\text{cm}$ and the percentage of humidity was an average 17.31 ± 0.14 .

Keywords: Honey, melitopalynological analysis, physicochemical analysis, HPCL, fructose /glucose, TNP-10, *Varroa*, *Nosema*

TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitimim süresince her konuda desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen bilgi ve tecrübeleriyle bana daima yol gösteren tez danışmanım değerli hocam Sayın

Prof. Dr. Kadriye Sorkun'a,

Bilimsel görüşleri ve deneyimleri ile çalışmamda bana her zaman destek olan hocalarım

Prof. Dr. Emel Oybak Dönmez'e ve Yrd. Doç. Dr. Cahit Doğan'a,

İstatistiksel analizlerin yapılmasında büyük katkıda bulunan Prof. Dr. Hülya Çıngı'ya,

Tez örneklerimin toplanmasında yardımlarını esirgemeyen Ardahan Arı Yetiştiricileri Birliği Başkanı Sayın İlhan Evliyaoğlu'na ve arazi çalışmalarım sırasında desteklerini esirgemeyen Ardahanlı Arıcılara,

Örneklerin toplandığı dönemde Ardahan Kafkas Arısı Üretim Eğitim ve Gen Merkezi Müdürü olarak görev yapan Sayın Hamza Kopuz'a ve Gen Merkezi çalışanlarına,

Manevi destekleri ve çalışma sürecindeki yardımları için Dr. Ömür Gençay Çelemlı, Arş. Gör. Nesrin Ecem Bayram, Arş. Gör. Çiğdem Özenirler, Arş. Gör. Edibe Özmen, Arş. Gör. Aydan Acar, Yüksek lisans öğrencisi Deniz Canlı, Yüksek lisans öğrencisi Nihan Eminoğlu'na

Tüm bu süreç boyunca desteklerini her daim hissettiğim canım arkadaşlarıma,

Varlıklarıyla bana güç veren, her zaman yanımda olan, desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ÇİZELGELER.....	x
ŞEKİLLER	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. TEMEL BİLGİLER.....	2
2.1. Tarihçe	2
2.2. Bal.....	3
2.2.1. Çiçek balı.....	3
2.2.2. Salgı balı	4
2.3. Balın Kalitesinin Tespitinde Yapılması Gereken Analizler	4
2.3.1. Melitopalinojik analizler	5
2.3.2. Fiziksel ve kimyasal analizler.....	6
2.3.2.1. Balın fiziksel içeriği	6
2.3.2.1.1. Balın tadı ve aroması	6
2.3.2.1.2. Balın rengi	7
2.3.2.1.3. Balın vizkositesi	7
2.3.2.1.4. Balın kristalizasyonu	8
2.3.2.1.5. Balın fermantasyonu.....	8
2.3.2.1.6. Balın elektriksel iletkenliği.....	9
2.3.2.2. Balın kimyasal içeriği.....	9
2.3.2.2.1. Balın karbohidrat içeriği.....	11
2.3.2.2.2. Balın nem içeriği	11
2.3.2.2.3. Balın mineral içeriği	12
2.3.2.2.4. Balın protein içeriği	13
2.3.2.2.5. Balın flavanoid içeriği	13

2.4. Balın İnsan Sağlığı Açısından Önemi	13
2.5. Araştırma Alanının Tanımlanması	14
2.5.1. Ardahan ilinin genel özellikleri	14
2.5.2. Topografik özellikler	16
2.5.2.1. Dağlar	16
2.5.2.2. Vadiler	17
2.5.2.3. Ovalar ve Yaylalar	18
2.5.2.4. Havzalar	18
2.5.2.4.1. Ardahan havzası	18
2.5.2.4.2. Göle havzası	19
2.5.2.4.3. Çıldır havzası	19
2.5.2.4.4. Posof havzası	19
2.5.3. İklim özellikleri	20
2.5.3.1. Mikroklima	21
2.5.4. Araştırma yöresinin genel vejetasyonu	22
2.5.5. Ardahan ilinin genel tarımsal yapısı	24
2.6. Arıcılık ve Ardahan	25
2.6.1. Arı ırkları	26
2.6.1.1. Kafkas arısı	26
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER	28
3.1. Bal Örneklerinin Toplandığı Arılıkların Seçimi	28
3.2. Bal Örneklerinin İncelenmeye Hazır Hale Getirilmesi	29
3.3. Balın Mikroskopik Analizi	34
3.3.1. Balda polen analizi için preparat hazırlanması	34
3.3.1.1. Preparatların incelenmesi	34
3.3.2. Balda toplam polen sayısı (TPS) analizi için preparat hazırlanması	35
3.3.2.1. Preparatların incelenmesi	36
3.3.3. Referans preparatların hazırlanması	36
3.3.3.1. Wodehouse yöntemi	37
3.3.4. Balda nişasta analizi için preparatların hazırlanması	37

3.3.4.1. Nişasta analizi için iyot çözeltisi hazırlanması.....	37
3.3.4.2. Preparatların incelenmesi	38
3.3.5. Balda bulunmaması gereken mikroskopik partikül analizi için preparat hazırlanması.....	38
3.3.5.1. Preparatların incelenmesi	38
3.4. Balın Kimyasal Analizi	38
3.4.1. Balda kül miktarı ve elektriksel iletkenlik tayini.....	38
3.4.1.1. Sonuçların hesaplanması	39
3.4.1.1.1. Kül miktarı.....	39
3.4.1.1.2. Elektriksel iletkenlik.....	39
3.4.2. Balda refraktometre ile nem tayini	39
3.4.3. Bal örneklerinde yüksek performanslı sıvı kromatografi (HPLC) cihazı ile şeker analizi	40
3.4.3.1. Standart çözeltilerin hazırlanması	40
3.4.3.2. Deney numunesinin hazırlanması ve enjekte edilmesi.....	40
3.4.3.3. Nitel ve nicel tespit.....	40
3.5. Ortalama ve standart hata hesaplamaları	41
4. SONUÇLAR.....	42
4.1. Mikroskopik Analiz Sonuçları.....	42
4.1.1. Bal örneklerinde polen analizi	42
4.1.1.1. Çıldır ilçesine ait polen analiz sonuçları	42
4.1.1.2. Damal ilçesine ait polen analiz sonuçları	44
4.1.1.3. Göle ilçesine ait polen analiz sonuçları	45
4.1.1.4. Hanak ilçesine ait polen analiz sonuçları	46
4.1.1.5. Merkez ilçesine ait polen analiz sonuçları.....	48
4.1.1.6. Posof ilçesine ait polen analiz sonuçları.....	51
4.1.2. Bal örneklerinin toplam polen sayısı (TPS) analizi.....	52
4.1.3. Balda nişasta analizi	56
4.1.4. Balda bulunmaması gereken mikroskopik partikül analizi	60
4.2. Balda kimyasal analiz.....	63

4.2.1. Balda kül ve elektriksel iletkenlik miktarı tayini	64
4.2.2. Balda nem miktarı analizi.....	69
4.2.3. Bal örneklerinde HPLC cihazı ile şeker analiz sonuçları	72
5. TARTIŞMA.....	74
KAYNAKLAR.....	105
ÖZGEÇMİŞ.....	113

ÇİZELGELER

Çizelge 3.1.	Ardahan ilinde çalışmaların yapıldığı aralıkların ilçelere göre dağılımı.....	28
Çizelge 3.2.	Bal örneklerinin ilçelere göre dağılımı, kod numaraları, mevkileri ve laboratuara geliş tarihleri.....	30
Çizelge 4.1.	Çıldır ilçesine ait bal örneklerinin mikroskopik analiz sonuçları	43
Çizelge 4.2.	Damal ilçesine ait bal örneklerinin mikroskopik analiz sonuçları	44
Çizelge 4.3.	Göle ilçesine ait bal örneklerinin mikroskopik analiz sonuçları	45
Çizelge 4.4.	Hanak ilçesine ait bal örneklerinin mikroskopik analiz sonuçları	47
Çizelge 4.5.	Merkez ilçesine ait bal örneklerinin mikroskopik analiz sonuçları.....	49
Çizelge 4.6.	Posof ilçesine ait bal örneklerinin mikroskopik analiz sonuçları.....	51
Çizelge 4.7.	Bal örneklerinin TPS-10'unun ballara göre dağılımı.....	53
Çizelge 4.8.	Bal örneklerinin, yüzde nişasta miktarı, polen kaynaklı ya da taşıyıcı amaçlı nişasta tanesi içerip içermediği.....	56
Çizelge 4.9.	Balların örnek no'su, mikroskopik partikül içerip içermediği ve saptanan partiküllerin çeşidi.....	60
Çizelge 4.10.	Bu çalışmada kullanılan kalite kriterleri için Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, EU ve Alimentarius Kodeksi'nde istenen analitik değerler.....	63
Çizelge 4.11.	Bal örneklerinin yüzde kül miktarı ve elektriksel iletkenliği ($\mu\text{S}/\text{cm}$).....	64
Çizelge 4.12.	Bal örneklerinin yüzde nem miktarı.....	69
Çizelge 4.13.	Bal örneklerinin şeker analiz sonuçları	72
Çizelge 5.1.	Ardahan sınırları içinde bulunan nektarlı bitkiler	74
Çizelge 5.2.	Çıldır ilçesine ait örneklerde polenleri teşhis edilen taksonların familyalara göre yüzde dağılımı.....	77
Çizelge 5.3.	Damal ilçesine ait örneklerde polenleri teşhis edilen taksonların familyalara göre yüzde dağılımı.....	79
Çizelge 5.4.	Göle ilçesine ait örneklerde polenleri teşhis edilen taksonların familyalara göre yüzde dağılımı.....	81
Çizelge 5.5.	Hanak ilçesine ait örneklerde polenleri teşhis edilen taksonların familyalara göre yüzde dağılımı.....	84

Çizelge 5.6.	Merkez ilçesine ait örneklerde polenleri teşhis edilen taksonların familyalara göre dağılımı	87
Çizelge 5.7.	Posof ilçeye ait örneklerde polenleri teşhis edilen taksonların familyalara göre yüzde dağılımı.....	91
Çizelge 5.8.	10 g baldaki Toplam Polen Sayısı'na göre balların gruplandırılması.....	95
Çizelge 5.9.	76 adet bal örneğinin gruplandırılması ve içeriği.....	96
Toplam	; 24 çizelge	

ŞEKİLLER

Şekil 2.1.	Ardahan il haritası	15
Şekil 2.2.	Ardahan il merkezinden görünüm	16
Şekil 2.3.	Posof Ilgar Dağı (2918 m)	17
Şekil 2.4.	Kura nehri vadisinden görünüm	17
Şekil 2.5.	Ardahan havzasından görüntü	19
Şekil 2.6.	Ardahan ili 52 yıllık sıcaklık ortalamaları (1960 - 2012).....	20
Şekil 2.7.	Ardahan iline ait iklim diyagramı.....	21
Şekil 2.8.	Ardahan ilinde uzun boylu çayırardan görünüş	22
Şekil 2.9.	Ardahan, İngiltere ve Hollanda'ya ait tür sayısının yüz ölçümüyle beraber kıyaslanması	24
Şekil 3.1.	Balların ilçelere göre dağılımını gösteren Ardahan haritası.....	29
Şekil 3.2.	Örneklerin toplandığı aralıkların bazıları.....	32
Şekil 3.3.	Bal örneklerin toplandığı kovanlardan bazıları	33
Şekil 3.4.	Refraktometre	39
Şekil 4.1.	Bal örneklerinin TPS-10'unun ballara göre dağılımı (C1-H12).....	54
Şekil 4.2.	Bal örneklerinin TPS-10'unun ballara göre dağılımı (H13-P9).....	55
Şekil 4.3.	Yüzde nisasta miktarının ballara göre dağılımı.....	58
Şekil 4.4.	Nişasta içeren ve içermeyen polen taneleri, dışarıdan katkılı nişasta tanelerinin mikroskopik görünümü	59
Şekil 4.5.	Balda bulunan mikroskopik partiküller	62
Şekil 4.5.	Balda bulunan mikroskopik partiküller (devam ediyor)	63
Şekil 4.6.	Bal örneklerinin elektriksel iletkenliği ($\mu\text{S}/\text{cm}$) miktarları	66
Şekil 4.7.	Bal örneklerinin elektriksel iletkenlik miktarlarının EU ve Alimentarius Kodeksi'ne uygunluğu.....	67
Şekil 4.8.	Bal örneklerinin yüzde kül miktarları.....	68
Şekil 4.9.	Bal örneklerinin yüzde nem miktarları.....	70
Şekil 4.10.	Bal örneklerinin yüzde nem miktarının Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, EU ve Alimentarius Kodeksine Uygunluğu	71
Şekil 5.1.	Çıldır ilçesine ait örneklerde polenleri teşhis edilen taksonların familyalara göre yüzde dağılımı	78

Şekil 5.2	Damal ilçesine ait örneklerde polenleri teşhis edilen taksonların familyalara göre yüzde dağılımı	80
Şekil 5.3.	Göle ilçesine ait örneklerde polenleri teşhis edilen taksonların familyalara göre yüzde dağılımı	82
Şekil 5.4.	Hanak ilçesine ait örneklerde polenleri teşhis edilen taksonların familyalara göre yüzde dağılımı	85
Şekil 5.5	Merkeze ait örneklerde (M 1-M13) polenleri teşhis edilen taksonların familyalara göre yüzde dağılımı	859
Şekil 5.6	Merkeze ait örneklerde (M14-M25) teşhis edilen taksonların familyalara göre yüzde dağılımı	90
Şekil 5.7.	Posof ilçesine ait örneklerde teşhis edilen taksonların familyalara göre yüzde dağılımı	902
Şekil 5.8.	Analizlerde rastlanan bazı polenlerden örnekler	94
Şekil 5.9.	Bal örneklerinin TPS-10 miktarına göre gruplandırılması	98
Toplam	: 33 Şekil	

1. GİRİŞ

Bal dünyanın birçok ülkesinde üretilen, insanoğlunun en eski ve en değerli gıda maddelerinden biridir. Türkiye sahip olduğu bitki çeşitliliği, arı ırkları ve iklimin arıcılık için oldukça uygun olmasından dolayı bal üretimi için elverdiği ülkelere biridir [1].

Arının kullandığı bitkisel kaynakların çok çeşitli olmasından ve farklı iklim şartlarında elde edilmesinden dolayı üretilen hiçbir bal diğeri ile tam olarak benzer değildir ve özellikle tat ve aroma açısından büyük farklılıklar göstermektedir [2]. Piyasada tek çeşit çiçekten veya karışık çiçeklerden elde edilmiş pek çok farklı türde bal bulunmaktadır. Tek çiçekten elde edilmiş ballar monofloral ballar olarak isimlendirilirken, birden çok bitki kaynağına sahip ballar polifloral olarak isimlendirilir [3]. Monofloral ballar daha değerli kabul edilmektedir ve bu nedenle ticari anlamda önemli olup, genellikle polifloral ballardan daha yüksek fiyatlara satılmaktadırlar [4-5].

Bitki kaynağına, üretim ve pazarlama metotlarına göre değişik görünüşte olan balların kaliteleri arasında da farklılıklar mevcuttur. Bal kalitesinin belirlenmesinde yalnızca tek parametre yeterli değildir. Bu nedenle balın melitopalinolojik, kimyasal ve fiziksel analizlerinin birlikte yapılması önemlidir [6]. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne göre ballar bitki ve coğrafi orijinine göre etiketlenerek satışa sunulmaktadır [7]. Balın bitki kaynağının teşhisinde ve coğrafi işaretinde o bölgenin balında polen analizinin mutlaka yapılmış olması gerekmektedir.

Ardahan ilinde mevcut iş gücü istihdamı büyük oranda tarımsal faaliyetlere dayanmaktadır. Ayrıca bölgenin coğrafi ve topografik yapısı, iklim özellikleri, arazi çeşitliliği ve Posof gibi mikroklima iklim özelliği taşıyan alanların varlığı bölgeye ballı bitkilerin sayısı bakımından zenginlik sağlamıştır. Bölgede 25'i endemik olmak üzere bilinen 1150 bitki türü bulunmaktadır [8]. Bölgenin sahip olduğu bu potansiyel arıcılık için oldukça avantajlıdır. Bu durum aynı zamanda Ardahan balını yöreye özgü ekonomik değer haline getirmektedir. Bu çalışmanın amacı küçük yüz ölçümüne sahip olmasına ve yılın büyük bir kısmını karlar altında geçirmesine rağmen oldukça zengin bitki çeşitliliğine sahip olan Ardahan ilinde üretilmekte olan balların bitki kökenini ve kalitesini tespit etmektir. Ayrıca arıcılıkla geçimini sağlayan yöre halkı için katkı sağlamak bu çalışmanın bir diğer amacıdır.

2. TEMEL BİLGİLER

2.1. Tarihçe

Bal dünyanın hemen her ülkesinde üretilen, insanoğlunun en eski ve en değerli gıda maddelerinden biridir [2, 9]. Arıların insanlığın varoluşundan çok daha önce bal ürettikleri bilinmektedir. Arıcılığın tarihçesi ise insanların mağara hayatı yaşadığı on binlerce yıl öncesine kadar gitmektedir. Mağara resimleri, çok eski tarihlere ait arı fosilleri ve benzeri tarihi buluntular bu görüşü doğrulamaktadır [10-12]. Taş Çağı'nın sonlarına tarihlenen ve İspanya'da bulunan Altamira ve Arana Mağarası ile Türkiye'de Çatalhöyük'te insanoğlunun arı ve balla olan ilişkisinin yansımaları görülmektedir [11, 13]. Petroglifler sayesinde, mağara duvarlarındaki olağanüstü çizim kayıtları Avrupa, Asya, Afrika ve Avustralya'da görülebilmektedir [14].

Antik çağda insanlar doğal olarak ağaç kovukları ve kaya oyuklarına yuvalanan arı oğullarını öldürerek ballarından yararlanmışlardır. Gerçek arıcılık, insanların ağaç kovukları içinde yuvalanan arıları öldürmeden bir miktar bal almaları ve bir miktar balı da arılara bırakmaları ile başlamıştır [15].

Arıcılık Ortaçağ'da daha da gelişmeye başlamıştır. Arılardan daha çok yararlanabilmek için arıların yaşamları hakkında bilgi edinilmiş ve gereksinimleri saptanmaya başlanmıştır. Fakat ilk kovanların geliştirilip bugünkü halini alması uzun bir süreç sonunda gerçekleşmiştir. Bu dönemde insanların kullandığı tek tatlandırıcı bal olduğundan, arıcılığı geliştirmek ve arıları korumak için önlemler alınmış, düzenlemeler yapılmış ve yasalar konulmuştur. Boğazköy'de bulunan ve MÖ 1300 yıllarına ait olduğu düşünülen yazıtlardaki 202 maddelik Hitit yasalarında arılara ve arıcılığa ilişkin önemli hükümlere rastlanmaktadır [15].

Balın gıda, içecek, ilaç, koruyucu madde olarak ve dinsel törenlerde kullanımı ilk insanlara dayanmakta olup medeniyetler yok olsa da arıcılık ile ilgili bu gelişim devam etmiştir. Yazıtlar, resimler ve tarihi kayıtlar arı yetiştiriciliğinin eski Mısır'da başladığını, Mezopotamya, Anadolu ve Avrupa'nın da gelişiminde önemli yer tuttuğunu göstermektedir [10-12].

Günümüzden yaklaşık beş bin yıl önce başlayan arıcılık, bulunduğumuz yüzyılda bilim ve teknoloji yardımıyla gelişimini sürdürmeye devam etmektedir [16].

2.2. Bal

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne göre bal; bitki nektarlarının, bitkilerin canlı kısımlarının salgılarının veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarının, bal arısı tarafından toplandıktan sonra kendine özgü salgılarla birleştirerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı doğal ürün olarak tanımlanmaktadır [7]. Arılar tarafından, nektar olarak bilinen doğal şeker solüsyonlarından hazırlanan bal, kolay bozulan ince tatlı bir sıvıdan, dayanıklı, yoğun ve yüksek enerji içeren bir gıda maddesine dönüştürülmektedir [17]. Balın kaynağını daima bitkiler oluşturmakta ve hammaddesine nektar denmektedir [18]. Bal içeriği oldukça değişkendir ve toplanan nektarın bitki kaynağına, toplandığı mevsime ve coğrafik bölgeye toprağın verimliliğine, yağış ve diğer birçok iklimsel faktöre göre değişiklik göstermektedir [4, 19-21]. Balın kaynağındaki bu değişiklikler balın kokusunu, tadını ve rengini etkilemektedir [22]. Balın bileşimini etkileyen en önemli etken nektarların toplandığı bitki türüdür [23]. Arıların yararlandığı bitki kaynağına göre bal, salgı balı ve çiçek balı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır [24] .

2.2.1. Çiçek balı

Çiçek balı, bal arısının bitkilerin çiçeklerinde bulunan nektaryumlardan (nektar bezleri) topladığı nektarın, vücutlarındaki bezlerden salgılanan maddelerle karıştırarak zenginleştirmesi ve peteklerde olgunlaştırması sonucu elde edilir [23].

Nektar (bal özü) şeker içeren bir sıvı olup böceklerle ya da kuşlarla tozlaşan bitkilerde bulunur. Balın ham maddesi olarak bilinen nektar çeşitli oranlarda çözünmüş şeker içerir ve içerdiği şeker konsantrasyonunun fazla olması arılar tarafından tercih sebebidir. Lamiaceae, Fabaceae, Boraginaceae ve Rosaceae familya üyelerinin nektar konsantrasyonu %15-55 arasında değişmekte olup Dünya'da ve Türkiye'de arılar en çok bu familyaların üyelerinden nektar toplamaktadırlar [25].

Nektar bitkinin, çiçek tablasında, ovaryumunda, taç ve çanak yapraklarında bulunan nektaryumlardan salgılanıyorsa floral nektar, bitkinin yaprak, yaprak sapı ya da gövdesinde bulunan nektaryumlardan salgılanıyorsa ekstrafloral nektar olarak adlandırılır [18].

2.2.2. Salgı balı

Bal arılarının bitkiler üzerinde yaşayan bazı afidlerin (*Marchalina hellenica*) salgılarını topladıktan sonra, kendine özgü salgılarla karıştırarak değişikliğe uğratıp petek gözlerine depoladıkları maddedir [26-27]. Ülkemizde üretilen salgı balları içinde en çok bilinen ve ticari önemi olan bal çam balıdır [21]. Çam balının kaynağını balçığı (balözü) oluşturmaktadır. Balçığı, floem özsuğu ile beslenen böceklerin yoğun şeker içeriğine sahip rektal salgılarıdır [18]. Türkiye’de üretilen çam balının kaynağı *Pinus brutia* Ten. olup, bitki üzerinde yaşayan *Marchalina hellenica* (syn. *Monophlebus hellenicus*) (Coccidea: Homoptera) tarafından üretilmektedir. *Pinus brutia* üzerinde yaşayan bu böceğin yayılış alanı dünyada sadece Türkiye ve Yunanistan olduğu için çam balı bugün dünyada sadece ülkemiz ve sınırlı miktarda Yunanistan’da üretilmektedir [21, 28].

2.3. Balın Kalitesinin Tespitinde Yapılması Gereken Analizler

Arının kullandığı bitkisel kaynakların çok çeşitli olmasından ve farklı iklim şartlarında elde edilmesinden dolayı üretilen hiçbir bal diğeriyle tam olarak aynı değildir ve özellikle tat ve aroma açısından büyük farklılıklar göstermektedir [2]. Çok farklı kaynaklardan gelen nektar veya bitki özsuğalarının farklı oranlarda olmasından dolayı her bal ayrı tat ve aromaya sahiptir [4]. Bal üretimi sırasında arıdan kaynaklanabilecek erken hasat, arının gereğinden fazla şeker şurubu ile beslenmesi, hijyen kurallarına uygun davranılması gibi faktörler yanında, ortamın bitki çeşitliliği ile iklim koşulları da balın kalitesine olumlu ya da olumsuz şekilde etki etmektedir. Bu faktörler içinde bitki çeşidi en önemli olanıdır [29-30]. Balın akışkanlığı, kimyasal bileşimi, şekerleri, nemi, enzimleri, asitleri, vitaminleri yörenin bitki çeşitliliğine bağlı olarak değişiklik göstermektedir [30].

Besleyici değeri yüksek bir gıda maddesi olan bal çeşitli hastalıklara karşı da destekleyici tedavide kullanılmaktadır. Bu nedenle üretilen balların kalite standartlarına uygun olması ve ilaç kalıntısı içermemesi gerekmektedir [26]. Gıda güvenliği açısından balların standartlara uygun olması ayrıca önemlidir. Son yıllarda, kaliteli gıda ürünlerine duyulan gereksinim artmış olup sadece bal değil tüm gıda ürünleri pazara çıkmadan önce çok sayıda sertifika ve kalite kriterlerini karşılamak zorundadır [31-32]. Balın karakteristik özelliklerinin tanımlanması ile balların belli bitki ve coğrafi orijinlere göre sınıflandırılarak tüketiciye kendine has özellikleri olan özel ürünler şeklinde sunulması mümkündür [33].

Duyusal ve fizikokimyasal özellikleri bal kalitesini ve kabul edilebilirliğini belirlemek için çok önemli parametrelerdir. Elektriksel iletkenlik balın botanik kökeni için iyi bir kriter olarak tanımlanabilir. Bunun yanında balın botanik orijininin belirlenmesi için balda polen analizinin yapılması ayrıca önem taşımaktadır [34]. Ancak karmaşık ve kendine has özelliklere sahip olan balın kriterlerinin belirlenmesinde balın melitopalinolojik, fiziksel, kimyasal ve organoleptik analizlerinin mutlaka birlikte yapılması gerekmektedir [31]. Bitki kaynağına, üretim ve pazarlama metotlarına göre değişik şekil ve görünüşte olan balların kaliteleri arasında da farklar mevcuttur. Bal kalitesinin belirlenmesi yalnızca bir parametre ile değil birçok parametrenin incelenmesi ile mümkün olabilmektedir. Bu kapsamda balın özelliklerini tam olarak anlayabilmemiz için bahsedilen kriterlerin bir arada değerlendirilmesi önemlidir [35].

2.3.1. Melitopalinolojik analizler

Balın floral orijin tespiti genellikle melitopalinolojik analizlerle yapılmaktadır [3, 36-38]. Bu metot polenlerin mikroskop kullanılarak teşhis edilmesine dayanmaktadır [31]. Ballarda yapılan melitopalinolojik analiz sonucu, üstün özelliklere sahip balların hangi bitkilerden üretildiği, acılık, koku ve lezzetin, açık ve koyu rengin, çabuk kristalleşme özelliklerini sağlayan bitkilerin hangileri olduğu polen teşhisi ile tespit edilebilmektedir [39]. Ayrıca, balın arılara bol miktarda şeker yedirilmesiyle oluşturulan, kalitesi düşük, arılara şeker yedirilerek üretilen bal olup olmadığı yine polen analizleriyle tespit edilmektedir [1]. Bu analizlerle bal üretiminde hile yapıp yapılmadığının tespit edilmesi mümkündür.

Balın botanik kökeni tüketiciler için ana kalite parametrelerinden biri olup, balın bitkisel kökenine karar vermek genellikle duysal analiz ile oldukça zor olup balın içerdiği polenlerin mikroskopik analizle teşhisi ve sayımı ile değerlendirilmesi uygundur [32, 40].

Polen analizi sayesinde bitki kaynakları tespit edilebilir ve farklı dönemlerde arılar için nektar ve polen sağlayan bitkiler belirlenmiş olur. Bu durum, aynı zamanda hoş koku, aroma, tat ve geç kristalleşmeyi sağlayan bitkiler kadar kötü kokuya, acılığa ve hızlı kristalleşmeye sebep olan bitkilerin de teşhis edilmesini sağlar [41].

Balda polen analizi ilk defa 1845 yılında Pfister tarafından yapılmıştır [42]. Türkiye ballarında ise Abdul Muheiman Qustiani 1976 yılında marketlerden topladığı ballarda polen analizi yaparak doktora tezini tamamlamıştır [41]. Ancak kontrollü arılıklardan ve

coğrafi orijine dikkat edilerek toplanan bal örneklerinde yapılan polen analizi ilk defa 1979-1981 yılları arasında Sorkun ve İnceoğlu tarafından yapılmıştır [43]. Son zamanlarda tüm dünyada pek çok ülkede melitopalnolojik çalışmalar giderek daha da önem kazanmaktadır. Çeşitli ülkelerde nektar içeren çiçekli bitkilerin teşhisinde bal örneklerinden yapılan polen analizinden yararlanılmaktadır [41]. Bu çalışmalar ülkemiz de dahil olmak üzere birçok ülkede son 20 yılı aşkın bir süredir daha detaylı bir şekilde sürdürülmektedir [35, 44-47].

2.3.2. Fiziksel ve kimyasal analizler

Balın fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki farklılıklar bitki kaynağına, içeriğini oluşturan nektarına, polenin rengine, tadına, nemine, protein ve şeker içeriğine dayanmaktadır [48]. Renk, saydamlık, yoğunluk, koku, tat ve kristalleşme hızı gibi balın fiziksel özelliklerinin belirlenmesinde nektar etkilidir. Balın kalitesi kimyasal içeriğinin, fiziksel özelliklerinin ve polen içeriğinin belirlenmesi ile tanımlanır [41].

Duyusal ve fizikokimyasal özellikler balın kalitesini belirlemek için oldukça önemli parametrelerdir. Bu nedenle ürün kalitesinin belirlenmesine yönelik olan bu özellikleri araştırmak adına birçok çalışma yapılmıştır [49-53].

2.3.2.1. Balın fiziksel içeriği

2.3.2.1.1. Balın tadı ve aroması

Her bal, üretildiği coğrafi bölgede yer alan bitki örtüsü çeşitliliği, iklim koşulları, işleme ve depolama yöntemleri nedeniyle, bileşenleri ve özellikleri bakımından benzersiz bir kombinasyona sahiptir [34]. Balın aroma ve tadı uçucu bileşikler ile ilgili olup, bu özellikler mevsim şartlarına ve balın coğrafi kökenine göre değişiklik gösterebilmektedir [53-56]. Balın aromasına katkı yapan diğer bileşenler organik asitlerdir. pH 3.2 - 4.5 arasında değişiklik göstermekle beraber tüm ballar biraz asidiktir [57]. Bu asidik bileşenlerden en önemlisi glukonik asit olup glikoz oksidaz aktivitesi sonucu oluşmaktadır [58].

Baldaki aromanın en önemli kısmını esterler, aldehitler, ketonlar, alkoller ve uçucu asitler oluşturmaktadır. Bu bileşikler içerisinde en önemli yeri alkoller tutmaktadır. Aroma maddeleri bala daha çok hammadde olan nektardan gelmektedir. Nektar hangi bitkilerden

toplanmış ise o bitkinin aroması, elde edilen balda baskın olmaktadır [59-60]. Aroma maddeleri gıdalarda tüketici beğenisi ve tercihinin belirlenmesinde önemli bir yere sahip olup çeşitli maddelerden oluşan aroma gıdaların duyuşal özelliklerini belirleyen önemli bir kalite kriteridir.

2.3.2.1.2. Balın rengi

Balın bileşimi hakkında bilgi veren en önemli özelliği rengidir. Balların sınıflandırılmasında renk belirlemek oldukça önemlidir [61]. Balın rengi açık sarıdan koyu esmere kadar değışiklik göstermektedir. Bunun yanında koyu renkli balların açık renkli ballardan daha fazla mineral madde içeriğine sahip olduğu bilinmektedir [62-63].

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğı'ne göre balların rengi su beyazından koyu amber renge kadar değışebilmektedir [7]. Balın kaynağı olan nektarın ve polenin renkleri, baldaki şeker reaksiyonları ve balın alındığı peteğin eski ya da yeni olması bal rengini etkileyen faktörlerden bazılarıdır [24, 49].

Balın renginin belirlenmesinde gözle görülebilen aralıktaki ışığı absorbe edebilen polifenoller, flavonoidler, terpenler ve karotenoidler gibi bileşiklerde etkili olmaktadır [64].

2.3.2.1.3. Balın vizkositesi

Viskozite diğerk fizikokimyasal ve duyuşal özellikler ile ilişkili olan ve balın kalitesini etkileyen önemli fiziksel özelliklerden biridir [65-66]. Balın viskozitesi, nem miktarı, sıcaklık, botanik orijin ve balın yapısındaki kristallerin varlığından etkilenmektedir [66]. Ayrıca bileşimindeki şeker kompozisyonu ve miktarı ile yapısındaki kolloidal özellikteki diğerk bazı maddeler de balın viskozitesi üzerinde etkilidir. Balın viskozitesi su içeriğiyle beraber azalmaktadır [24]. Sıcaklığın yükselmesiyle birlikte moleküller arası sürtünmenin, dolayısıyla hidrodinamik kuvvetlerin azalması sebebiyle bal viskozitesi azalmaktadır [65, 67]. Sıcaklığın artması, başlangıçta viskozitede çok hızlı bir düşüşe sebep olurken, 30 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda viskozite düşüşü yavaşlamakta ve 45-60 °C arasındaki sıcaklıklarda viskozitede önemli bir değışim meydana gelmemektedir [67].

2.3.2.1.4. Balın kristalizasyonu

Kristalleşme eğilimi ve miktarı balın şeker yapısı, nem içeriği ve sıcaklıkla ilgilidir. Bazı ballar hiçbir zaman kristalize olmazken bazıları petekten süzildükten birkaç gün sonra kristalleşmektedir [17, 58]. Kristalleşmenin başlıca sebepleri; balın oluşmasında yararlanılan çiçeklerin türü, kovandan alımın geç veya erken olması, eski peteklerin kullanılması, balın içerdiği hava kabarcıkları, polen ve diğer partiküllerin miktarı, balın depolandığı yerin nem ve sıcaklığı ile ambalaj kaplarının çeşididir [68].

Glikoz/su, fruktoz/glikoz ve glikoz-su/fruktoz oranlarının kristalleşmeye olan etkileri dikkate alındığında glikoz/su oranı 2.1'den küçük, fruktoz/glikoz oranı 1.25 ten küçük, glikoz-su/fruktoz oranı ise 0.42 den büyük olan balların çabuk kristallendiği bilinmektedir [68-69]. Fruktoz/glikoz 1.0-1.2 arasındayken kristalizasyon çabuk olurken, bu oran 1.3 veya daha fazlaysa kristalizasyon gecikmektedir [69].

Balın kristalleşmesi monohidrat glikoz kristallerinin oluşmasından kaynaklanmaktadır. Balın düşük su miktarı ve yüksek glikoz oranı kristalleşmeyi hızlandırmaktadır. Balın kristalleşmesi için sıcaklık önemli olup 25 °C üstünde ve 5 °C altındaki sıcaklıklarda kristalleşme olmamaktadır Kristalleşme için optimum sıcaklık 14 °C'dir. Kristalize olmuş balın rengi glikoz kristallerinin beyaz olması nedeniyle daha açık olmaktadır [68].

2.3.2.1.5. Balın fermantasyonu

Balın bozulması fermantasyonla gerçekleşmektedir. Fermantasyon balda bulunan mayaların yine balda bulunan şekerleri enerji kaynağı olarak kullanarak çoğalmaları sonucu meydana gelmektedir Mayalar çiçeklerin nektaryumlarında bulunmakta ve bala nektar ile geçmektedir. Mayaların çoğu nektarın bala dönüştürülmesi esnasında ölmekte fakat hayatta kalan birkaç maya şartlar uygun olduğunda gelişerek balı fermente etmektedir. Balın fermente olma oranı içerdiği maya sayısı ile ilişkilidir. Düşük nem içerikli ballarda şeker konsantrasyonu yüksek olduğundan mayalar bu ortamda gelişmemektedir [70]. Balın su içeriği %20'den düşük olmalıdır. Ancak bu oran % 20'den büyük olursa, balda osmofilik mayalar ve mantarlar gelişebilmekte, bal kolayca fermente olabilmektedir [71-72].

Bal fermantasyonu, fruktoz ve glikoz üzerindeki ozmofilik flora aktivitesinden kaynaklanmaktadır. Bu etki sonucunda köpük oluşumu ile birlikte karbondioksit gazı ve etanol oluşmaktadır [72]. Bununla birlikte ozmofil mayalar fruktoz ve glikozdan uçucu ve

uçuucu olmayan asitler meydana getirip, oksijen ile birlikte asetik asit oluşturabilmektedir. Balda yüksek miktarda maya, gliserol, butanediol ve etanol bulunması ile birlikte kendini gösteren bu olay fermentasyon olarak adlandırılır [73].

2.3.2.1.6. Balın elektriksel iletkenliği

Balların kökeninin belirlenmesinde yararlanılan kriterlerden biri de elektriksel iletkenliktir [34, 74]. Bu değer bazı kaynaklara göre organik asit, protein, şeker ve mineral miktarına bağlıdır [74]. Elektriksel iletkenlik ve kül içeriği, farklı bal çeşitlerini ayırmak için kullanılmaktadır. Elektriksel iletkenlik balın botanik orijinini belirlemede iyi bir kriter olarak görülmekte olup, rutin analizlerde sıklıkla kullanılmaktadır [34, 40, 75]. Ayrıca Ouchemoukh ve arkadaşlarına [76] göre elektriksel iletkenlik, kül gibi fizikokimyasal karakteristikler ve polen analizi balın botanik ve coğrafik orijinini belirlemede yaygın olarak kullanılmaktadır [49].

Fiziksel özelliklerden elektriksel iletkenlik, balın mineral madde içeriğine göre değişmekte ve salgı balları ile çiçek ballarının ayırımında kullanılmaktadır [27, 49]. Genellikle salgı ballarının elektriksel iletkenliğinin çiçek ballarından daha fazla olduğu bildirilmektedir [74].

Elektriksel iletkenlik balın bitkisel kökenine bağlı olarak değişiklik gösterir ve elektriksel iletkenlik balın içerdiği minerallere, organik asitlere, proteinlere ve bazı karmaşık şekerlere bağlı olarak değişebilir [77].

Elektriksel iletkenlik çiçek ballarında daha küçük değerlerde ortaya çıkarken, bu değer salgı ballarında daha yüksektir. Ihlamur, Funda, Kocayemiş, Pamuk, Lavanta ve Okaliptüs balları bu açıdan farklılık gösterebilmektedir [78-79].

Çiçek ballarının 0.8 mS cm^{-1} altında elektriksel iletkenlik değerine sahip olması gerekirken, salgı ballarında bu değer 0.8 mS cm^{-1} in üstünde olmalıdır [51].

2.3.2.2. Balın kimyasal içeriği

Bal, ana bileşenleri aynı olmakla birlikte tespit edilen ve bazılarının benzersiz olduğu bilinen 181 farklı madde içermektedir [2].

Perez et al. [80], göre balın kimyasal bileşimi öncelikle arının yararlandığı bitkilere bağlıdır. Bitkilerin özellikleri ise bulunduğu yöreye ve ekolojik faktörlere göre değişmekte ve bu değişkenlik nektara ve salgıya da yansımaktadır. Bu nedenle balın kimyasal bileşiminin değerlendirilmesinde bu iki faktörün mutlaka dikkate alınması gerekmektedir.

Balın fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik stabilitesi öncelikle nem içeriğine bağlıdır. Balın su oranı çoğunlukla %16.0-18.5 aralığındadır [74].

Balın temel mineral bileşeni potasyumdur ve onu magnezyum, kalsiyum ve sodyum izlemektedir [74]. Rodriguez-Ottero ve arkadaşları [81] da İspanya balının mineral içeriğini araştırdıkları çalışmada, kalsiyum ve fosfor yüksek konsantrasyonlarda bulunurken, potasyum en yüksek düzeyde belirlenen element olmuştur.

Balın mineral içeriği açık renkli ballarda %0.04, koyu renkli ballarda %0.2 aralığında değişmekte olup, protein içeriği genellikle %0.5'ten düşüktür [82].

Bal insan vücudu tarafından ihtiyaç duyulan kalsiyum, fosfor, çinko, magnezyum, bakır ve demir gibi elementlerin birçoğunu değişik miktarda içermektedir [83]. Bal; şekerler, organik asitler, çeşitli aminoasitler ve biyolojik olarak aktif bileşenlerce zengin bir kaynaktır [51].

Balın içeriğini glikoz, fruktoz, sakkaroz, maltoz gibi ana bileşenler yanında flavanoidler, fenolikler, glikosidler ve proteinler gibi minör bileşenler olarak biyoaktif fitokimyasalları içermektedir [84]. Balın içeriğinde aynı zamanda, laktonlar, vitaminler (B1, B2, C ve B3), polen, balmumu ve pigmentler bulunmaktadır [48, 52]. Balın mineral içeriği ve baldaki iz elementler balın coğrafik orijininin göstergesi olabilir [52].

Balın bitki kaynağına bağlı olarak insan sağlığı üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır. Bu durum balın yüksek osmolaritesi ve antibakteriyel özellikleri ile ilişkilendirilmektedir [85].

Glikoz oksidazın glikoz üzerindeki aktivitesi ile glukonik asite çevrilmesi sonucu hidrojen peroksit oluşmaktadır ve hidrojen peroksit balın antibakteriyel aktivitesinin ana kaynağı olarak tanımlanmıştır [86]. Son zamanlarda baldaki H₂O₂ seviyesi ile balın antimikrobiyal aktivite derecesi arasında korelasyon kurulmuştur. Aynı zamanda hidrojen peroksitin tek başına antimikrobiyal etki için yeterli olmadığı da vurgulanmaktadır [57].

Balda ayrıca, demir, bakır, potasyum, kalsiyum, magnezyum, fosfor, silisyum, aliminyum, krom, nikel ve kobalt gibi değerli mineraller bulunmaktadır. Balın ayırıcı özelliklerini,

nektar ve bal arısından kaynaklanan birçok küçük bileşen belirlemektedir. Balın özel lezzetini ve biyolojik özelliklerini sağlayan bu bileşenlerin çoğu ısıya dayanıksızdır [73].

Baldaki protein ve amino asitler hem hayvansal hem de bitkisel kaynaklarla ilişkilendirilmektedir. Baldaki başlıca amino asit prolindir. Amino asitler %1 (w/w) oranında bulunmakla beraber, prolin toplam amino asitlerdeki %50-85 oranındaki payı ile önemli bir katkıda bulunmaktadır. Aminoasitlerin oranları balın orijinine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Çünkü polen, bal amino asitlerinin ana kaynağı olup, balın amino asit profili onun botanik orijinine özgü olabilmektedir [87].

Yüksek sakkaroz ve nem içeriği, düşük enzim aktivitesi ve prolin içeriği olgunlaşmamış balın göstergesi sayılmaktadır [88].

2.3.2.2.1. Balın karbohidrat içeriği

Bal içeriğindeki şeker ve diğer bileşenlerle son derece değişken ve kompleks bir karışımdır [19]. Baldaki şeker çeşitli enzimlerin nektardaki sukroz üzerine aktivitesi ile oluşmaktadır ve sonuç %70 oranında monosakkaritler (glikoz ve fruktoz) ve %10-15 disakkaritlerden oluşan kompleks bir karışımdır. En çok bulunanları maltoz, maltulose, izomaltoz, turanoz ve kojibiose olmak üzere balda 14 civarında disakkarit tespit edilmiştir [89]. Disakkaritlerin bileşimi büyük ölçüde bal bitki kaynağına bağlıdır [71].

Balın temel bileşimini karbohidratlar oluşturmaktadır. Karbohidratların %70-80'i glikoz ve fruktoz monosakkaritlerinden oluşmaktadır [9]. Bal, fruktoz ve glikoz gibi monosakkaritler, maltoz ve sakkaroz gibi disakkaritler ve melezitoz gibi trisakkaritleri içermektedir [34]. Baldaki glikozun, fruktoza oranı nektar kaynağına bağlıdır. Ortalama fruktoz, glikoz oranı ise 1.2:1'dir [70]. Bal kuru ağırlığının yaklaşık %1'i oranında sakkaroz içermektedir. Ancak arıcılar baharda şeker ile aşırı besleme yapmışlar ise bu oran artabilmektedir [19].

2.3.2.2.2. Balın nem içeriği

Balın su içeriği, balın depolanmasını ve kalitesini etkileyen önemli faktörlerden biridir [34]. Balın nem içeriği iklim koşulları ile ilişkili bir parametre olup, üretim yılı veya üretim

mevsimi ve olgunluk derecesine göre değişmektedir [48]. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, Kodeks Alimentarius Komisyonu bal standartlarına göre baldaki su oranı %20'den az olmalıdır [7, 90].

Balın fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik stabilitesi öncelikle nem içeriğine bağlıdır. Balın su oranı çoğunlukla %16.0-18.5 aralığındadır [74]. Bal nem içeriği çevresel koşullara ve hasat döneminde arıcıların uyguladıkları işlemlere bağlıdır. Bu durum yıldan yıla değişiklik gösterebilir. Yüksek nem içeriği belirli bal türlerinde kristalleşmeyi hızlandırabilir ve su aktivitesini arttırarak bazı mayaların üremesine neden olabilmektedir [66].

2.3.2.2.3. Balın mineral içeriği

Balın mineral içeriği açık renkli ballarda %0.04 ile koyu renkli ballarda %0.2 arasında değişmektedir. Bu içerik özgün nektar barındıran bitkilerin bulunduğu toprak türüne bağlıdır [19].

Bal mineral içeriği kovanın bulunduğu alan içindeki mineralleri yansıtır. Toprak, kaya veya suda aşırı veya yetersiz belirli kimyasal elementler gibi diğer fitolojik, çevresel veya mevsimsel faktörlerde, bitkinin ve nektarın mineral kompozisyonunu etkiler [40]. Balın mineral içeriği topraktaki ve çevredeki minerallerin bitki tarafından emilimine bağlıdır [91]. Arılar tarafından üretilen bal %0.17 oranında metal içeriğiyle insanlar tarafından ihtiyaç duyulan temel ve iz elementler için iyi bir kaynak olabilir. Cr, Co, Cu, Fe, Mn, Zn gibi metaller insanlar için gereklidir ve bunlar birçok biyokimyasal süreçte önemli rol oynamaktadır [92].

Bal besin değeri ve tıbbi özellikleriyle bilinmektedir ve bu özellikler, mineral bileşenler tarafından belirlenir. Balın ana mineral bileşenleri potasyum, fosfor, kalsiyum ve sodyum oksitlerdir. İnsan beslenmesinde önemli olan Pb, Cd, Zn, Fe, Mg, Mn, Al, Si, B, Sn, Ba, Ag, Mo, Cr ve benzeri gibi birçok mikro ve eser elementler balda bulunmaktadır [93].

Conti'nin İtalya'dan bal örnekleriyle yaptığı araştırma sonucu balda en fazla bulunan elementler K, Na, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn and Cu olarak bulunmuştur [94]. Zn, Mn, Mg ve Na konsantrasyonlarının ise bal botanik kökenine bağlı olduğu bildirilmiştir [81].

2.3.2.2.4. Balın protein içeriği

Balın protein içeriği %0.5'ten azdır. Enzimler, protein yapıdadır ve invertaz, diastaz, glikoz oksidaz ve katalaz buna örnek olarak verilebilir [19].

Arı kaynaklı bal proteininin kökeni çoğunlukla işçi arıların tükürük ve hipofaringel bezlerinden salgılanan α - ve β -glukozidaz (invertaz), α - ve (diastaz) β -amilaz ve glikoz oksidaz enzimleridir [95]. Bal toplam ağırlığının %0.3–1 (w/w) oranında 26 aminoasit içermektedir [96]. Bunların çoğu, bağlı formda bulunmaktadır. Çiçek balındaki en baskın aminoasit prolindir ve bunu glutamik asit, fenil alanin takip etmektedir [96]. Prolin miktarı, toplam amino asit içeriğini temsil etmek için kullanılabilir [19]. Von der Ohe et al. [97] şekerle beslenen kolonilerin ürettiği ballarla yaptığı çalışmada prolinin bal arılarından geldiğini kanıtlamıştır. Aminoasit profili balların coğrafik ve botanik orijinini belirlemek için kullanılabilir [87, 95].

2.3.2.2.5. Balın flavanoid içeriği

Flavonoidler bitki fenolik pigmentlerinin büyük bir kısmıdır. Birçok bitki sistemi geniş bir dizi flavonoid içerir ve her bitki farklı bir profile sahip olma eğilimindedir [19].

Balda bulunan flavonoidler; flavonol, flavon ve flavanon olmak üzere üç sınıfta kategorize edilmektedir. Balın flavanoid içeriği balın rengine, tadına önemli derecede katkı sağlamaktadır. Bunun yanında sağlık anlamında yararlı etkileri bulunmaktadır [85]. Balın fenolik kompozisyonu balın bitkisel kaynağı ile mevsimsel ve çevresel faktörler gibi dış faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir [57].

2.4. Balın İnsan Sağlığı Açısından Önemi

Bal temel olarak besin maddesi ve enerji kaynağı olarak kullanılmakta, bunun yanı sıra insan sağlığı bakımından da önem taşımakta ve çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır [98]. Hint tıp sistemi Ayurveda balı yaşam nektarı olarak tanımlamakta ve ishal, ülser gibi çeşitli rahatsızlıkların tedavisinde kullanımını tavsiye etmektedir. Bal, enfekte yaralar, yanıklar ve ülserde yaraların iyileşmesinin hızlandırılması için ek gıda olarak kullanılmaktadır [98-99].

Arıcılık faaliyetleri sonucu üretilen ürünlerin besin maddesi olarak tüketiminin yanında çok geniş kullanım alanları bulunmaktadır. Bu ürünlerden bal, kan dolaşımını

kolaylaştırmakta, uykusuzluk ve sinirlilik durumlarında sakinleştirici etki yapmakta, bakteriyel hastalıklara, yara ve yanıklara, sindirim sistemi hastalıklarına, üst solunum yolu enfeksiyonlarına karşı tedavi amacıyla kullanılmaktadır [98]. Antik çağlardan beri, bal yara enfeksiyonlarının tedavisi ve önlenmesi için önerilmektedir [100].

Balın antibakteriyel [1], antiparaziter [3] ve yara iyileştirici [6, 26] aktiviteler gösterdiği bir çok araştırmacı tarafından bildirilmiştir [84].

2.5. Araştırma Alanının Tanımlanması

2.5.1. Ardahan ilinin genel özellikleri

Anadolu'nun kuzeydoğusunda yer alan Ardahan İli, kuzeydoğusunda Gürcistan ve kısmen Ermenistan, güney ve güneydoğusunda Kars, güneybatısında Erzurum ve batıda Artvin illeri ile sınırlıdır [101]. Oltu'ya, Batum'a, Artvin'e, Ahıska'ya ve Kars'a açılan önemli geçitleri ve boğazları bulunmaktadır [102]. Şekil 2.1'de Ardahan il haritası gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Ardahan İl Haritası [103]

Ardahan ovası; kuzey kesiminde Yalnızçam Dağları, güneybatıda Allahuekber Dağlarının uzantıları, kuzeydoğusunda Keldağ, doğu tarafında Akbaba Dağı ve güneyinde Kısır Dağ ile çevrilidir. Ortasından Kura ırmağı geçen Ardahan, 1800 m. rakıma sahiptir [101].

İlin yüzölçümü 5.035,51 km² dir. Nüfusu, 2011 yılında yapılan sayıma göre 107.455'dir [104]. Ardahan ili Merkez, Göle, Hanak, Damal, Çıldır ve Posof olmak üzere altı ilçeye sahiptir. Ardahan il merkezinden görüntü Şekil 2.2'de verilmiştir.



Şekil 2.2. Ardahan il merkezinden görünüm [105]

2.5.2. Topografik özellikler

2.5.2.1. Dağlar

Ardahan ili genel olarak dağlık bir yayla görünümündedir. İl topraklarının görünümü çoğunlukla sıra dağlarla bölünmüş, bunların arasında yüksek düzlükler, ova ve vadiler bulunmaktadır. İl toprakları ülke boyunca batıdan doğuya doğru gidildikçe oluşan yükseltinin en son noktasındadır. Doğu Anadolu Bölgesi'nin Karadeniz Bölgesi'ne komşu olduğu kuzeydoğu kesiminde yer alan il toprakları yüksek ve engebelidir. Ardahan ili sınırları içinde yüksekliği 3000 m.'yi aşan birçok doruk vardır. Ardahan ilinin kuzey kesiminde Yalnızçam Dağları (2715 m.), güney batı kesiminde ise Allahuekber Dağları-Kabak Tepe (3055 m.) bulunmaktadır. Kuzey doğusunda Keldağ'ı (3033 m), doğusunda Akbaba Dağı (3026 m.) ve ilin en yüksek noktasını oluşturan Kısır Dağının doruğu (3197 m) ise güney kesiminde bulunmaktadır.

Ardahan ve Göle arasında bulunan Uğurlu Dağı (2765 m), Posof Ilgar Dağı (2918 m), Hanak Serinkuyu ve Çavdarlı Yaylaları'nın üzerinde bulunduğu Cin Dağı (2957 m), Posof-Göze Dağı (3167 m), Alagöz-Yaylacık Köyleri arasında Ziyaret Tepesi (2454 m), Büyük Sötlüce ve Hoçuvan arasında Kartal Tepesi (2521 m), Hanak, Alaçam-Baştoklu-Koyunpınar Yaylalarının arasında bulunan Persokıran Tepesi (2641 m.) ilin diğer önemli dağlar ve yükseltileri arasında yer almaktadır [8, 102]. Posof Ilgar dağının görüntüsü Şekil 2.3'te verilmiştir.



Şekil 2.3. Posof Ilgar Dağı (2918 m)

2.5.2.2. Vadiler

Kura Nehri, Ardahan şehir merkezindeki tarihi Ardahan Kalesinden itibaren yatağı boyunca ülke ve il sınırı içerisinde 50-600 m arasında değişen dar ve derin bir vadi (kanyon) oluşturmaktadır. Bu kanyon il sınırları içerisinde yaklaşık olarak 90 km’lik bir uzunluğa sahiptir [8]. Şekil 2.4’te Kura Nehrinden bir görünüm verilmiştir. Rakımı 1950-1350 m arasında seyreden bu derin vadiler, flora-fauna (bitki-hayvan) çeşitliliği ve doğal güzelliklerce zengin olup bilimsel araştırmalar için ise bakir bir alan oluşturmaktadır [102].



Şekil 2.4. Kura nehri vadisinden görünüm

2.5.2.3. Ovalar ve Yaylalar

İl alanı ana çizgileriyle 1800-2100 m yükseltilerinde ovalarında yer aldığı dalgalı bir yapıya sahip plato görünümündedir. Ardahan ilinin orta kesimindeki yüksek düzlükler, Ardahan platosu olarak adlandırılmaktadır. Orta kesimdeki alçak bölüm Ardahan Ovası adıyla anılmaktadır. Ardahan il merkezinin de üzerinde kurulduğu Ardahan Ovası, 180 km²'lik alan ile ilin en büyük ovasıdır. Ovanın ortalama yükseltisi 1850 m'dir. Diğer bir önemli ova ise Göle Ovası olup ilçe merkezinin üzerinde kurulu bulunduğu 150 km²'lik bir yüzölçümüne sahiptir. Göle Ovası'nın yüksekliği ortalama 2000 m civarındadır. Göle ovasında çayırlar geniş yer kaplayıp, bataklıklar mevcuttur.

Ardahan ilindeki mevcut dağların daha çok uygun meyldeki etekleri 3 aylık yaz mevsiminde yayla olarak kullanılmaktadır. Ortalama 2000-2800 m yükseklikte olan bu yaylalar, sahip olduğu zengin otlaklarla hayvancılık için elverişli bir ortam oluşturmaktadır [102].

2.5.2.4. Havzalar

2.5.2.4.1. Ardahan havzası

Havzanın ana hatlarını; güneyde Uğurlu Dağı (2765 m), batıda Yalnızçam Sıradağları, kuzeyde Yalnızçam Sıradağları'nın uzantısı Cin Dağı (2957 m) ve Ilgar Dağı (2918 m) ile doğuda ise Kısır Dağı (3197 m) oluşturmaktadır. Havza; Ardahan Merkez İlçe, Hanak ve Damal İlçelerini (Meşe Ardahan Alt Havzası) içine almaktadır. Alt rakımı ortalama 1800-1900 m yükseklikte bulunan Ardahan Havzası tamamen tektonik kökenlidir. Kura Nehri, havzada menderesler çizerek volkano-sedimanter temele saplanmış ve bugünkü kanyon vadisini açmıştır. Yüzey sularının Kura Nehri'ne döküldüğü havzada geniş çayırlıklar görülmektedir [8, 102]. Şekil 2.5'te Ardahan Havzasından bir görüntü verilmiştir.



Şekil 2.5. Ardahan havzasından bir görüntü

2.5.2.4.2. Göle havzası

Kuzeydoğu Anadolu’da volkanik kökenli Allahuekber Dağları silsilesinin kuzeybatısında yer alan Göle Havzası’nın alt rakımı 2000-2100 m yüksekliğe sahiptir. Tamamen tektonik bir çukur olan Göle Havzası, alüvyal dolgu ile kaplıdır. Bu dolgu yüzeyinde çayır-bataklıklar yaygındır ve turba oluşumları gözlenmektedir. Göle Havzası, Ardahan Havzası’na sokulan Kura Çayı tarafından Kura Nehri Havzasına bağlanmıştır [106].

2.5.2.4.3. Çıldır havzası

Doğu-batı yönünde uzanan eşiklerle birbirinden ayrılan her iki çanakta çökme sonucunda oluşmuştur. Çanağın derin kısımları da göllerle kaplanmıştır. Bu göllerden Aktaş Gölü kapalı bir göl olup suları acıdır. Bunun yanında güneyden Arpaçay’a açılan Çıldır Gölü ise tatlı su gölüdür [8, 106].

2.5.2.4.4. Posof havzası

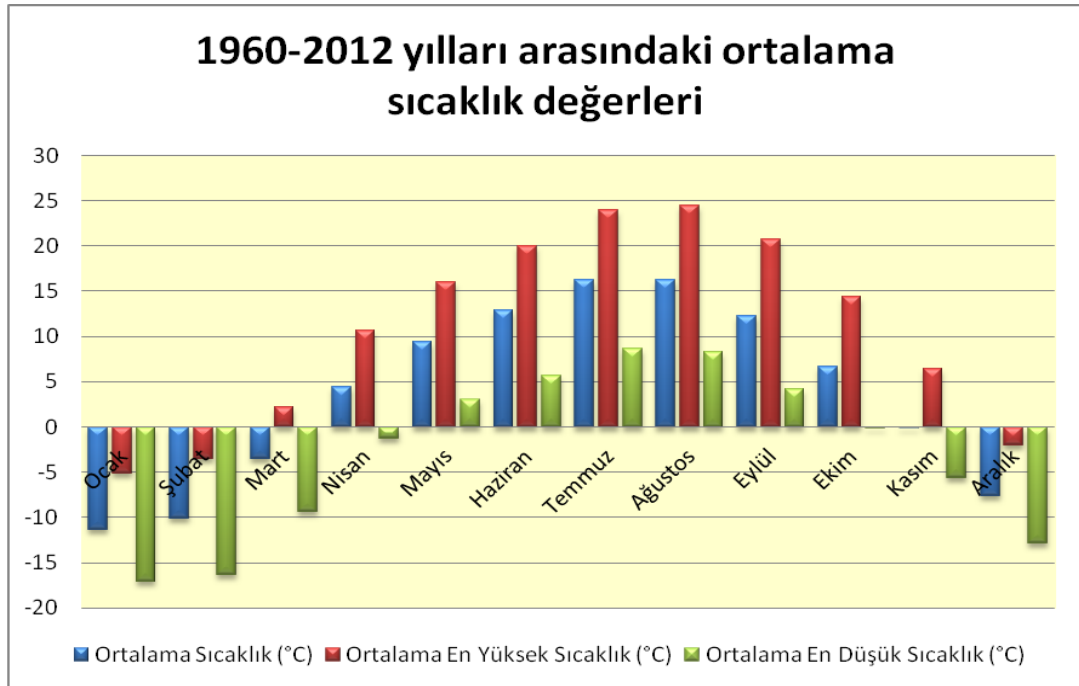
Posof Havzası, ildeki en az alana (60.161 ha) sahip havzadır. Çevresindeki sahanın sularını toplayarak buraya havza niteliği kazandıran Posof Çayı, güneybatı-kuzeydoğu yönünde yaklaşık 32 km’lik bir mesafeden sonra ülke sınırları dışında akışını sürdürmektedir. Posof Havzası’nın yüksekliği; havzanın tabanını oluşturan Posof Çayı’nın ilçeyi terk ettiği rakım (1200 m) ile havzanın en yüksek noktasını oluşturan Göze Dağı (3167 m) rakımları arasında değişkenlik göstermektedir. Havza, ortalama 2100- 2200 m yükseklikte volkanik formasyonlar üzerinde gelişmiş bulunan bir aşınım yüzeyi görünümündedir. Havzada heyelanların oluşturduğu birçok göl bulunmaktadır [8].

Yeryüzü şekilleri ve iklim koşullarının ekip biçme faaliyetlerini büyük ölçüde sınırlandırmış olduğu havzada, hayvancılık nüfusun temel geçim kaynağı haline gelmiştir. Topografik yapıdan dolayı kısa mesafelerde değişen yükselti ve eğim değerleri, farklı formasyon kuşaklarının oluşmasına yol açarak, çayır ve mera hayvancılığının önemini arttırmıştır. Ekip biçme faaliyetleri ise, daha çok hayvancılığı destekler niteliktedir [102].

2.5.3. İklim özellikleri

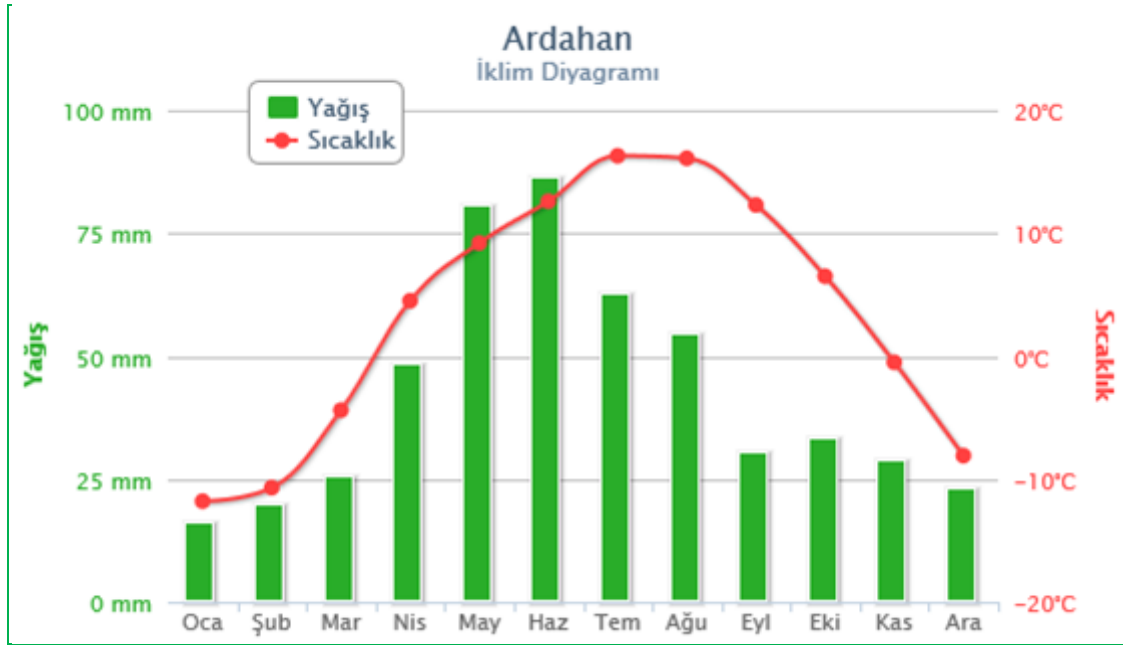
Yörenin yüksek olması ve yüzey şekillerinin değişkenlik göstermesi dolayısıyla il genelinde karasal iklim hakim olduğundan, kışlar uzun, sert ve kar yağışlıdır. İlin batı ve kuzeyinde ise daha çok Karadeniz ikliminin özellikleri görülür [107]. Denizden yüksekliği 1829 m ve karayolu ile denize uzaklığı 211 km olan ilde; yaz mevsiminde en yüksek 35.0 °C'ye kadar çıkabilen sıcaklıkların, kışın -36.3 °C'ye kadar düştüğü görülmektedir.

Yıl, biri soğuk (kış) ve öteki orta derecede sıcak (yaz) olmak üzere, eşit sayılabilecek iki döneme ayrılmıştır. Geçiş mevsimleri çok kısa ve belirsizdir. Kış sıcaklıklarının çok düşük olmasına bağlı olarak yıllık sıcaklık farkları yüksektir ve donlu günlerin süresi uzun (ortalama 140-186 gün) olabilmektedir. Ortalama sıcaklık, bütün kış aylarında 0 °C'den azdır ve en sıcak ayda (Temmuz) 16-17 °C'yi pek aşmamaktadır. Ardahan iline ait 52 yıllık sıcaklık ortalamaları Şekil 2.6'da gösterilmiştir.



Şekil 2.6. Ardahan ili 52 yıllık sıcaklık ortalamaları (1960 - 2012) [108]

Yağış bitkilerin yaşamını, özellikle fizyolojik faaliyetlerini, dünya üzerindeki yayılışlarını belirleyen ve sınırlayan önemli bir iklim faktörüdür. Bitkilerin su gereksinimi, mevsimden mevsime değişebileceği gibi bitkiden bitkiye göre de değişmektedir. Bu nedenle, bir alanın ya da bölgenin yağış ve diğer su kaynaklarının niteliklerinin bilinmesi, o yörenin vejetasyonunun gelişimi açısından da önemlidir [109]. İle ait iklim diyagramı Şekil 2.7. de gösterilmiştir.



Şekil 2.7. Ardahan iline ait iklim diyagramı [110]

İlde ilkbahar geç donları 15 Haziran'a kadar sürmekte ve sonbahar erken donları da 5 Eylül'de görülmeye başlamaktadır. Kış mevsimi genellikle Ekim ayı sonlarında başlayıp, Nisan ayı sonlarına kadar sürmekte olup, ortalama kar örtülü gün sayısı 127 gündür [111].

2.5.3.1. Mikroklima

Etrafı dağlarla çevrili olan ve ortalama 1500 m. yükseklikte bulunan Posof ilçesinde ise Doğu Karadeniz ikliminin sert şekli hüküm sürmektedir. Burada mikroklima tipi iklim hakim olduğundan, kışlar yağışlı, yazlar ise sıcak geçmektedir. Bu iklimin en belirgin özelliği yağışlardır. İkinci alt bölge olan Posof bölgesi yıllık ortalama yağış miktarı (600 mm) ve ortalama yüksek sıcaklıkların daha fazla olması ile nisbeten daha ılıman bir iklime sahiptir. Bu alana her mevsimde yağış düşmektedir ve bölgede kış mevsimi altı ay sürmektedir. Kış mevsiminde yağışların çoğu yoğun kar yağışı şeklindedir ve bazı yıllarda

kar yağışı Mayıs ayına kadar görülmektedir. Yaz mevsimi süresince ise yağmur eksik olmamaktadır [102].

2.5.4. Araştırma yöresinin genel vejetasyonu

Başta iklim koşulları olmak üzere, bölgenin bulunduğu konum ve yer şekilleri gibi faktörler Kura Nehri yukarı havzasında belirgin olarak bir takım bitki topluluklarının ortaya çıkmasına neden olmuş ve alçak kesimlerden (çöküntü ovalarından) daha yüksek kesimlere doğru birbirinden farklı özellikte bitki kuşakları meydana gelmiştir.

İl genelinde iklim koşulları doğal ormanın yayılışını ve yetişme sınırını alttan ve üstten belirlemektedir. Vejetasyon döneminde yağış ve bağıl (nispi) nem oranının düşük olması ise ormanı alttan sınırlandırmaktadır.

Kura Nehri yukarı havzasında, bütün ormanların hakim ağaç türünü iğne yapraklılardan soğuk ve nemli iklim isteyen *Pinus sylvestris* (Sarıçam) meydana getirmektedir. Posof Havzası sınırları içinde Sarıçamlarla birlikte *Picea orientalis* (Ladin) ve daha az olarak *Abies nordmanniana* (Gökmar), yükseklerde *Betula pendula* (Huş) karışmış olarak bulunmaktadır. İlde çayır-mera alanı, toplam alanının %57.51'i kadardır [102]. Şekil 2.8'de Ardahan ilinin bitki örtüsünden bir kesit verilmiştir.



Şekil 2.8. Ardahan ilinde uzun boylu çayırardan görünüş

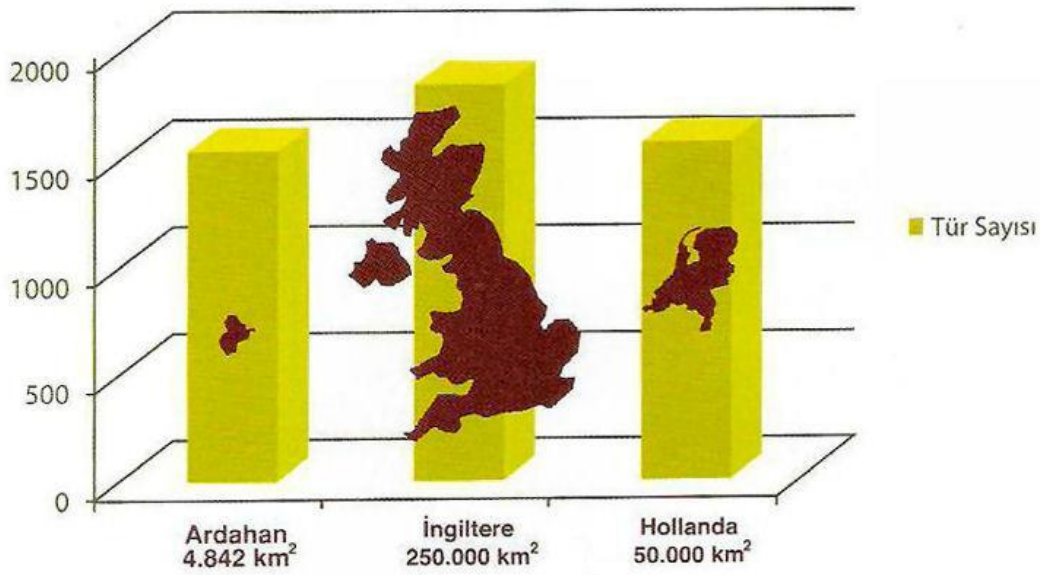
İldeki yüksek yayla stepleri, yayla hayvancılığı bakımından büyük önem taşımaktadır. Nisan ayının sonundan itibaren ve Mayıs ayı başlarında karların erimesi ve karasallık nedeniyle sıcaklığın hızla yükselmeye başlaması, yayla steplerini birden bire canlandırmaktadır.

Yüksek yayla steplerini oluşturan bitkilerin en çok rastlanılanları şunlardır: *Agropyron intermedium*, *Agropyron repens*, *Alopecurus pratensis*, *Artemisia* sp., *Alchemilla caucasica*, *Bromus erectus*, *Centaurea depressa*, *Galium verum*, *Lotus corniculatus*, *Medicago varia*, *Onobrychis cornuata*, *Phleum hirsitum*, *Ranunculus orientalis*, *Salvia verticillata*, *Taraxacum officinale*, *Trifolium hybridum*, *Thymus fallax*, *Veronica orientalis* ve *Vicia sativa* [102]' dir.

Yüksek yayla stepleri kuşağı üzerinde ortalama 2600-2700 m den sonra yüksek alanlarda yine ot topluluğu olan yüksek dağ-çayır (subalpin-alpin) bitkileri yer almaktadır. Kar örtüsünün geç kalktığı, fakat yaz devresinde (özellikle Temmuz, Ağustos ayları) ısınmanın fazla olduğu bu yerlerde dağ çayır bitkileri haziran ayının ilk yarısında yeşillenmeye ve çiçeklenmeye başlamaktadır. Bundan sonra çabuk olgunlaşan türler, en geç Eylül ayı sonunda vejetasyon devresini tamamlamaktadır. Ayrıca ekim-kasım aylarında başlayan kar yağışları ile burada subalpin-alpin kuşağın her yanı kısa zamanda kar ile örtülmektedir.

Kura Nehri yukarı havzasının 2600-2700 m'nin üstünde kalan belirli yerlerinden toplanan bitki örnekleri arasında, kozmopolit türler hariç, subalpin ve alpin türlerinin hakim olduğu görülmektedir. Örneğin, Yalnızçam Dağları üzerinde 2600 m yükseklikteki Bülbülân Yaylası ve Çadır (Kordevan) Dağı yamaçlarından alınan bitki örnekleri arasında subalpin ya da alpin kuşağı karakterize eden *Acanthus diascorides*, *Aster alpinus*, *Festuca varia*, *Helichrysum plicatum*, *Myosotis lithospermifolia* ve *Subbaldia parviflora* gibi türler saptanmıştır.

Son yıllarda yapılan araştırmalar sonucunda Ardahan ilinin bitki örtüsünü oluşturan tür sayısının yaklaşık 1500 civarında olduğu tahmin edilmektedir [8]. Ardahan ilinin sahip olduğu bu zengin tür çeşitliliğinin ilin yüz ölçümüyle kıyaslandığında önemi daha da iyi anlaşılmaktadır (Şekil 2.9).



Şekil 2.9. Ardahan, İngiltere ve Hollanda'ya ait tür sayısının yüz ölçümüyle beraber kıyaslanması [8].

2.5.5. Ardahan ilinin genel tarımsal yapısı

Ardahan ekonomisi genel olarak tarım ve özelde de hayvancılık sektörüne dayanmaktadır. Uygun olmayan iklim şartları nedeniyle bitkisel üretim yem bitkileri haricinde verim açısından son derece düşüktür. Ancak üretimden elde edilen tarımsal ürünler kalite bakımından özellikle de ekolojik bakımdan oldukça iyi durumdadır. İlde yapılan bitkisel üretim ve arı ürünlerinin hemen hemen tamamı organik ürün niteliğine sahiptir [111].

İlin en önemli tarımsal aktivitesi mera hayvancılığı olması nedeniyle tarım alanlarının işlemeli tarımdan ziyade, doğal otlaklık olarak değerlendirilmesi şeklindedir. 3-4 aylık mera ve yayla süresi içerisinde bu alanlardan, tamamen hububat (arpa, buğday) ve kaba yem (fiğ, korunga, çavdar, yulaf, çayır otu) üretimi sağlanmaktadır.

İlde tarımsal faaliyet içerisinde hayvancılık ön plandadır. Mevcut tarımsal işletmelerin %95.6'sı hayvancılık yapmaktadır. Hayvancılık işletmelerinin tamamında sığır yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bu işletmelerden bir kısmı aynı zamanda koyunculuk veya arıcılıkla da uğraşmaktadır [111].

Ardahan genelinde hububat üretimi içinde ekim alanı en fazla paya sahip olan arpadır ve ardından buğday gelmektedir. Tahıl ekili alanların %76.86'sı arpa, %18.42'i buğday, %3.48'i çavdar ve %1.24'ünü de yulaf oluşturmaktadır. Ardahan genel yapısı gibi tarımsal arazilerin de yüksek rakımda olması, ısı farklılıklarının yüksek oluşu ve bitki yetiştirme periyodunun kısa oluşu gibi nedenlerle endüstriyel bitkiler yetiştirilmemektedir.

Ardahan İli meyve üretimi içerisinde ilk sıralarda elma, erik ve armut ürünleri yer almaktadır. Meyve, genel olarak mikroklima özelliğine sahip olan Posof alt bölgesinde ve Çıldır İlçesi Kurtkale Havzasında yetiştirilmektedir. Ardahan İli meyve üretiminin Doğu Anadolu Bölgesi ve Türkiye içinde önemli bir meyve üretimi payı bulunmamaktadır.

Ardahan İli sebze ürünleri üretiminin çoğunluğu Posof alt bölgesi olmak üzere Merkez, Çıldır ve az da olsa diğer ilçelerde yapılmaktadır. Posof İlçesinde üretilen fasulye yerel bir ürün olarak bilinmekte ve öz tüketim haricinde, bir kısmı da ticari olarak değerlendirilmektedir. Türkiye ve bölge sebze ürünleri üretimi içerisinde ilde üretilen önemli bir ürün bulunmamaktadır [112].

2.6. Arıcılık ve Ardahan

Arıcılık, çeşitli tarım kolları ile birlikte uyumlu bir şekilde yürütülebilen ve toprağa bağlı kalımsızın yapılan bir yetiştiricilik koludur [73]. Arıcılık, gerek bal arılarının yaşam biçimi, gerekse hammaddelerini doğadan toplamaları nedeniyle doğaya en bağımlı hayvancılık faaliyetlerinden biridir. Arıcılığın bu özelliği göz önünde bulundurulduğunda Asya ve Avrupa kıtalarını birbirine bağlayan bir köprü konumundaki Türkiye'nin, sahip olduğu coğrafya ve doğal zenginlikleriyle Dünya ülkeleri arasında arıcılık için ne kadar avantajlı bir konumda olduğu açıkça anlaşılmaktadır [67].

Arıcılık, zengin bir flora çeşitliliğine sahip Ardahan için de önemli bir potansiyel oluşturmaktadır. İlde arıcılık faaliyetleri sadece çiçek balı üretimine yönelik olarak yapılmakta olup, salgı balı üretimini sağlayan afid bölgede yaşamadığından salgı balı üretimi yoktur [113].

Ardahan ilinde sanayinin gelişmemiş olması, turizm ve hizmet sektörlerinin çok zayıf kalması ve ildeki soğuk iklimin birçok tarım faaliyeti için uygun olmaması nedeniyle halkın en büyük geçim kaynağını hayvancılık faaliyetleri oluşturmaktadır. Bu faaliyetler içinde arıcılık, ilin sahip olduğu özellikler bakımından öne çıkmakta ve markalaşma yönünde önemli fırsatlar barındırmaktadır [113].

İl ekolojik yapısı, zengin flora yapısı, mikroklima alanları ve işgücü olanakları bakımından büyük bir arıcılık potansiyeline sahiptir. Yaklaşık olarak 1500 bitki çeşidine sahip olan ilde en az 100000 arı kolonisinin ekonomik olarak faaliyet gösterebileceği bir kapasite mevcuttur [102]. Fakat Türkiye Arı Yetiştiricileri Merkez Birliği'nin 2013 verilerine göre

Ardahan ilinde bulunan koloni sayısı 49322'dir ve bu oran tahmin edilen kapasitenin oldukça altındadır [114].

Ardahan'ı arıcılık ve bal üretiminde eşsiz kılan bir başka özellik ise Kafkas Arısı'nın varlığıdır. Kafkas Arısı dünyada bilinen ve ekonomik değere sahip dört arı ırkından bir tanesidir [115].

2.6.1. Arı ırkları

Türkiye, dünya arıcılığının önemli gen merkezlerinden birisidir. Ülke genelindeki değişik ekolojik koşullara uyum göstermiş bulunan arı popülasyonu çeşitli özellikler bakımından oldukça geniş bir varyasyon göstermektedir. Bal arıları belirli çevre koşullarında belirli bir takım davranışlar gösteren sosyal böceklerdir. Ancak her genotipin kendine özgü bazı davranış biçimleri mevcuttur [116].

Bal arılarında savunma davranışı meteorolojik faktörlere ve çevredeki besin kaynaklarının durumuna göre değişiklik gösterebilmektedir [117].

Bal arılarının ana vatanı Asya, Avrupa ve Afrika kıtaları olup milyonlarca yıldır dünya üzerinde yaşamlarını sürdürmektedirler. *Apis* cinsi içerisinde en yaygın ve ekonomik değeri en fazla olan tür *Apis mellifera* olup, türün çeşitli bölgelere adaptasyonu ile bölgesel ırklar ve bu ırklar içerisinde ekotipler oluşmuştur. Bu ırklardan en yaygın ve ekonomik değeri en fazla olan ırklar İtalyan (*Apis mellifera ligustica*), Karniyol (*Apis mellifera carnica*), Kafkas (*Apis mellifera caucasica*) ve Anadolu (*Apis mellifera anatoliaca*) arı ırklarıdır [118-119].

2.6.1.1. Kafkas arısı

Ana vatanı Kuzeydoğu Anadolu (Artvin, Ardahan, Kars), Kafkasya ve Gürcistan'dır. Kafkas arısı gri, esmer renkli, bal verimi yüksek, oldukça sakin huylu, kışı uzun ve sert geçen karasal iklime adapte olmuş, diğer ırklara oranla daha fazla propolis toplayan, ilkbaharda geç uyanan fakat yaz aylarında hızla gelişen, oğul verme eğilimi az olan değerli bir arı ırkıdır [118].

Kafkas arı ırkı çok çalışkan ve çok sakin huyludur [116]. Soğuk iklime adapte oldukları için kışlama yeteneği oldukça iyi olup, düşük popülasyonla kışı geçirebilmektedirler. Kafkas Arısı'nı diğer türlerden ayıran en önemli özelliği uzun (7.2 mm) bir dilinin

olmasıdır [120]. Bu arıların daha düşük sıcaklıklarda çalışabilmesi dillerinin diğer ırklara göre daha uzun olması nedeniyle tüplü çiçeklerden daha iyi yararlanabilmelerindendir [118]. Bu durum, Ardahan balının kendine has aromasının oluşmasına katkı sağlamakta ve özgünlüğünü ortaya koymaktadır. Bu arıların düşük rakımlı ılıman iklimli bölgelerde performansları oldukça düşüktür [118].

Kafkas Arı ırkını ekonomik değere sahip arı ırklarından ayıran bir diğer özellik ise Kafkas Arılarının %10-12 dolaylarında şeker oranına sahip çiçek nektarlarından bal yapabilme özelliğidir. Diğer ırk arılar bal yapabilmek için çiçek nektarında en az %17-18 şeker oranına ihtiyaç duymaktadırlar [120].

3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

3.1. Bal Örneklerinin Toplandığı Aralıkların Seçimi

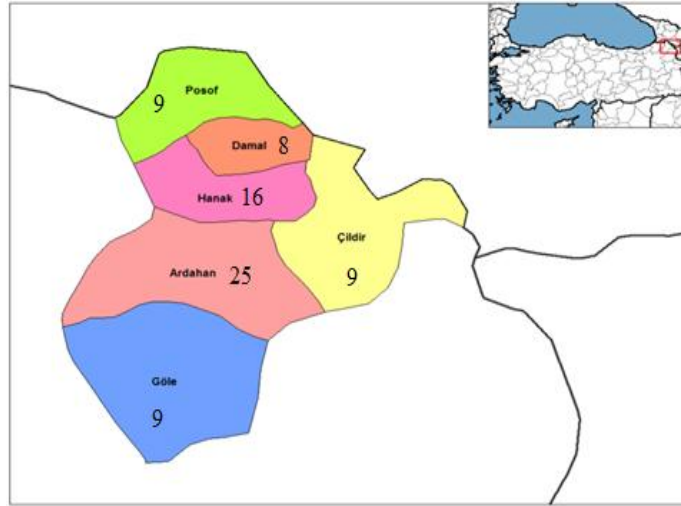
2010 yılında Ardahan Arı Yetiştiricileri Birliği'nden elde edilen arıların listesi kullanılarak yapılan istatistiksel çalışmalar sonucu kaç adet bal örneği toplanması gerektiği belirlendikten sonra aynı yılın Haziran ayında yapılan arazi çalışmasıyla örnek toplanacak aralıklar belirlenmiştir. Örnekler alınırken gezginci olmayan, arılarını hep aynı yerde tutan arılar ve birbirine uzaklıkları en az 5 km olan aralıklar seçilmiştir. 2010-2011 yıllarının farklı dönemlerinde 76 adet bal örneği Ardahan ilinden temin edilmiştir.

İstatistiksel analizde ise örnekleme metoduna göre çalışılmıştır. Bu metoda göre Ardahan bölgesinin tümünü temsil eden bir çalışma için kaç örnek almamız gerektiği saptanmıştır.

İstatistiksel analizler sonucunda, Ardahan'ın altı ilçesinden toplam 75 örnek toplanması gerekirken, daha sonra çalışmaya dahil edilen bir örnekle beraber 76 örnek üzerinden araştırma tamamlanmıştır (Çizelge 3.1). Toplanması gereken örnek sayılarının ilçelere göre dağılımı Şekil 3.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Ardahan ilinde çalışmaların yapıldığı aralıkların ilçelere göre dağılımı

Sıra No	İlçe	Kayıtlı aralık sayısı	Toplanan örnek sayısı
1	Çıldır	38	9
2	Damal	8	8
3	Göle	24	9
4	Hanak	72	16
5	Merkez	107	25
6	Posof	55	9
Toplam	6 İlçe	304 Aralık	76 Örnek



Şekil 3.1. Balların ilçelere göre dağılımını gösteren Ardahan haritası [121]

3.2. Bal Örneklerinin İncelenmeye Hazır Hale Getirilmesi

Bal örnekleri laboratuvarımıza getirildikten sonra ballara alındıkları ilçelere göre kodlar verilmiştir. Merkez ilçe için “M”, Çıldır için “C”, Damal için “D”, Göle için “G”, Hanak için “H” ve Posof için “P” ile başlayan ve her bir numune için ayrı bir sayının kullanıldığı ikili kodlama sistemi (harf+sayı) verilmiş ve analizler için hazırlanan preparatların isimlendirmesinde kolaylık sağlaması açısından çalışma süresince kullanılmıştır. Ardahan ilinde bal üretimi yapan ve çalışma için örnekleri toplanan arıcıların isimleri bizde saklı tutularak örneklerin toplandığı ilçeler ve balların toplanma tarihleri Çizelge 3.2’de listelenmiştir.

Örneklerin toplandığı arılıklardan bazıları Şekil 3.2’de ve balların toplandığı bazı kovanlar Şekil 3.3’te verilmiştir.

Çizelge 3.2. Bal örneklerinin ilçelere göre dağılımı, kod numaraları, mevkileri ve laboratuvara geliş tarihleri

No	Mevki		Geliş Tarihi
C1	Çıldır	Akkiraz Köyü	01.08.2010
C2	Çıldır	Doğankaya Köyü	29.07.2010
C3	Çıldır	Eski Beyrehatun Köyü	29.07.2010
C4	Çıldır	Akdari Köyü	11.08.2010
C5	Çıldır	Kuzukaya Köyü	26.07.2010
C6	Çıldır	Baltalı Köyü	11.08.2010
C7	Çıldır	Yıldırımtepe Köyü	26.07.2010
C8	Çıldır	Merkez	11.08.2010
C9	Çıldır	Aşık Şenlik Köyü	26.07.2010
D1	Damal	Otağlı	01.08.2010
D2	Damal	İkizdere Köyü	02.08.2010
D3	Damal	Kalenderdere Köyü	20.09.2011
D4	Damal	İkizdere Köyü	20.09.2011
D5	Damal	Dereköy Köyü	20.09.2011
D6	Damal	Tepeköy Köyü	20.09.2011
D7	Damal	Seyitveren Köyü	20.09.2011
D8	Damal	Hanak damal bölgesi	20.09.2011
G1	Göle	Tahtakıran Köyü	05.08.2010
G2	Göle	Tahtakıran Köyü	23.02.2010
G3	Göle	Merkez	03.08.2010
G4	Göle	Okçu Köyü	03.08.2010
G5	Göle	Uğurtaş Köyü	28.07.2010
G6	Göle	Çalidere Köyü	05.08.2010
G7	Göle	Dedeşen Köyü (Gümüş Parmak)	03.08.2010
G8	Göle	Dedeşen Köyü	23.08.2010
G9	Göle	Kuzupınar Köyü	30.07.2010
H 1	Hanak	İncedere Köyü	29.07.2010
H 2	Hanak	Binbaşak Köyü	29.07.2010
H 3	Hanak	Bork Köyü	29.07.2010
H 4	Hanak	Dilekdere Köyü	29.07.2010
H 5	Hanak	Sevimli Köyü	29.07.2010
H 6	Hanak	Çayağzı Köyü	29.07.2010
H 7	Hanak	Yamaçyolu Köyü	28.07.2010
H 8	Hanak	Güneşgören Köyü	29.07.2010
H 9	Hanak	Oğuzyolu Köyü	29.07.2010
H10	Hanak	Arıkonak Köyü	18.08.2010
H11	Hanak	Sazlıçayır Köyü	18.08.2010
H12	Hanak	Atalar Köyü	29.07.2010
H13	Hanak	Sulakçayır Köyü	29.07.2010
H14	Hanak	Baştoklu Köyü	29.07.2010

Çizelge 3.2. (devam ediyor) Bal örneklerinin ilçelere göre dağılımı, kod numaraları, mevkileri ve laboratuvara geliş tarihleri

H15	Hanak	Ortakent Köyü	29.07.2010
H16	Hanak	Avcılar Mahallesi	23.08.2010
M1	Merkez	Gölgeli Köyü	15.08.2010
M2	Merkez	Ortageçit Köyü	23.08.2010
M3	Merkez	Güzçimeni Köyü	19.08.2010
M4	Merkez	Akyaka Köyü	24.07.2010
M5	Merkez	Taşlıdere Köyü	14.08.2010
M6	Merkez	Büyük Sötlüce Köyü	12.08.2010
M7	Merkez	Tunçoluk Köyü	02.08.2010
M8	Merkez	Bayramoğlu Köyü	12.08.2010
M9	Merkez	Ölçek Köyü	15.08.2010
M10	Merkez	Merkez	15.08.2010
M11	Merkez	Sugöze Köyü	24.07.2010
M12	Merkez	Küçük Sötlüce Köyü	12.08.2010
M13	Merkez	Ağzıpek Köyü	15.08.2010
M14	Merkez	Çataldere Köyü	17.08.2010
M15	Merkez	Çimenkaya Köyü	06.08.2010
M16	Merkez	Kartalpınar Köyü	11.08.2010
M17	Merkez	Tepeler Köyü	29.07.2010
M18	Merkez	Çağlayık Köyü	12.08.2010
M19	Merkez	Yanlıçam Köyü	02.08.2010
M20	Merkez	Sulakyurt Köyü	10.08.2010
M21	Merkez	Taze Köy	04.08.2010
M22	Merkez	Bağdeşen Köyü	04.08.2010
M23	Merkez	Merkez	03.08.2010
M24	Merkez	Aşağı Kurdoğlu Köyü	14.09.2010
M25	Merkez	Çatalköprü Köyü	09.12.2010
P1	Posof	Kumlukoz Köyü	12.08.2010
P2	Posof	Yeni Köy	10.08.2010
P3	Posof	Arılı Köyü	12.08.2010
P4	Posof	Eminbey Mahallesi	12.08.2010
P5	Posof	Yurtbekler Köyü	12.08.2010
P6	Posof	Sarıdarı Köyü	12.08.2010
P7	Posof	Süngülü Köyü	12.08.2010
P8	Posof	Armutveren Köyü	17.08.2010
P9	Posof	Merkez	17.09.2010



a) Merkezde bulunan bir arılık



b) Çıldır ilçesinde bulunan bir arılık



c) Posof ilçesinde bulunan bir arılık



d) Posof ilçesinde bulunan bir arılık

Şekil 3.2. Örneklerin toplandığı arılıkların bazıları



a) Petekli bir çerçeve



b) Örneklerin toplandığı kovanlardan bir tanesi



c) Örneklerin toplandığı kovanlardan bir tanesi

Şekil 3.3. Bal örneklerin toplandığı kovanlardan bazıları

3.3. Balın Mikroskopik Analizi

3.3.1. Balda polen analizi için preparat hazırlanması

Polen analizi balın botanik orijinini belirlemek için kullanılmaktadır [122-123].

Balda polen analizi için aşağıdaki yöntem uygulanmıştır [21, 124].

1. Bir cam baget yardımı ile iyice karıştırılan stok baldan 10 g alınıp deney tüpüne aktarılmış ve üzerine 20 ml distile su ilave edilmiştir. Balın su içerisinde çözünmesini sağlamak amacıyla tüpler yaklaşık sıcaklığı 45 °C'lik su banyosunda 10-15 dakika bekletilmiş ve su banyosundan çıkarılan her tüp karıştırıcı yardımı ile karıştırılarak balın su içerisinde çözünmesi sağlanmıştır.
2. Suyun homojen şekilde karıştırılması sağlandıktan sonra, çözelti 3500 rpm'de 45 dakika santrifüj edilmiş ve santrifüj edilen tüplerin süpernatant kısmı dökülmüştür.
3. Tüp içerisindeki suyunun iyice süzülmesi sağlandıktan sonra tüpün dibinde kalan çökeltiye, iğne ucuna alınan bir miktar (1mm³) bazik-fuksinli gliserin-jelâtinin bulaştırılarak alınan materyal lam üzerine aktarılmıştır.
4. Lam ısıtma tablasında 30-40 °C'de ısıtılarak bazik fuksinli gliserin-jelâtinin erimesi sağlanmıştır. Isıtma sırasında hava kabarcıklarının oluşmaması ve polenlerin deforme olmaması için kaynamamasına dikkat edilmiştir. İğne ile lam üzerine erimiş bazik-fuksinli gliserin-jelâtin ile polenler karıştırılarak polen içeriğinin homojen şekilde dağılması sağlandıktan sonra lam üzerine 18x18 mm²'lik lamel kapatılmıştır. Lamin bir ucuna balın kodu, preparatın yapıldığı tarih ve yapan kişinin adı yazılmıştır.
5. Preparatı inceleme sırasında net bir görüntü elde etmek için preparatlar ters çevrilerek iki cam baget üzerine yerleştirilmiştir.
6. Hazırlanan preparat yaklaşık 12 saat bu şekilde bekletildikten sonra incelemeye hazır hale getirilmiştir.

3.3.1.1. Preparatların incelenmesi

Hazırlanan polen preparatları Olympus CX21 marka mikroskopla incelenmiştir. Polenleri tanımlamada immersiyon objektif (X100) kullanılırken, sayım sırasında küçük boyuttaki polenleri rahat ayırt edebilmek için X20 oküler ve X40'lik objektif kullanılmıştır. Polen

teşhisinde çeşitli kaynaklardan [12-13,15-16, 21], Hacettepe Üniversitesi Biyoloji Bölümü polen preparatları koleksiyonundan ve araştırma bölgesinden toplanan bitkilerden hazırlanan referans polen preparatlarından yararlanılmıştır.

Preparatlarda teşhisi yapılan bitki taksonlarının tanımlanması bittikten sonra tekrar başa dönülerek her preparat bitki çeşitliliği dikkate alınarak sol üst köşeden polen sayısı 200'ü bulana kadar sayılmıştır.

Sayım sonuçlarına göre polenlerin oranları saptanmış ve oranlar aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır [124].

- %45 ve daha fazlası : dominant polen
- %16–44 polen arası : sekonder polen
- %3–15 arası : minör polen
- %3 ve daha azı : eser polen

Hangi bitki poleni %45'ten çok ise bal o bitkinin ismi ile adlandırılmıştır [21].

3.3.2. Balda toplam polen sayısı (TPS) analizi için preparat hazırlanması

10 g baldaki Toplam Polen Sayısının (TPS-10) saptanması için hazırlanan preparatlar aşağıda işlem sırası verilen metoda göre yapılmıştır [125].

1. Cam baget yardımı ile iyice karıştırılmış ve homojen hale getirilmiş stok baldan 10 g alınmış ve deney tüpüne aktarılmıştır.
2. Örneğin üzerine 20 ml distile su ilave edilerek tüp içerisine bir tanesinde 12542 adet *Lycopodium* spp. sporu bulunan tablet atılmıştır. Tabletın çözünmesini sağlamak amacıyla tüpler 45 °C'lik su banyosunda 10-15 dakika bekletilmiştir.
3. Tablet iyice eridikten sonra polenlerin ve sporların boyanmasını sağlayan birkaç damla bazik fuksin ilave edilerek tüpler karıştırıcıda homojen şekilde karıştırıldıktan sonra 3500 rpm'de 45 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilen tüplerin süpernatant kısmı dökülmüştür.
4. Tüpler ters çevrilerek suyunun iyice süzülmesi sağlanmış ve tüpün içerisine 0.1 ml kadar %50'lik gliserin ilave edilerek dipteki çökeltinin gliserin ile homojen bir

biçimde karışması sağlanmıştır. Bu karışımdan pipetle 0.01 ml alınarak, 0.09 ml %50'lik gliserin konulmuş başka bir tüpe aktarılmıştır.

5. Bu tüpteki çözeltiden 0.01 ml alınarak, lam üzerine konulur ve üzerine 18x18mm²lik lamel kapatılarak, mikroskopta incelenmeye hazır hale getirilmiştir.

3.3.2.1. Preparatların incelenmesi

Her preparat sol üst köşeden Olympus CX21 marka mikroskopta incelenmeye başlanmış ve 18x18 mm²'lik alan tamamen taranarak bu alanda bulunan tüm polenler tür ayrımı yapmadan sayılarak not edilmiştir. Sayım sırasında X20 oküler ve X40'lik objektif kullanılmıştır. Daha sonra aynı preparat tekrar sol üst köşeden başlanarak tamamen taranmış ve *Lycopodium* spp. sporlarının sayısı saptanmıştır. Elde edilen polen ve spor sayısı aşağıdaki formüle uygulanmıştır. Bulunan sonuç 10 gram baldaki toplam polen sayısıdır. Bu sayı minimum 15000 ile maksimum 150000 arasında, balın bitki kaynağına göre değişebilmektedir. Eğer TPS 10 g, 15000'in altında ya da 150000'in üstünde ise bu balda tağşişten şüphe edilmesi ve diğer kimyasal ve fiziksel analizlerin yapılması gerekir [21].

$$\text{Toplam polen sayısı TPS} - 10^* = \frac{\text{Sayılan polen sayısı} \times 12542^{**}}{\text{Sayılan } Lycopodium \text{ sporu}}$$

* TPS-10: 10 g baldaki Toplam Polen Sayısı

** 12542: Bir *Lycopodium* tabletinde bulunan spor sayısı

3.3.3. Referans preparatların hazırlanması

Ardahan ili ve ilçelerinden alınan bal örneklerindeki polenlerin tespitinde yararlanılmak üzere arazi çalışması yapılarak aralıkların çevresinde bulunan çiçekli bitkiler toplanmıştır. Toplanan bu bitkiler Sistematik Botanik Anabilim Dalı çalışanlarından yardım alınarak teşhis edilmiş ve referans polen preparatları Wodehouse yöntemiyle hazırlanmıştır.

3.3.3.1. Wodehouse yöntemi

Preparatların yapımı için, çiçeğin anterinde bulunan polenlerin lam üzerine düşmesi sağlanmıştır. Lam üzerine düşen polenlere %96'lık etil alkolden 2-3 damla damlatılmıştır.

Bu yolla polen üzerindeki yağların erimesi ve hava kabarcıklarının giderilmesi sağlanmıştır. Alkolün buharlaşması için lam hafifçe ısıtılmıştır. Lam üzerine, hazırlanmış olan bazik-fuksinli gliserin-jelatin karışımından bir miktar (2-3 mm³) konulduktan sonra bazik-fuksinli gliserin-jelatinin erimesi için lam ısıtılmış ve karışımın kaynamamasına dikkat edilmiştir. Erime tamamlandıktan sonra lam üzerine lamel kapatılıp polenin alındığı bitkinin adı ve toplandığı tarih etikete yazılarak lamın kenarına yapıştırılmıştır. Preparat ters çevrilerek soğumaya bırakılmıştır [13].

3.3.4. Balda nişasta analizi için preparatların hazırlanması

Bal örneklerinde bulunan nişastanın polenden mi yoksa tağşiş amaçlı olarak sonradan bala eklenip eklenmediğini saptamak için Sorkun [28], tarafından geliştirilen metot kullanılmıştır.

1. İyice karıştırılmış ve homojen hale getirilmiş stok baldan 10 g alınmış ve deney tüpüne aktarılmıştır.
2. Üzerine 20 ml distile su ilave edilerek balın su içerisinde çözülmesini sağlamak amacıyla tüpler 45 C°'lik su banyosunda 10-15 dakika bekletilmiş ve su banyosundan çıkarılan her tüp karıştırıcı yardımı ile karıştırılarak balın su içerisinde çözünmesi sağlanmıştır. Suyun homojen şekilde karıştırılması sağlandıktan sonra, çözelti Heraeus Labofuge 400 model santrifüj ile 3500 rpm'de 45 dakika santrifüj edilmiş ve santrifüj edilen tüplerin süpernatant kısmı dökülmüştür.
3. Suyunun iyice süzülmesi sağlanan tüpün dibinde kalan çökeltiye bir damla seyreltik iyot damlatılarak bu çözeltiden 1 damla alınıp lam üzerine konulmuş ve üzerine lamel kapatılarak, mikroskopta incelenmeye hazır hale getirilmiştir.

3.3.4.1. Nişasta analizi için iyot çözeltisi hazırlanması

100 ml suya 1 g KI (potasyum iyodür) ve 1 g I (iyot) ilave edilmiş ve iyice karıştırılmıştır [29]. Karışımı seyreltmek amacıyla bu karışımdan 1 ölçü alınmış ve üzerine 2 ölçü distile su ilave edilmiştir.

3.3.4.2. Preparatların incelenmesi

Her preparat sol üst köşeden Olympus CX21 marka mikroskopta incelenmeye başlanmış ve 18x18 mm²'lik tüm alan taranmış ve nişasta içeren polenlerin renk değişimine uğrayarak mor renkli bir görünüm kazandığı tespit edilmiştir. Sorkun [28], nişasta içermeyen polenlerde ise herhangi bir değişiklik gözlenmeyeceğini belirtmiştir. Alan yeniden taranarak, 100 polen sayılmış ve 100 polenin bulunduğu alandaki nişasta tanesi sayısı belirlenmiştir. Nişasta sayısı/polen sayısı oranlanmıştır. Bu orana göre, 10 g balda %10'dan fazla nişasta bulunan balların tağşişli olduğu sonucuna varılmıştır. Sayım sırasında X10 oküler ve X40'lik objektif kullanılmıştır.

3.3.5. Balda bulunmaması gereken mikroskobik partikül analizi için preparat hazırlanması

Partikül analizi için de 3.3.1'de verilen ve balda polen analizini yapmak için hazırlanan preparatlar kullanılmıştır.

3.3.5.1. Preparatların incelenmesi

Her preparat sol üst köşeden Olympus CX21 marka mikroskopta, incelenmeye başlanmış ve 18x18 mm²'lik tüm alan taranmış ve balda bulunmaması gereken mikroskobik partiküllerin varlığı saptanmıştır. İnceleme sırasında X10 oküler, X20'lik ve X40'lik objektif kullanılmıştır.

3.4. Balın Kimyasal Analizi

3.4.1. Balda kül miktarı ve elektriksel iletkenlik tayini

1 g balda, % kül miktarı ve elektriksel iletkenlik tayini için Accorti et al. [30], Sancho et al. [33] ve Piazza et al. [36] tarafından geliştirilen metot değiştirilerek uygulanmıştır.

1. 1 g bal, sabit tartıma getirilmiş porselen kroze içerisine tartılmıştır.
2. Tartılan bal sıcaklığı 600 °C 'ye ayarlanmış kül fırınına yerleştirilmiştir.
3. Kül fırınına yerleştirilen bal yaklaşık 6 saat yakılmıştır.
4. Kroze soğuduktan sonra tekrar tartılmıştır.

3.4.1.1. Sonuçların hesaplanması

3.4.1.1.1. Kül miktarı

Kül miktarı, yüzde ağırlık olarak ifade edilmiştir (g/100 g).

3.4.1.1.2. Elektriksel iletkenlik

Elektriksel iletkenlik ise, Accorti et al. [30]'un daha önceden az miktarda örnekte çalışarak tespit ettiği, diğer araştırmacılar tarafından da doğrulanan, yüzde kül miktarı ve elektriksel iletkenlik arasındaki ilişkiye göre saptanmıştır [33, 36].

A: Yüzde kül miktarı

C: Elektriksel iletkenlik (mS/cm)

$$C = 0.14 + 1.74 A$$

3.4.2. Balda refraktometre ile nem tayini

Baldaki nem miktarı, Devillers et al. [31] ve Bogdanov [32]'un uyguladığı metoda göre, refraktometre ile ölçülmüştür. Balda yüzde nem miktarı tayini için kullanılan refraktometre Şekil 3.4'te verilmiştir.



Şekil 3.4. Refraktometre

1. Bal kristalize olmuş ise nem miktarı tayininin doğru gerçekleşmesi için örnek ısıtılıp sıvı hale getirilmiştir.
2. Cam bagetin ucuna yaklaşık 1 g bal alınarak bu bal refraktometrenin kapaklı cam haznesine konulmuştur.
3. Kapak kapatıldıktan sonra nemin yüzdesi, mercekli kısımdan bakılarak sayısal cetveldен okunmuştur.

3.4.3. Bal örneklerinde yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) cihazı ile şeker analizi

Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) ile yapılan nitel ve nicel ölçümler balın şeker içeriğinin anlaşılmasında tercih edilen yöntemlerden biridir. Balda şeker analizi için Bogdanov ve Baumann [126] tarafından yayınlanan ve uluslararası bal komisyonunun belirlediği yöntem kullanılmıştır [42].

3.4.3.1. Standart çözeltilerin hazırlanması

Tespit edilecek her şeker türü (fruktoz 2.0 g ve glikoz 1.5 g) tartılarak 40 ml suda çözündürülmüştür ve 100 ml'lik ölçülü balona aktarılmıştır. Ardından 25 ml metanol eklenerek çözelti su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır.

3.4.3.2. Deney numunesinin hazırlanması ve enjekte edilmesi

Bal örneğinden 5 g cam beher içerisinde tartılarak 40 ml distile suda ısıtılmadan çözündürülmüş ve çözelti içine 25 ml metanol konularak 100 ml'lik ölçülü balona aktarılmıştır. Çözelti distile su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır. Tüm örnekler 0.45 µm'lik filtrelerden süzülerek akış hızı 1 ml/min, kolon sıcaklığı 30°C, enjeksiyon hacmi 50 µl ve asetonitril /su oranı 80 ml/20 ml olan hareketli fazdaki HPLC cihazına enjekte edilmiştir.

3.4.3.3. Nitel ve nicel tespit

Numune çözeltisi için elde edilen kromatogramdaki piklerin alıkonma zamanları standart çözelti ile elde edilen piklerin alıkonma zamanları ile karşılaştırılarak nitel tespit yapılmıştır.

Numune çözeltisi için elde edilen kromatogramdaki ilgili şeker türüne karşılık gelen piklerin pik alanları ve yükseklikleri ölçülerek nicel tayin yapılmıştır.

Elde edilen veriler kullanılarak her şekerin ayrı ayrı g/100g baldaki yüzde kütlesi, W, bağıntıya göre hesaplanmıştır.

$$W = \frac{A1 \times V1 \times ml \times 100}{A2 \times V2 \times mo}$$

A1: numune çözeltisindeki her bir çekere ait pik alanı veya pik yüksekliği

A2: standart çözeltideki her bir şekere ait pik alanı veya pik yüksekliği

V1: numune çözeltisinin toplam hacmi

V2: standart çözeltinin toplam hacmi

mo: Numunenin kütlesi

ml: V2 (standart çözelti) hacmindeki şekerin kütlesi

3.5. Ortalama ve standart hata hesaplamaları

Bu çalışmada, tüm bulguların değerlendirilerek ortalamalarının ve standart hatalarının saptanmasında SPSS 11.5 sürüm (SPSS Inc, Chicago, IL, USA) istatistik programı kullanılmıştır.

4. SONUÇLAR

4.1. Mikroskobik Analiz Sonuçları

4.1.1. Bal örneklerinde polen analizi

76 bal örneğinde polen analizi yapılarak, her bala ait sonuçlar ayrı ayrı tespit edilmiştir ve her ilçeye ait tablolar ayrı ayrı oluşturulmuştur. Tablolarda balların örnek no'su ve sayılan 200 polenin bitki familyalarına göre dağılımları gösterilmiştir.

4.1.1.1. Çıldır ilçesine ait polen analiz sonuçları

Çıldır ilçesine ait incelenen dokuz bal örneğinin polen preparatlarında Apiaceae, Asteraceae, Betulaceae, Boraginaceae, Brassicaceae, Campanulaceae, Caprifoliaceae, Caryophyllaceae, Cistaceae, Chenopodiaceae, Cyperaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Poaceae, Polygonaceae, Rhamnaceae, Ranunculaceae, Rosaceae, Salicaceae ve Solanaceae familyalarına ait polenler teşhis edilmiş olup, Boraginaceae ve Fabaceae familyalarına ait polenlere en sık rastlanılmıştır. Çıldır ilçesinden alınan dokuz bal örneğine ait polen dağılımı Çizelge 4.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1 Çıldır ilçesine ait bal örneklerinin mikroskobik analiz sonuçları

Bitki Familyası	Bitki Taksonu	C 1	C2	C 3	C 4	C 5	C 6	C 7	C 8	C 9
Apiaceae		2	18		3		21	2	8	2
Asteraceae				1	3	2		6	2	5
Betulaceae		1							1	
Boraginaceae		8	29	1	0	6	17	29	4	7
	<i>Echium</i> spp.	30	21	28	27	98	13	13	89	18
	<i>Myosotis</i> spp.	79	3	106	10	20	5	45		
	<i>Symphytum</i> spp.		1							
	<i>Cynoglossum</i> spp.							1		
Brassicaceae			1		1		1	1	1	2
Campanulaceae								3		
Caprifoliaceae				1						
Caryophyllaceae			1				1	1	3	
Cistaceae					3			1		1
Chenopodiaceae									1	1
Cyperaceae						2	2			
Euphorbiaceae					1					
Fabaceae		69	107	50	120	67	130	62	42	145
	<i>Onobrychis</i> spp.	4	1		4	1	3	2	1	
	<i>Trifolium</i> spp.							14		
Lamiaceae		1	3		3	3	2	2	48	15
	<i>Teucrium</i> spp.							3		
Poaceae		1		2	3					3
Polygonaceae	<i>Rumex</i> spp.			2				3		
Rhamnaceae										
Ranunculaceae			1		1			1		
Rosaceae		5	14	8	19	1	5	10		
Salicaceae				1				1		
Solanaceae					2					1
Toplam		200	200	200	200	200	200	200	200	200

4.1.1.2. Damal ilçesine ait polen analiz sonuçları

Damal ilçesine ait incelenen sekiz bal örneğinin polen preparatlarında Apiaceae, Asteraceae, Berberidaceae, Boraginaceae, Brassicaceae, Campanulaceae, Caprifoliaceae, Caryophyllaceae, Cistaceae, Chenopodiaceae, Cyperaceae, Dipsacaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Fagaceae Lamiaceae, Poaceae, Ranunculaceae, Rosaceae ve Salicaceae familyalarına ait polenler teşhis edilmiş olup, en sık Boraginaceae ve Fabaceae familyalarına ait polenlere rastlanılmıştır. Damal ilçesinden alınan sekiz bal örneğine ait polen dağılımı Çizelge 4.2’te gösterilmiştir

Çizelge 4.2. Damal ilçesine ait bal örneklerinin mikroskopik analiz sonuçları

Bitki Familyası	Bitki Taksonu	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
Apiaceae		17	3	4		3	14	5	1
Asteraceae		1	1	1	2	15	8	3	4
Berberidaceae			1						1
Boraginaceae		18	21	1	7	10	11	3	21
	<i>Echium</i> spp.	36	12	9	17	31	21	28	85
	<i>Myosotis</i> spp.	9	13	137	152	59	7	113	16
Brassicaceae		58	1	20		52	45	3	4
Campanulaceae			5				1	1	3
Caprifoliaceae		1							
Caryophyllaceae		1		1					1
Cistaceae		3	2		3	8	19	1	8
Chenopodiaceae			1				1		
Cyperaceae						1			
Dipsacaceae	<i>Scabiosa</i> spp.		1		1	1	3	1	2
Euphorbiaceae									1
Fabaceae		53	112	22	9	16	48	36	33
	<i>Onobrychis</i> spp.		10		3				2
Fagaceae	<i>Castanea</i> spp.		1						
Lamiaceae		2	3		4	3	10	3	5
Poaceae		1	5	1		1	6	1	4
Ranunculaceae							1	1	
Rosaceae			8	4	2		4	1	6
Salicaceae							1		3
Toplam		200	200	200	200	200	200	200	200

4.1.1.3. Göle ilçesine ait polen analiz sonuçları

Göle ilçesine ait incelenen dokuz bal örneğinin polen preparatlarında Apiaceae, Asteraceae, Boraginaceae, Brassicaceae, Campanulaceae, Caprifoliaceae, Caryophyllaceae, Cistaceae, Chenopodiaceae, Cyperaceae, Dipsacaceae, Ericaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Fagaceae Lamiaceae, Pinaceae, Poaceae, Polygonaceae, Rhamnaceae, Ranunculaceae, Rosaceae, Salicaceae ve Solanaceae familyalarına ait polenler teşhis edilmiş olup, en sık Boraginaceae ve Fabaceae familyalarına ait polenlere rastlanılmıştır. Göle ilçesinden alınan dokuz bal örneğine ait polen dağılımı Çizelge 4.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Göle ilçesine ait bal örneklerinin mikroskobik analiz sonuçları

Bitki Familyası	Bitki Taksonu	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
Apiaceae		4	18	2	1	4	1	6	10	1
Asteraceae		3	5	1	3	6		1	1	
	<i>Centaurea</i> spp.		2			3				
Boraginaceae		23	22	6	12		12	5	13	10
	<i>Echium</i> spp.		37	8	20	44	32	45	58	65
	<i>Myosotis</i> spp.	3	1	7		20				15
	<i>Cynoglossum</i> spp.		1							
Brassicaceae		3	4	8	2	1			3	1
Campanulaceae		1								
Caprifoliaceae								3		
Caryophyllaceae		1	2					1	4	
Cistaceae		9	1		2		5	3	2	
Chenopodiaceae								1		
Cyperaceae						1				
Dipsacaceae	<i>Scabiosa</i> spp.	2	1				1		1	
Ericaceae		3						3		
Euphorbiaceae		1						1		
Fabaceae		49	73	155	137	95	118	83	76	72
	<i>Onobrychis</i> spp.	14	5			8	7	19	6	
	<i>Trifolium</i> spp.	5								
Fagaceae	<i>Castanea</i> spp.	49								13
Geraniaceae										2
Lamiaceae		3	18	1	3	8	5	4	3	4
Pinaceae		1	1		2			1		
Poaceae		7		4		4	4		2	6
Polygonaceae	<i>Rumex</i> spp.			1			1			
Rhamnaceae					1					2
Ranunculaceae						1	1			
Rosaceae		19	9	5	14	3	12	17	14	6
Salicaceae	<i>Salix</i> spp.			2	3	2	1	3	7	3
Solanaceae								4		
Toplam		200	200	200	200	200	200	200	200	200

4.1.1.4. Hanak ilçesine ait polen analiz sonuçları

Hanak ilçesine ait incelenen on altı bal örneğinin polen preparatlarında Apiaceae, Asteraceae, Boraginaceae, Brassicaceae, Campanulaceae, Caprifoliaceae, Caryophyllaceae, Cistaceae, Chenopodiaceae, Cyperaceae, Dipsacaceae, Ericaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Onagraceae, Pinaceae, Poaceae, Polygonaceae, Rhamnaceae, Ranunculaceae, Rosaceae ve Salicaceae familyalarına ait polenler teşhis edilmiş olup, en sık Boraginaceae ve Fabaceae familyalarına ait polenlere rastlanılmıştır. Hanak ilçesinden alınan on altı bal örneğine ait polen dağılımı Çizelge 4.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Hanak ilçesine ait bal örneklerinin mikroskobik analiz sonuçları

Bitki Familyası	Bitki Taksonu	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16
Apiaceae		14		5	6	4	1	13		1	1		5	1	4	3	7
Asteraceae		2	1	9	1	3	3	1		1		6	4	3	6	4	
Boraginaceae		16	25	22	4	30	34	9		14	49	49	29	53	45	75	18
	<i>Echium</i> spp.	39	68	15	23	96	49	13	4	5	35	18	50	24	42	20	17
	<i>Myosotis</i> spp.	5	2						156					1	1		1
Brassicaceae		17	4	4	2	1	9	2	3	12	1	3	1	4	3	2	2
Campanulaceae								1	1					1			
Caprifoliaceae		1		1						5			1				
Caryophyllaceae			3	1						3	3	1		2	3		1
Cistaceae		1	9	5			1	20		20	1	3	3	10			2
Chenopodiaceae										1		1					
Cyperaceae		1															
Dipsacaceae	<i>Scabiosa</i> spp.			2							1	1	2				
Euphorbiaceae											8		1		4		
Fabaceae		92	77	118	140	50	81	111	30	115	62	21	59	62	75	83	135
	<i>Onobrychis</i> spp.		4	1	1	5	5	3		1	23	6	2		2		1
	<i>Trifolium</i> spp.			3			2	17			6	67	29		5	1	11
Lamiaceae		5	1	10	19	10	14	4	3	21	3	8	14	2	3	6	2
Onagraceae															1		
Pinaceae																1	
Poaceae		1	1	2	2		1	4	1	1		1		3	4	5	2
Polygonaceae	<i>Rumex</i> spp.					1			2					4			
Rhamnaceae											1						
Ranunculaceae			2		1							3					
Rosaceae		6	3	2				2			6	10		29	2		1
Salicaceae	<i>Salix</i> spp.				1									1			
Toplam		200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200

4.1.1.5. Merkez ilçesine ait polen analiz sonuçları

Merkez ilçesine ait incelenen yirmi beş bal örneğinin polen preparatlarında Apiaceae, Asteraceae, Betulaceae, Boraginaceae, Brassicaceae, Campanulaceae, Caryophyllaceae, Cistaceae, Chenopodiaceae, Cyperaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Geraniaceae, Lamiaceae, Liliaceae, Malvaceae, Poaceae, Rhamnaceae, Ranunculaceae, Rosaceae ve Salicaceae familyalarına ait polenler teşhis edilmiş olup, en sık Boraginaceae ve Fabaceae familyalarına ait polenlere rastlanılmıştır. Merkez ilçesinden alınan yirmi beş bal örneğine ait polen dağılımı Çizelge 4.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Merkez ilçesine ait bal örneklerinin mikroskopik analiz sonuçları (M1-M12)

Bitki Familyası	Bitki Taksonu	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Apiaceae			1	1	10			5	2	3			6
Asteraceae			1		4			1	1	2	2		
Betulaceae													
Boraginaceae		23	83		18	158	178	55	16	83		54	
	<i>Echium</i> spp.			3					5		20		10
	<i>Myosotis</i> spp.			165							100		72
	<i>Cynoglossum</i> spp.												
Brassicaceae		4		5	3	5	2	4	22	1	1		5
Campanulaceae				1				1					
Caryophyllaceae									1		1		1
Cistaceae			4	2						2	3		1
Chenopodiaceae		1									1		
Cyperaceae								2					
Euphorbiaceae									1				
Fabaceae		161	106	20	152	31	20	121	130	105	53	134	80
	<i>Onobrychis</i> spp.												8
Geraniaceae									1				
Lamiaceae		8	3		7	1		2	9	4	3	3	3
Liliaceae													
Malvaceae			2	2									
Poaceae		1						1	1			5	2
Rhamnaceae													2
Ranunculaceae											2		
Rosaceae				1	2	5		8	8		1	4	10
Salicaceae	<i>Salix</i> spp.	2			4				3		13		
Toplam		200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200

Çizelge 4.5. (devam ediyor) Merkez ilçesine ait bal örneklerinin mikroskobik analiz sonuçları (M13-M25)

Bitki Familyası	Bitki Taksonu	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25
Apiaceae		10	1	2		2	5	1	6	2				
Asteraceae						5	3	3	1	3			1	
Betulaceae														4
Boraginaceae		45	147	62	197	57	70	8	71	10	66	96	30	147
	<i>Echium</i> spp.					58				20				
	<i>Myosotis</i> spp.					1								
	<i>Cynoglossum</i> spp.					2								
Brassicaceae		2	2	5		3		3	1	4			20	3
Campanulaceae		1												
Caryophyllaceae										1	1	1	1	
Cistaceae			3					3	2		3			
Chenopodiaceae												4		
Cyperaceae							6		1		1	3		
Euphorbiaceae							1		1			3		
Fabaceae		134	46	127	3	120	100	161	114	144	125	88	143	42
	<i>Onobrychis</i> spp.													
Geraniaceae														
Lamiaceae		6		3		6	13	4		7			3	2
Liliaceae												1		
Malvaceae														
Poaceae		2	1	1		4	1	5	3	1	2	1	2	2
Rhamnaceae												3		
Ranunculaceae							1	2						
Rosaceae						1		10			2			
Salicaceae	<i>Salix</i> spp.													
Toplam		200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200

4.1.1.6. Posof ilçesine ait polen analiz sonuçları

Posof ilçesine ait incelenen dokuz bal örneğinin polen preparatlarında Apiaceae, Asteraceae, Boraginaceae, Brassicaceae, Campanulaceae, Caryophyllaceae, Cistaceae, Dipsacaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Poaceae, Rhamnaceae, Ranunculaceae, Rosaceae ve Salicaceae familyalarına ait polenler teşhis edilmiş olup, en sık Boraginaceae ve Fabaceae familyalarına ait polenlere rastlanılmıştır. Posof ilçesinden alınan dokuz bal örneğine ait polen dağılımı Çizelge 4.6’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. Posof ilçesine ait bal örneklerinin mikroskobik analiz sonuçları

Bitki Familyası	Bitki taksonu	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Apiaceae		3		1	4	1		1	7	2
Asteraceae		59			1		1		7	9
Boraginaceae		1	12		9	2	29	21	37	13
	<i>Echium</i> spp.	9		23	30	20	37	19	35	10
	<i>Myosotis</i> spp.			1		24		24		21
	<i>Symphytum</i> spp.									2
Brassicaceae				1	1	3	3	9	2	
Campanulaceae			7	1			1			1
Caryophyllaceae						1				
Cistaceae		5	11	8	19		1	11		2
Dipsacaceae	<i>Scabiosa</i> spp.			1	4		1			
Fabaceae		72	136	146	110	141	90	87	72	91
	<i>Onobrychis</i> spp.	8					20	3	18	12
Lamiaceae		12	1	2	9	1	5	10	8	33
Poaceae		1	4	11	4	4	1	2		2
Rhamnaceae							1			
Ranunculaceae				1	4					
Rosaceae			29	4	5		10	13	5	2
Salicaceae	<i>Salix</i> spp.					3			9	
Toplam		200	200	200	200	200	200	200	200	200

4.1.2. Bal örneklerinin toplam polen sayısı (TPS) analizi

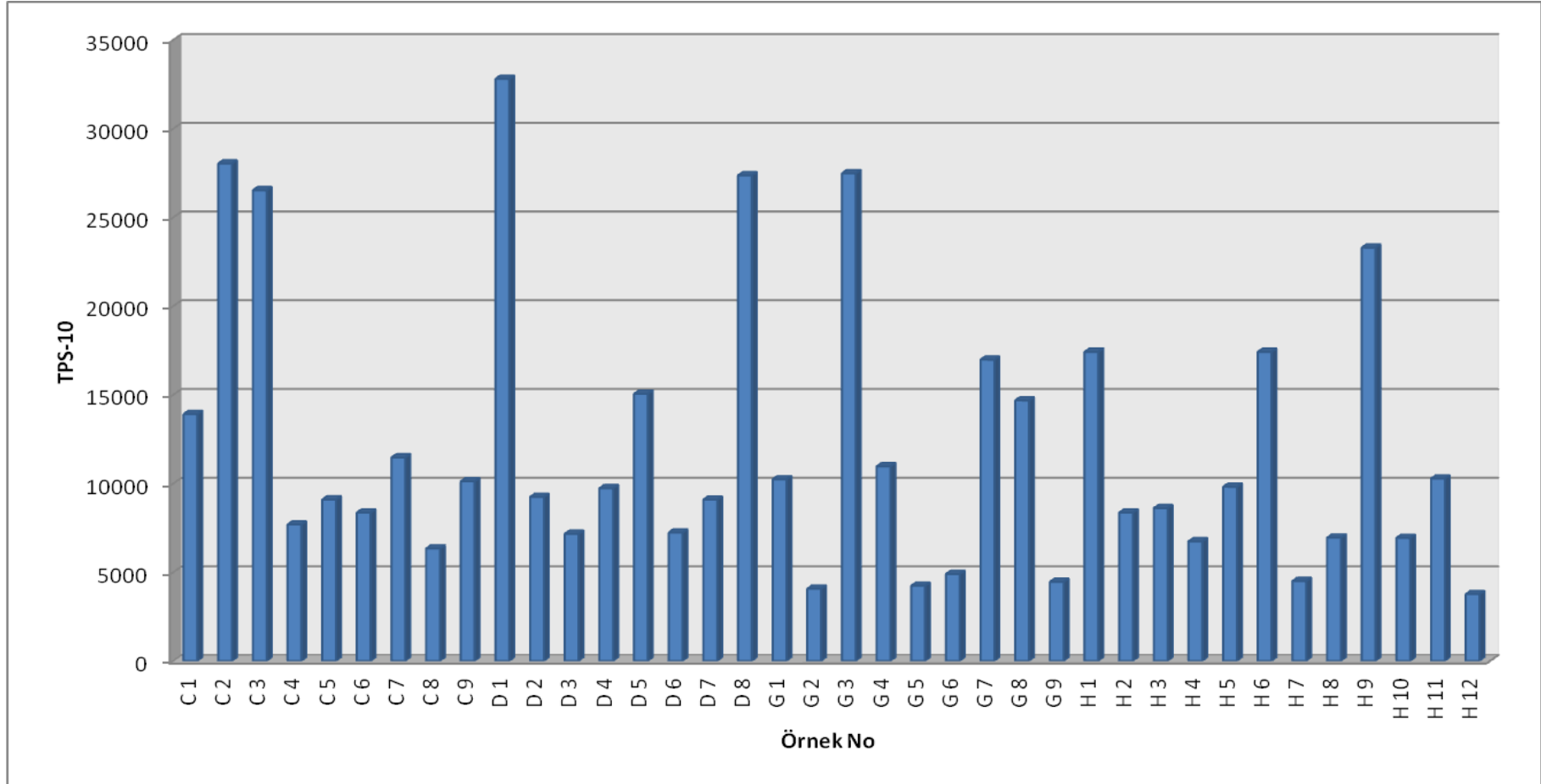
76 adet bal örneğinin, 10 g baldaki Toplam Polen Sayısı (TPS-10) ayrı ayrı tespit edilmiştir. Çalışılan balların örnek no'su ve Toplam Polen Sayısı'nın (TPS-10) ballara göre dağılımı ve ortalama değeri Çizelge 4.7'de ve örneklerin TPS-10'unun ballara göre dağılımı ise Şekil 4.1-2'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Bal örneklerinin TPS-10'unun ballara göre dağılımı

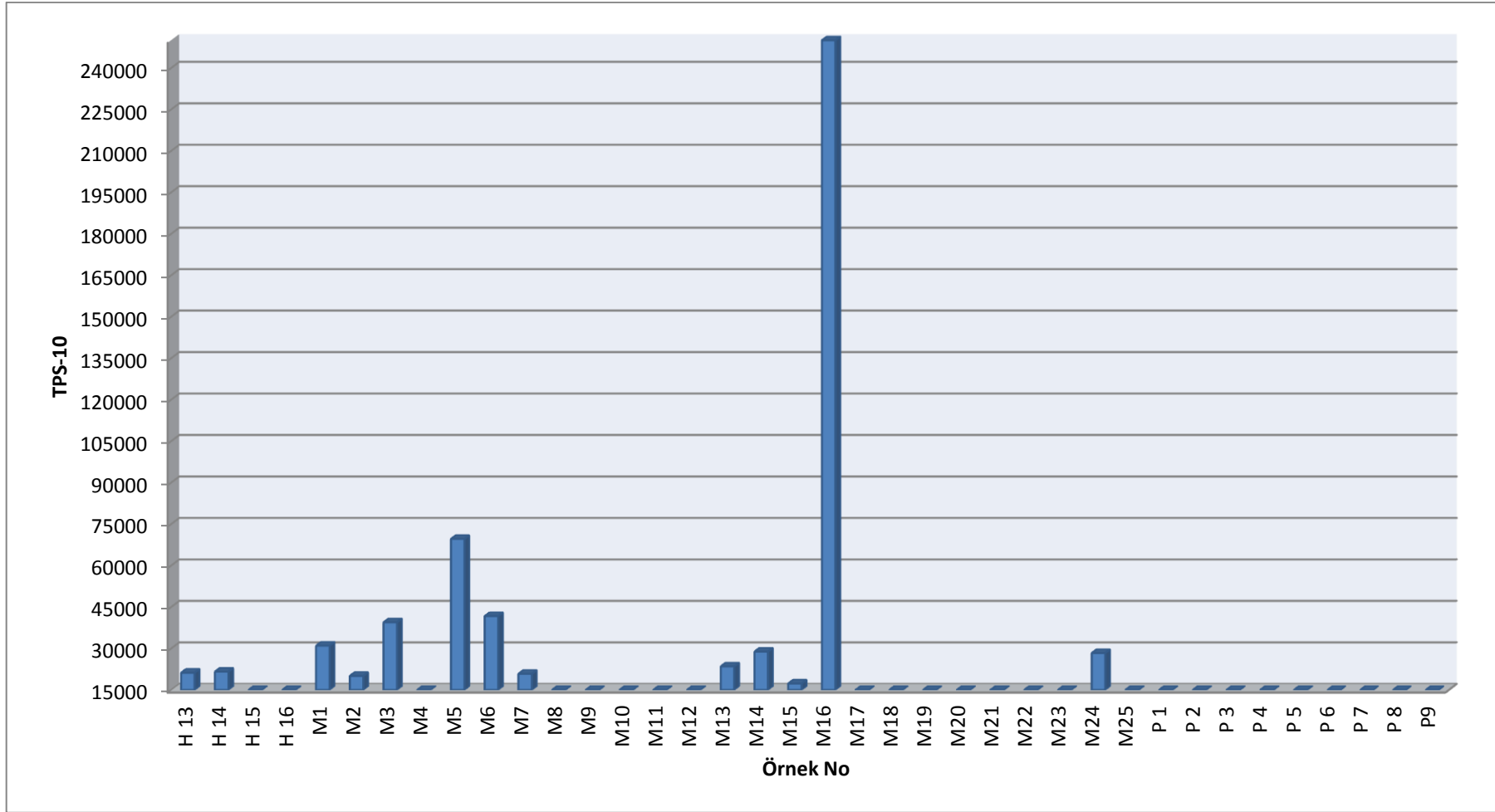
Örnek No	TPS-10	Örnek No	TPS-10	Örnek No	TPS-10	Örnek No	TPS-10	Örnek No	TPS-10	Örnek No	TPS-10
C1	13910	D 1	32802	G1	10234	H 1	17419	M1	30986	P 1	10219
C2	28035	D 2	9241	G2	4072	H 2	8361	M2	20067	P 2	7221
C3	26526	D3	7167	G3	27483	H 3	8613	M3	39448	P 3	6206
C4	7687	D4	9734	G4	10965	H 4	6739	M4	8104	P 4	3810
C5	9096	D5	15050	G5	4237	H 5	9815	M5	69630	P 5	8104
C6	8361	D6	7236	G6	4901	H 6	17419	M6	41689	P 6	13314
C7	11467	D7	9093	G7	16980	H 7	4502	M7	20814	P 7	4479
C8	6334	D8	27364	G8	14683	H 8	6946	M8	4627	P 8	6968
C9	10122	-	-	G9	4459	H 9	23292	M9	3893	P9	7591
-	-	-	-	-	-	H 10	6931	M10	12137	-	-
-	-	-	-	-	-	H 11	10275	M11	13044	-	-
-	-	-	-	-	-	H 12	3763*	M12	10674	-	-
-	-	-	-	-	-	H 13	21225	M13	23516	-	-
-	-	-	-	-	-	H 14	21607	M14	28847	-	-
-	-	-	-	-	-	H 15	4918	M15	17326	-	-
-	-	-	-	-	-	H 16	4181	M16	594220**	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	M17	12890	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	M18	8901	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	M19	6271	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	M20	7378	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	M21	8741	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	M22	13855	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	M23	12398	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	M24	28336	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	M25	9545	-	-
Ortalama	13504		14711		10890		11000		41893		7546
Genel Ortalama										21428	

** maksimum değer

* minimum değer



Şekil 4.1. Bal örneklerinin TPS-10'unun ballara göre dağılımı (C1-H12)



Şekil 4.2. Bal örneklerinin TPS-10'unun ballara göre dağılımı (H13-P9)

4.1.3. Balda nişasta analizi

76 adet bal örneğinde nişasta analizi yapılarak, sonuçlar ayrı ayrı tespit edilmiştir. Balların örnek no'su, yüzde nişasta miktarı, polen kaynaklı ya da tağşiş amaçlı nişasta tanesi içerip içermediğinin, ballara göre dağılımı Çizelge 4.8'de ve yüzde nişasta miktarının, bal örneklerine göre dağılımını gösteren grafik Şekil 4.3'te verilmiştir. Hif, nişasta içeren polen taneleri ve dışarıdan katkılı nişasta tanelerinin mikroskopik görünümü ise Şekil 4.4'te verilmiştir. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğindeki değerler referans alınmıştır [7].

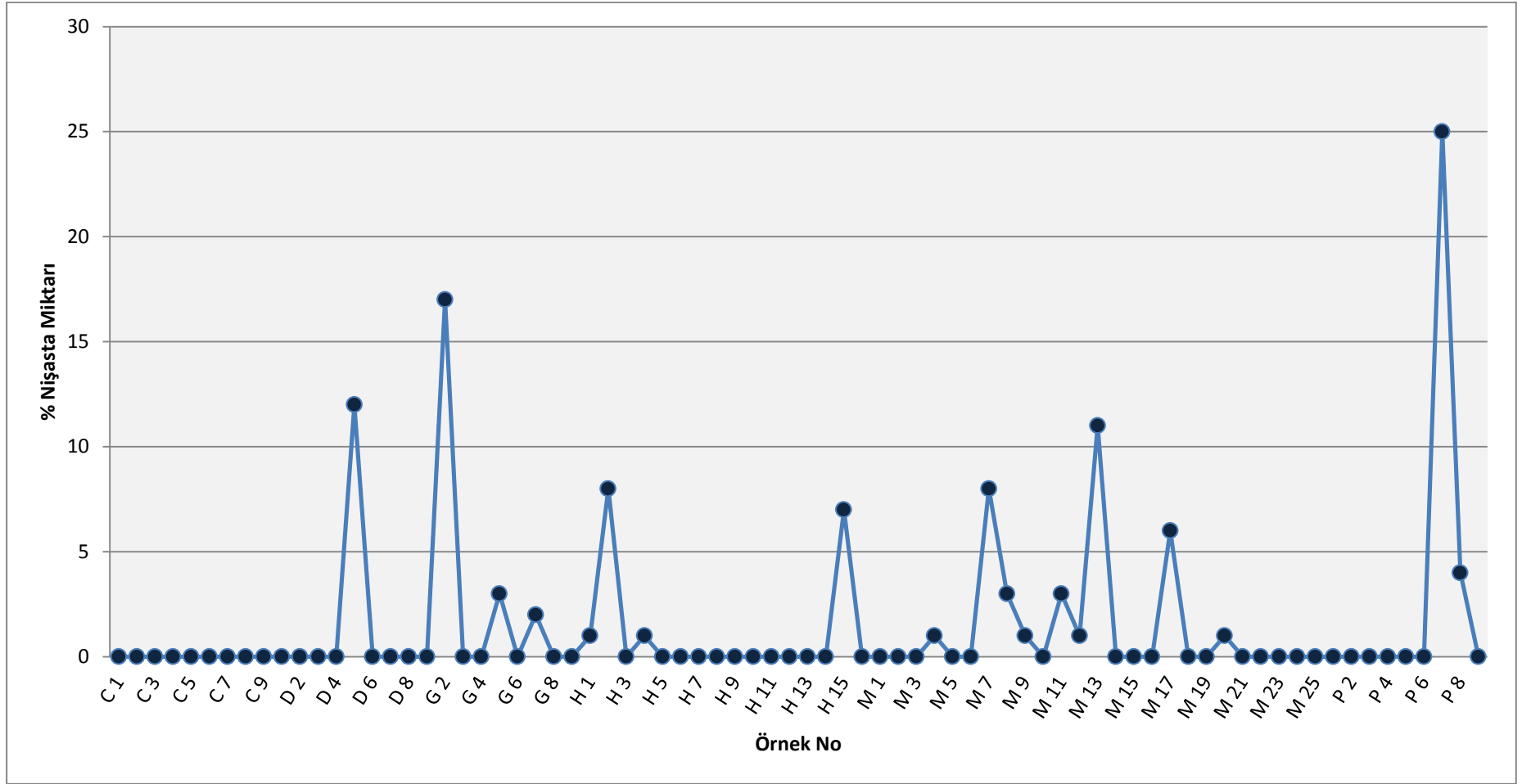
Çizelge 4.8. Bal örneklerinin, yüzde nişasta miktarı, polen kaynaklı ya da tağşiş amaçlı nişasta tanesi içerip içermediği

Örnek No	Nişasta			Referans (≤ 10)
	%	Polen Kaynaklı	Tağşiş amaçlı	
C 1	0	+	-	<
C 2	0	+	-	<
C 3	0	+	-	<
C 4	0	+	-	<
C 5	0	+	-	<
C 6	0	+	-	<
C 7	0	+	-	<
C 8	0	+	-	<
C 9	0	+	-	<
D 1	0	+	-	<
D 2	0	+	-	<
D 3	0	+	-	<
D 4	0	+	-	<
D 5	12	+	+	>
D 6	0	+	-	<
D 7	0	+	-	<
D 8	0	+	-	<
G 1	0	+	-	<
G 2	17	+	+	>
G 3	0	+	-	<
G 4	0	+	-	<
G 5	3	+	-	<
G 6	0	+	-	<
G 7	2	+	-	<
G 8	0	+	-	<
G 9	0	+	-	<
H 1	1	+	-	<
H 2	8	+	-	<
H 3	0	+	-	<
H 4	1	+	-	<
H 5	0	+	-	<
H 6	0	+	-	<
H 7	0	+	-	<

Çizelge 4.8.(devam ediyor) Bal örneklerinin, yüzde nişasta miktarı, polen kaynaklı ya da tağşiş amaçlı nişasta tanesi içerip içermediği

Örnek No	Nişasta			Referans (≤ 10)
	%	Polen Kaynaklı	Tağşiş amaçlı	
H 8	0	+	-	<
H 9	0	+	-	<
H 10	0	+	-	<
H 11	0	+	-	<
H 12	0	+	-	<
H 13	0	+	-	<
H 14	0	+	-	<
H 15	7	+	-	<
H 16	0	+	-	<
M 1	0	+	-	<
M 2	0	+	-	<
M 3	0	+	-	<
M 4	1	+	-	<
M 5	0	+	-	<
M 6	0	+	-	<
M 7	8	+	-	<
M 8	3	+	-	<
M 9	1	+	-	<
M 10	0	+	-	<
M 11	3	+	-	<
M 12	1	+	-	<
M 13	11	+	+	>
M 14	0	+	-	<
M 15	0	+	-	<
M 16	0	+	-	<
M 17	6	+	-	<
M 18	0	+	-	<
M 19	0	+	-	<
M 20	1	+	-	<
M 21	0	+	-	<
M 22	0	+	-	<
M 23	0	+	-	<
M 24	0	+	-	<
M 25	0	+	-	<
P 1	0	+	-	<
P 2	0	+	-	<
P 3	0	+	-	<
P 4	0	+	-	<
P 5	0	+	-	<
P 6	0	+	-	<
P 7	25	+	+	>
P 8	4	+	-	<
P 9	0	+	-	<

Çizelge 4.8’de de belirtildiği gibi polen kaynaklı ve dışarıdan katkılı nişastanın varlığı durumunda ‘+’ işareti yokluğu durumunda ise ‘-’ işareti kullanılmıştır.



Şekil 4.3. Yüzde nişasta miktarının ballara göre dağılımı

P7 no'lu örnek (x40) a) Nişasta içeren Cistaceae poleni b) Nişasta içermeyen Fabaceae polen örneği (Lugol ile boyanmış)	
P7 no'lu örnek (x40) Dışarıdan katkılı nişasta kümesi	
M7 no'lu örnek (x40) a) <i>Echium</i> spp. poleni b) Dışarıdan katkılı nişasta tanesi	

Şekil 4.4. Nişasta içeren ve içermeyen polen taneleri, dışarıdan katkılı nişasta tanelerinin mikroskopik görünümü

4.1.4. Balda bulunmaması gereken mikroskobik partikül analizi

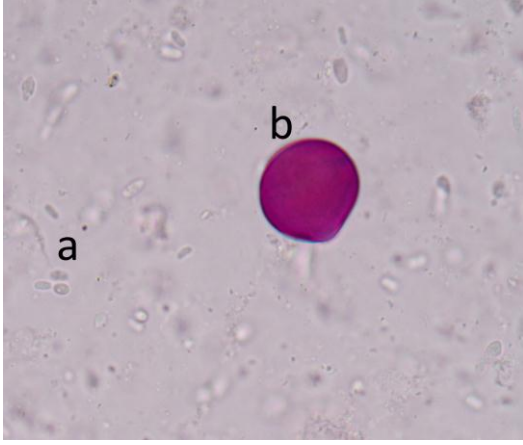
76 adet bal örneğinde partikül analizi yapılarak, sonuçlar ayrı ayrı tespit edilmiştir. Balların örnek no'su, mikroskobik partikül içerip içermediği ve saptanan partiküllerin çeşidi Çizelge 4.9'da verilmiştir. Bal örneklerinde saptanan partiküllerin mikroskobik görünümü ise Şekil 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.9. Balların örnek no'su, mikroskobik partikül içerip içermediği ve saptanan partiküllerin çeşidi

Örnek No	Balın partikül içerip içermediği	Partikül niteliği
C1	+	Bakteri sporu, Cladosporium, hif
C2	+	Bakteri sporu, Cladosporium
C3	+	Bakteri sporu, Cladosporium, Ustilago sporu,
C4	+	Cladosporium, Ustilago sporu, arı kılı, hif
C5	+	Cladosporium, arı kılı,
C6	+	Bakteri sporu, Cladosporium, Ustilago sporu,
C7	+	Bakteri sporu, Cladosporium, Ustilago sporu, arı kılı
C8	+	Bakteri sporu, Cladosporium, Ustilago sporu, hif
C9	+	Bakteri sporu, Nosema sporu, Cladosporium, Ustilago sporu, arı kılı
D 1	+	Bakteri sporu, Cladosporium, Ustilago sporu, hif
D 2	+	Bakteri sporu, Cladosporium, Ustilago sporu, arı kılı, hif
D3	+	Bakteri sporu, Cladosporium, Ustilago sporu, hif
D4	+	Bakteri sporu, Cladosporium
D5	+	Bakteri sporu, Cladosporium, Ustilago sporu, arı kılı, kanat pulu
D6	+	Cladosporium, Ustilago sporu, arı kılı,
D7	+	Bakteri sporu, Cladosporium, Ustilago sporu, hif
D8	+	Nosema sporu, Cladosporium, Ustilago sporu, arı kılı, hif
G 1	+	Bakteri sporu, Cladosporium, Ustilago sporu,
G2	+	Bakteri sporu, Cladosporium, Ustilago sporu, hif
G 3	+	Bakteri sporu, Cladosporium, Ustilago sporu,
G 4	+	Cladosporium, Ustilago sporu, hif
G 5	+	Cladosporium, Ustilago sporu, arı kılı, hif
G 6	+	Cladosporium, Ustilago sporu
G 7	+	Cladosporium, Ustilago sporu, arı kılı,
G 8	+	Bakteri sporu, Cladosporium, Ustilago sporu, arı kılı,
G 9	+	Bakteri sporu, Cladosporium, Ustilago sporu, arı kılı, hif
H 1	+	Bakteri sporu, Cladosporium, Ustilago sporu
H 2	+	Cladosporium, arı kılı, hif
H 3	+	Bakteri sporu, Cladosporium, Ustilago sporu, arı kılı, hif
H 4	+	Cladosporium, Ustilago sporu, arı kılı, hif
H 5	+	Cladosporium, arı kılı, hif
H 6	+	Cladosporium, Ustilago sporu, arı kılı

Çizelge 4.9. (devam ediyor) Balların örnek no'su, mikroskopik partikül içerip içermediği ve saptanan partiküllerin çeşidi

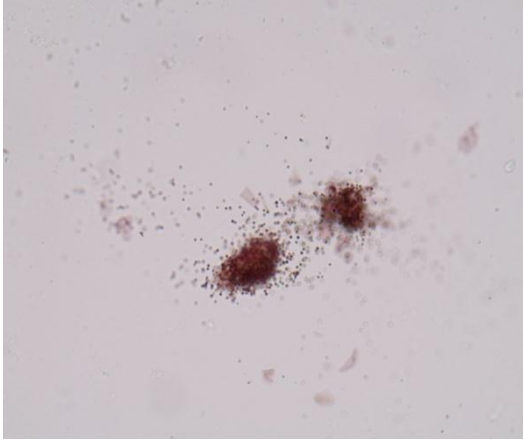
Örnek No	Balın partikül içerip içermediği	Partikül niteliği
H 7	+	Cladosporium, Ustilago sporu, arı kılı
H 8	+	Bakteri sporu, Cladosporium, Ustilago
H 9	+	Cladosporium, Ustilago sporu, arı kılı, hif, kanat sporu pulu
H 10	+	Bakteri sporu, Ustilago sporu, arı kılı, hif
H 11	+	Bakteri sporu, Cladosporium, Ustilago sporu, arı kılı, hif
H 12	+	Bakteri sporu, Cladosporium, Ustilago sporu, arı kılı,
H 13	+	Bakteri sporu, Nosema Spor, Cladosporium, Ustilago sporu, hif
H 14	+	Bakteri sporu, Cladosporium
H 15	+	Cladosporium, Ustilago sporu
H 16	+	Nosema sporu, Cladosporium, Ustilago sporu
M1	+	Bakteri sporu
M2	+	Bakteri sporu, arı kılı, hif,
M3	+	Bakteri sporu, Cladosporium
M4	+	Bakteri sporu, Cladosporium
M5	+	Bakteri sporu, Cladosporium, Ustilago sporu, arı kılı
M6	+	Bakteri sporu, Ustilago sporu, arı kılı
M7	+	Bakteri sporu, Cladosporium, arı kılı
M8	+	Bakteri sporu, Cladosporium, hif, Ustilago sporu, arı kılı
M9	+	Bakteri sporu, Cladosporium, Ustilago sporu, arı kılı, hif
M10	+	Cladosporium, arı kılı, kanat pulu
M11	+	Bakteri sporu, Cladosporium, Ustilago sporu, hif
M12	+	Bakteri sporu, Ustilago sporu, hif
M13	+	Bakteri sporu, Cladosporium,
M14	+	Bakteri sporu, Ustilago sporu,
M15	+	Bakteri sporu, Cladosporium, Ustilago sporu, arı kılı
M16	+	Bakteri sporu
M17	+	Bakteri sporu, Ustilago sporu, arı kılı,
M18	+	Bakteri sporu, Cladosporium, arı kılı
M19	+	Bakteri sporu, Cladosporium, Ustilago sporu, arı kılı, hif
M20	+	Bakteri sporu, Cladosporium,
M21	+	Bakteri sporu, Cladosporium, Ustilago sporu, hif
M22	+	Bakteri sporu, Cladosporium, Ustilago sporu, hif
M23	+	Bakteri sporu, Cladosporium
M24	+	Bakteri sporu, Cladosporium, Ustilago sporu, hif
M25	+	Bakteri sporu, Cladosporium, Varroa
P 1	+	Bakteri sporu, Cladosporium, arı kılı, hif
P 2	+	Bakteri sporu, Cladosporium,
P 3	+	Bakteri sporu, Cladosporium, arı kılı, hif
P 4	+	Cladosporium, Ustilago sporu, arı kılı
P 5	+	Cladosporium
P 6	+	Bakteri sporu, Cladosporium, hif
P 7	+	Bakteri sporu, Cladosporium, Ustilago sporu, arı kılı
P 8	+	Kanat pulu, Nosema Spor, Cladosporium, Ustilago sporu, arı kılı, hif, Varroa
P9	+	Bakteri sporu, Cladosporium, arı kılı,



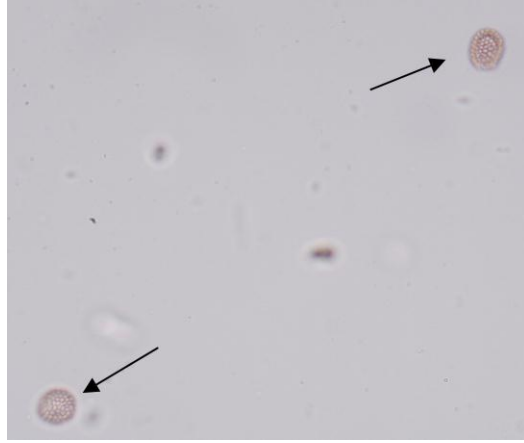
a. C9 no'lu örnek (x100)
a) Nosema sporu
b) Polen



b. H8 no'lu örnek (x100)
Ustilago sporu



c. G1 no'lu örnek (x100)
Bakteri sporu



d. G8 no'lu örnek (x100)
Ustilago sporları



e. C9 no'lu örnek (x100)
Kanat pulu



f. G1 no'lu örnek (x100)
Cladosporium

Şekil 4.5. Balda bulunan mikroskobik partiküller



g. P8 no'lu örnek (x40)
Varroa



h. M25 no'lu örnek (x20)
Varroa

Şekil 4.5. (devam ediyor) Balda bulunan mikroskobik partiküller

4.2. Balda kimyasal analiz

Toplam 76 adet bal örneğinin, kül (%), elektriksel iletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$), nem (%), fruktoz/glikoz oranı ve fruktoz+glikoz miktarı tespit edilmiştir. Yapılan fizikokimyasal analizler sonucunda, saptanan analitik değerlerin, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği [7], EU [127] ve Alimentarius Kodeksinde [128] farklı bal çeşitleri için verilen değerlere uygunluğuna göre balların kalitesi tespit edilmeye çalışılmıştır. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, EU ve Alimantarius Kodeksinde bu çalışmada yapılan fizikokimyasal analizler için istenen analitik değerler Çizelge 4.10.'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Bu çalışmada kullanılan kalite kriterleri için Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, EU ve Alimentarius Kodeksi'nde istenen analitik değerler [7, 127-128]

Kalite kriterleri	Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği		EU kodeksi		Alimentarius Kodeksi	
	Çiçek Balı	Salgı Balı	Çiçek Balı	Salgı Balı	Çiçek Balı	Salgı Balı
Elektriksel İletkenlik (mS/cm)	≤ 0.8	≥ 0.8	≤ 0.8	≤ 0.8	≤ 0.8	≥ 0.8
Nem (%)	$\leq \%20$	$\leq \%20$	$\leq \%20$	$\leq \%20$	$\leq \%20$	$\leq \%20$
Fruktoz + Glikoz	$\geq 60\text{g}/100\text{g}$	$\geq 45\text{g}/100\text{g}$	$\geq 60\text{g}/100\text{g}$	$\geq 45\text{g}/100\text{g}$	$\leq 60\text{g}/100\text{g}$	$\leq 60\text{g}/100\text{g}$
Fruktoz/Glikoz	0,9-1,4	1,0-1,4	-	-	-	-

4.2.1. Balda kül ve elektriksel iletkenlik miktarı tayini

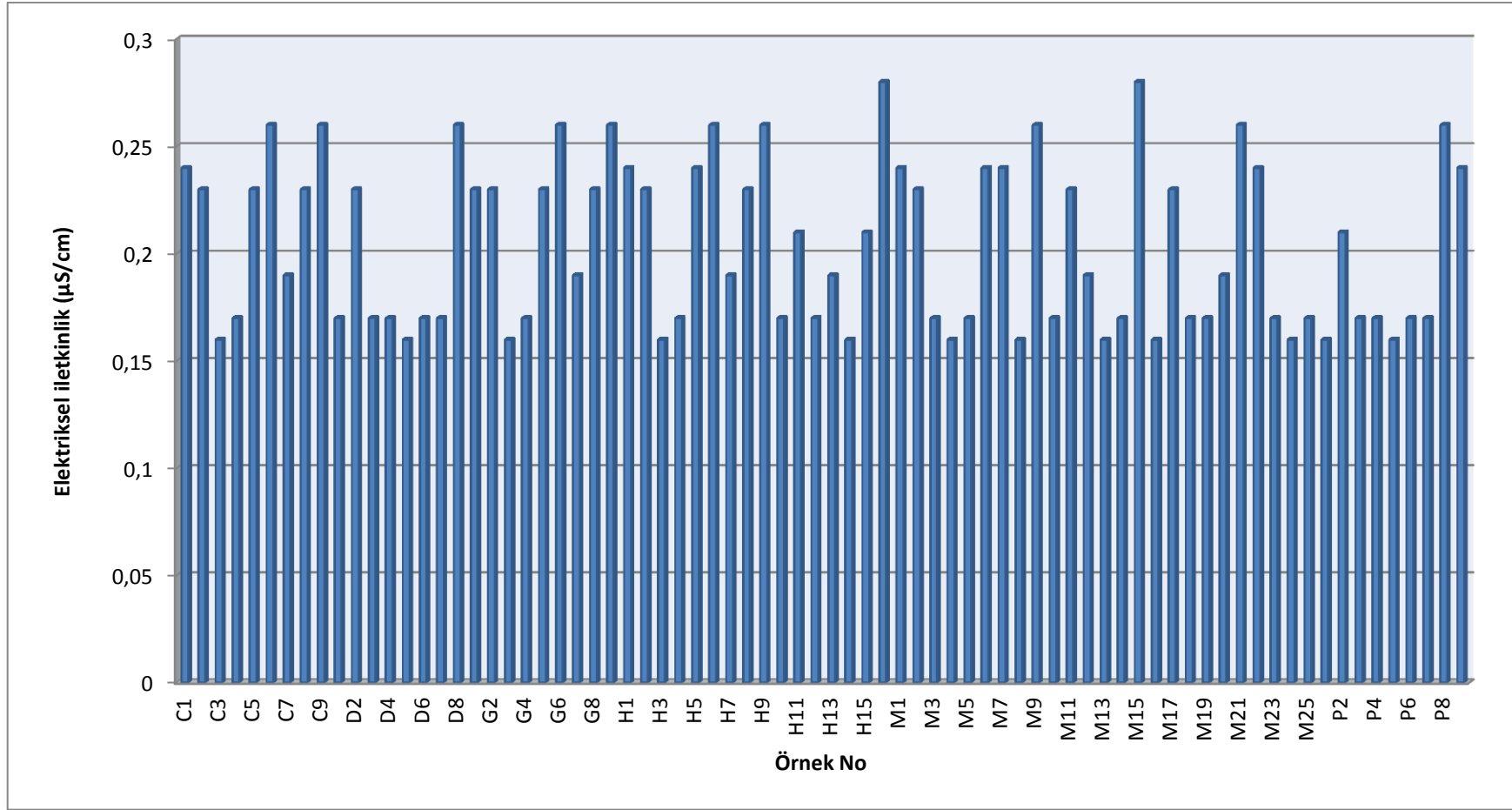
76 adet bal örneğinde yüzde kül ve elektriksel iletkenlik miktarı tayini yapılarak, sonuçlar ayrı ayrı tespit edilmiştir. Balların örnek no'su, yüzde kül miktarı, elektriksel iletkenlik miktarının ($\mu\text{S}/\text{cm}$) ballara göre dağılımı, ortalaması ve $\pm$ standart hatası ($X \pm SH$) Çizelge 4.11'de ve elektriksel iletkenlik miktarının bal örneklerine göre dağılımı Şekil 4.6'da ve kodekslere uygunluğu Şekil 4.7'de, yüzde kül miktarının bal örneklerine göre dağılımı Şekil 4.8'da verilmistir.

Çizelge 4.11. Bal örneklerinin yüzde kül miktarı ve elektriksel iletkenliği ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

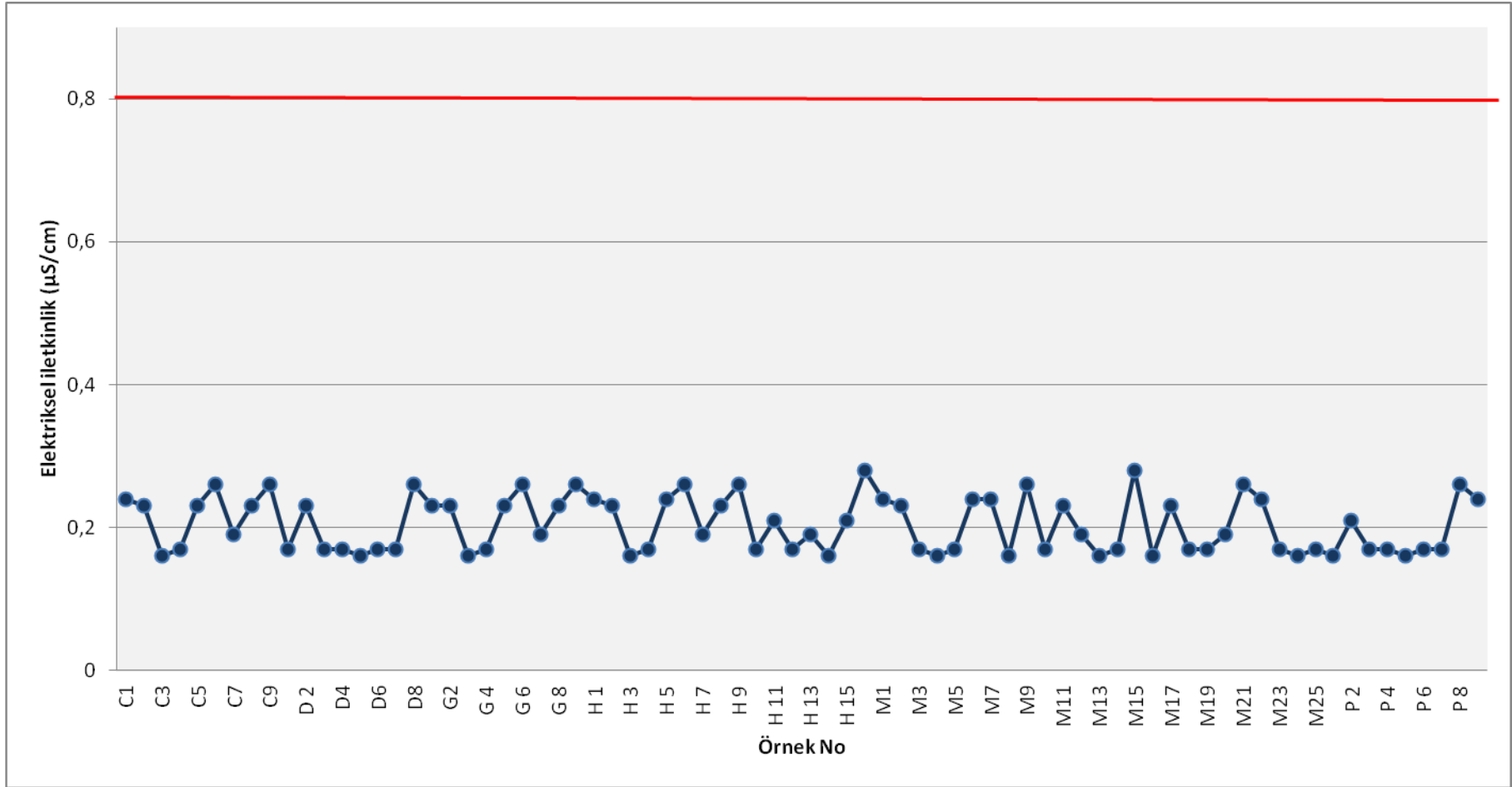
Örnek no	Yüzde kül miktarı	Elektriksel iletkenlik
C1	0,06	0,24
C2	0,05	0,23
C3	0,01	0,16
C4	0,02	0,17
C5	0,05	0,23
C6	0,07	0,26
C7	0,03	0,19
C8	0,05	0,23
C9	0,07	0,26
D1	0,02	0,17
D2	0,05	0,23
D3	0,02	0,17
D4	0,02	0,17
D5	0,01	0,16
D6	0,02	0,17
D7	0,02	0,17
D8	0,07	0,26
G1	0,05	0,23
G2	0,05	0,23
G3	0,01	0,16
G4	0,02	0,17
G5	0,05	0,23
G6	0,07	0,26
G7	0,03	0,19
G8	0,05	0,23
G9	0,07	0,26
H1	0,06	0,24
H2	0,05	0,23
H3	0,01	0,16
H4	0,02	0,17
H5	0,06	0,24
H6	0,07	0,26
H7	0,03	0,19
H8	0,05	0,23
H9	0,07	0,26
H10	0,02	0,17
H11	0,04	0,21
H12	0,02	0,17

Çizelge 4.11. (devam ediyor) Bal örneklerinin yüzde kül miktarı ve elektriksel iletkenliği (μS/cm)

Örnek no	Yüzde kül miktarı	Elektriksel iletkenlik
H13	0,03	0,19
H14	0,01	0,16
H15	0,04	0,21
H16	0,08	0,28
M1	0,06	0,24
M2	0,05	0,23
M3	0,02	0,17
M4	0,01	0,16
M5	0,02	0,17
M6	0,06	0,24
M7	0,06	0,24
M8	0,01	0,16
M9	0,07	0,26
M10	0,02	0,17
M11	0,05	0,23
M12	0,03	0,19
M13	0,01	0,16
M14	0,02	0,17
M15	0,08	0,28
M16	0,01	0,16
M17	0,05	0,23
M18	0,02	0,17
M19	0,02	0,17
M20	0,03	0,19
M21	0,07	0,26
M22	0,06	0,24
M23	0,02	0,17
M24	0,01	0,16
M25	0,02	0,17
P1	0,01	0,16
P2	0,04	0,21
P3	0,02	0,17
P4	0,02	0,17
P5	0,01	0,16
P6	0,02	0,17
P7	0,02	0,17
P8	0,07	0,26
P9	0,06	0,24
$\bar{X} \pm SH$	0,038 ± 0,003	0,020 ± 0,004

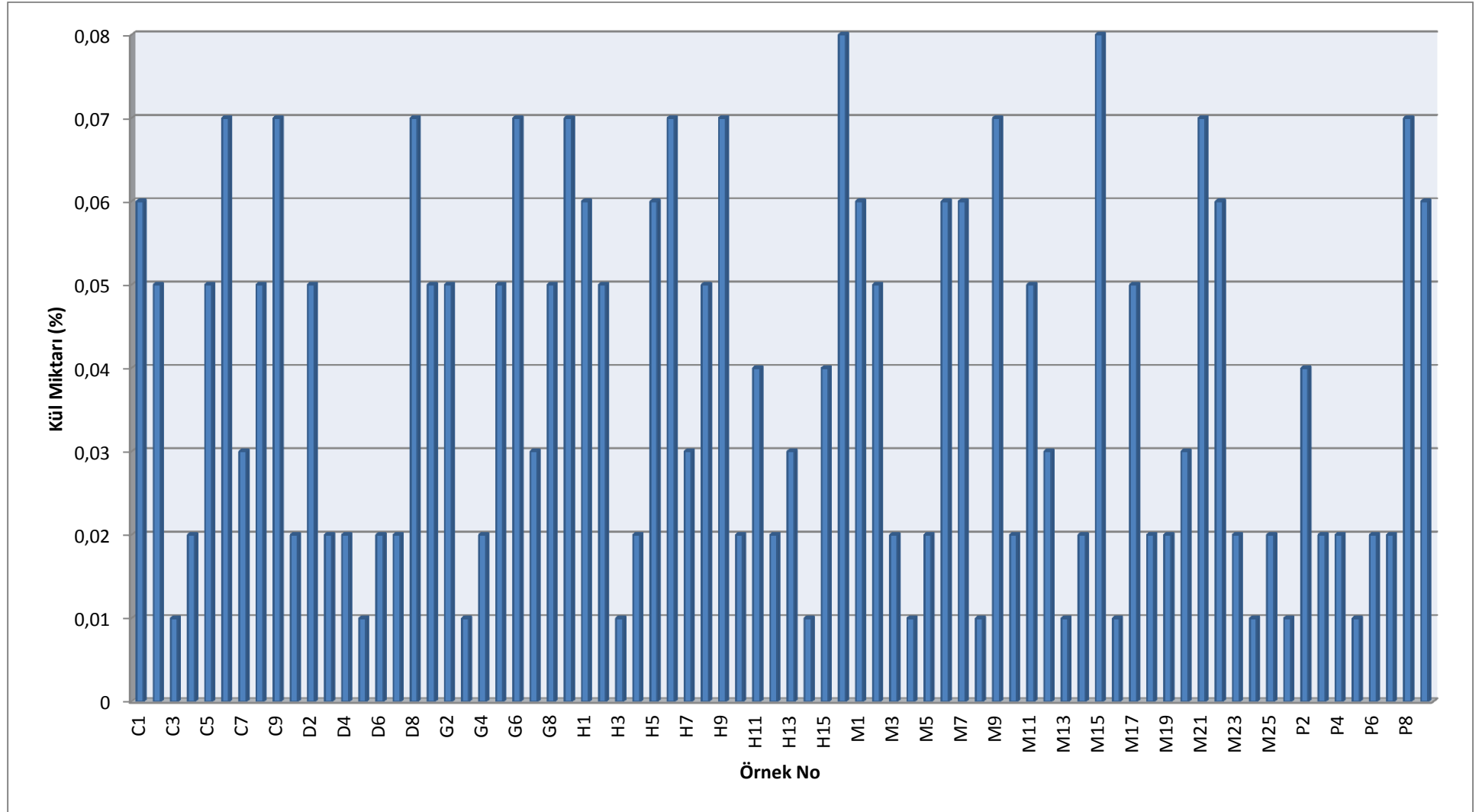


Şekil 4.6. Bal örneklerinin elektriksel iletkenliği ($\mu\text{S/cm}$) miktarları



Şekil 4.7. Bal örneklerinin elektriksel iletkenlik miktarlarının EU ve Alimentarius Kodeksi'ne uygunluğu

— Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, EU ve Alimentarius Kodeksi [7, 127-128]



Şekil 4.8. Bal örneklerinin yüzde kül miktarları

4.2.2. Balda nem miktarı analizi

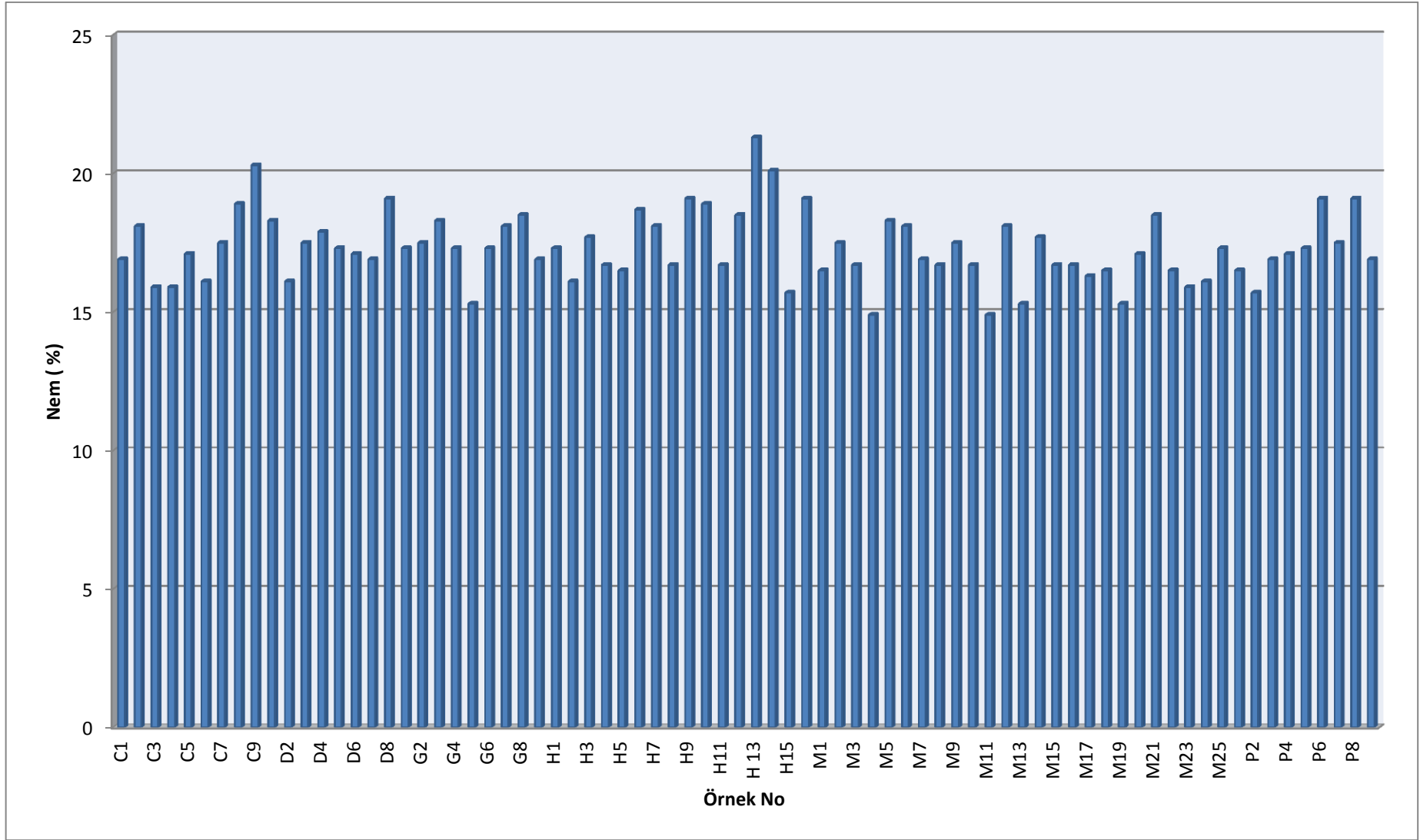
76 adet bal örneğinde yüzde nem miktarı tayini yapılarak, sonuçlar ayrı ayrı tespit edilmiştir. Balların örnek no'su, yüzde nem miktarının ballara göre dağılımı ve ortalama $\pm$ standart hatası ($X \pm SH$) Çizelge 4.12'de, yüzde nem miktarının, bal örneklerine göre dağılımı Şekil 4.9'da ve kodekslere uygunluğu ise Şekil 4.10'da verilmiştir.

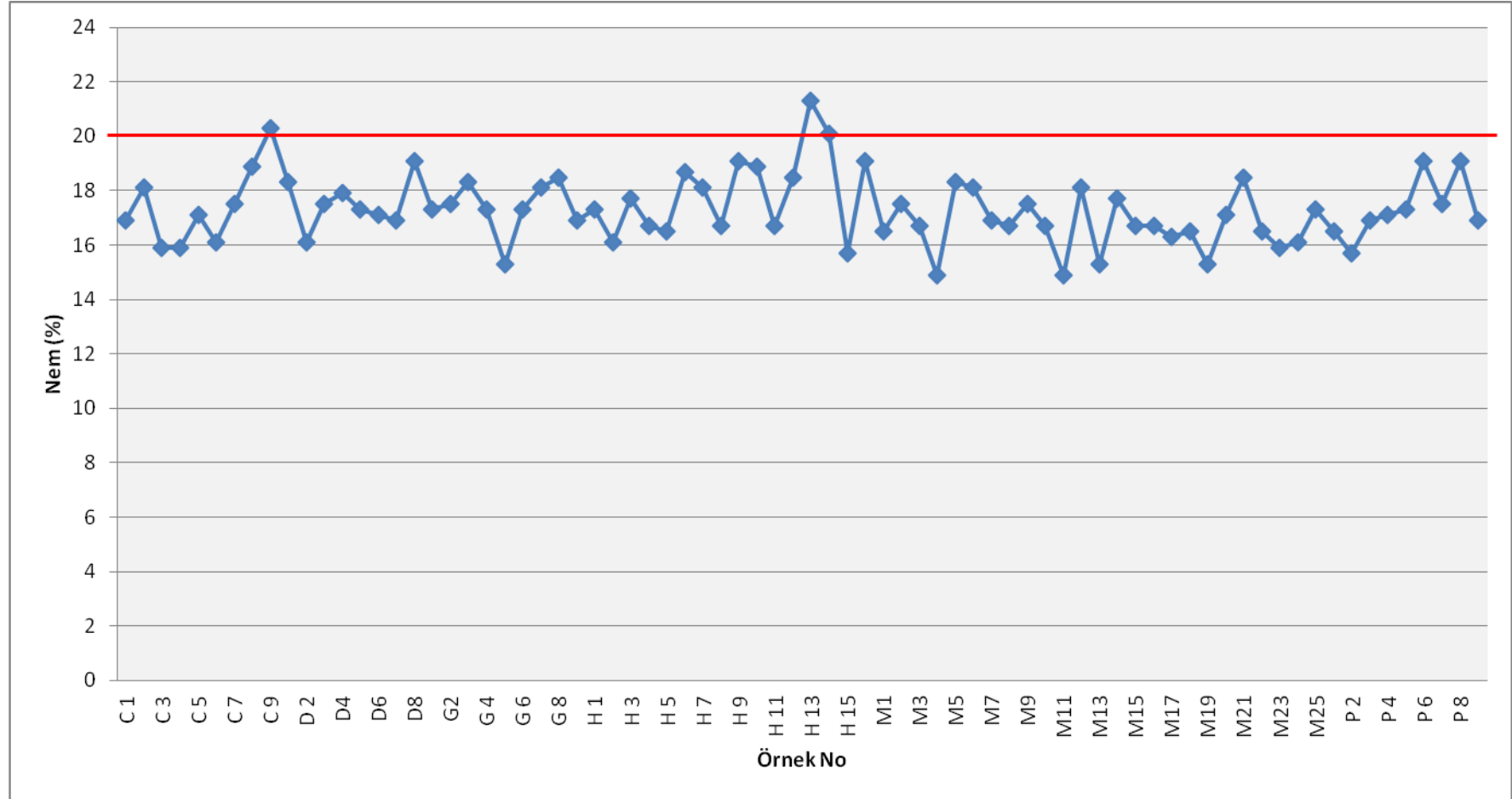
Çizelge 4.12. Bal örneklerinin yüzde nem miktarı

Örnek No	Nem (%)	Referans $\leq$ %20	Örnek No	Nem (%)	Referans $\leq$ %20
C1	16,9	Normal	H 13**	21,3	Yüksek
C2	18,1	Normal	H14	20,1	Yüksek
C3	15,9	Normal	H15	15,7	Normal
C4	15,9	Normal	H16	19,1	Normal
C5	17,1	Normal	M1	16,5	Normal
C6	16,1	Normal	M2	17,5	Normal
C7	17,5	Normal	M3	16,7	Normal
C8	18,9	Normal	M4*	14,9	Normal
C9	20,3	Yüksek	M5	18,3	Normal
D1	18,3	Normal	M6	18,1	Normal
D2	16,1	Normal	M7	16,9	Normal
D3	17,5	Normal	M8	16,7	Normal
D4	17,9	Normal	M9	17,5	Normal
D5	17,3	Normal	M10	16,7	Normal
D6	17,1	Normal	M11*	14,9	Normal
D7	16,9	Normal	M12	18,1	Normal
D8	19,1	Normal	M13	15,3	Normal
G1	17,3	Normal	M14	17,7	Normal
G2	17,5	Normal	M15	16,7	Normal
G3	18,3	Normal	M16	16,7	Normal
G4	17,3	Normal	M17	16,3	Normal
G5	15,3	Normal	M18	16,5	Normal
G6	17,3	Normal	M19	15,3	Normal
G7	18,1	Normal	M20	17,1	Normal
G8	18,5	Normal	M21	18,5	Normal
G9	16,9	Normal	M22	16,5	Normal
H1	17,3	Normal	M23	15,9	Normal
H2	16,1	Normal	M24	16,1	Normal
H3	17,7	Normal	M25	17,3	Normal
H4	16,7	Normal	P1	16,5	Normal
H5	16,5	Normal	P2	15,7	Normal
H6	18,7	Normal	P3	16,9	Normal
H7	18,1	Normal	P4	17,1	Normal
H8	16,7	Normal	P5	17,3	Normal
H9	19,1	Normal	P6	19,1	Normal
H10	18,9	Normal	P7	17,5	Normal
H11	16,7	Normal	P8	19,1	Normal
H12	18,5	Normal	P9	16,9	Normal
$X \pm SH$	17,31 $\pm$ 0,14				

*Minumum değer

**Maksimum değer





Şekil 4.10. Bal örneklerinin yüzde nem miktarının Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, EU ve Alimentarius Kodeksine Uygunluğu

— Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, EU ve Alimentarius Kodeksi [7, 127-128]

4.2.3. Bal örneklerinde HPLC cihazı ile şeker analiz sonuçları

76 adet bal örneğinde yapılan şeker analiz sonuçları Çizelge 4.13'te verilmiştir. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğindeki değerler referans alınmıştır [7].

Çizelge 4.13. Bal örneklerinin şeker analiz sonuçları

No	FRUKTOZ	GLİKOZ	F/G	Referans 0,9-1,4	F+G	Referans ≥60
C1	23,56	20,95	1,12	Normal	44,51	Düşük
C2	21,64	21,94	0,99	Normal	43,58	Düşük
C3	31,28	22,97	1,36	Normal	54,24	Düşük
C4	20,97	22,03	0,95	Normal	43,00	Düşük
C5	26,25	28,61	0,92	Normal	54,86	Düşük
C6	28,03	19,29	1,45	Normal	47,32	Düşük
C7	32,46	26,83	1,21	Normal	59,29	Düşük
C8	44,85	28,97	1,55	Normal	73,82	Normal
C9	33,10	23,58	1,40	Normal	56,68	Düşük
D 1	37,10	26,12	1,42	Normal	63,22	Normal
D 2	26,77	20,77	1,29	Normal	47,54	Düşük
D3	24,14	19,76	1,22	Normal	43,90	Düşük
D4	24,06	23,78	1,01	Normal	47,84	Düşük
D5	30,33	27,58	1,10	Normal	57,91	Düşük
D6	23,29	26,44	0,88	Normal	49,73	Düşük
D7	28,32	24,44	1,16	Normal	52,76	Düşük
D8	28,30	22,82	1,24	Normal	51,12	Düşük
G 1	34,32	31,21	1,10	Normal	65,53	Normal
G2	22,09	22,48	0,98	Normal	44,57	Düşük
G 3	31,86	23,08	1,38	Normal	54,94	Düşük
G 4	33,08	20,58	1,61	Yüksek	53,66	Düşük
G 5	30,46	28,44	1,07	Normal	58,90	Düşük
G 6	30,44	20,37	1,49	Normal	50,81	Düşük
G 7	28,24	29,85	0,95	Normal	58,09	Düşük
G 8	32,03	30,33	1,06	Normal	62,36	Normal
G 9	24,36	21,04	1,16	Normal	45,40	Düşük
H 1	29,92	23,42	1,28	Normal	53,34	Düşük
H 2	28,15	25,97	1,08	Normal	54,12	Düşük
H 3	21,78	25,21	0,86	Düşük	46,99	Düşük
H 4	20,37	19,68	1,04	Normal	40,05	Düşük
H 5	23,72	20,81	1,14	Normal	44,53	Düşük
H 6	30,79	22,47	1,37	Normal	53,26	Düşük
H 7	25,43	24,61	1,03	Normal	50,04	Düşük
H 8	27,79	26,88	1,03	Normal	54,67	Düşük
H 9	39,82	37,06	1,07	Normal	76,88	Normal
H 10	30,35	33,75	0,90	Normal	64,10	Normal
H 11	30,22	31,73	0,95	Normal	61,95	Normal

Çizelge 4.13. (devam ediyor) Bal örneklerinin şeker analiz sonuçları

No	FRUKTOZ	GLİKOZ	F/G	Referans 0,9-1,4	F+G	Referans ≥60
H 12	29,12	28,07	1,04	Normal	57,19	Düşük
H 13	38,18	37,34	1,02	Normal	75,52	Normal
H 14	38,09	36,95	1,03	Normal	75,04	Normal
H 15	38,11	33,28	1,15	Normal	71,39	Normal
H 16	37,87	36,94	1,03	Normal	74,81	Normal
M1	36,88	27,38	1,35	Normal	64,26	Normal
M2	33,61	26,39	1,27	Normal	60,00	Düşük
M3	31,96	26,04	1,23	Normal	58,00	Düşük
M4	31,61	30,91	1,02	Normal	62,52	Normal
M5	27,31	30,23	0,9	Normal	57,54	Düşük
M6	25,41	26,96	0,94	Normal	52,37	Düşük
M7	31,26	32,82	0,95	Normal	64,08	Normal
M8	30,34	29,84	1,02	Normal	60,18	Normal
M9	29,84	28,02	1,06	Normal	57,86	Düşük
M10	35,47	29,50	1,20	Normal	64,97	Normal
M11	28,55	27,44	1,04	Normal	55,99	Düşük
M12	29,13	27,23	1,07	Normal	56,36	Düşük
M13	30,31	23,64	1,28	Normal	53,95	Düşük
M14	37,90	39,36	0,96	Normal	77,26	Normal
M15	27,65	30,81	0,90	Normal	58,46	Düşük
M16	25,77	25,09	1,03	Normal	50,86	Düşük
M17	30,47	25,29	1,20	Normal	55,75	Düşük
M18	24,02	25,21	0,95	Normal	49,23	Düşük
M19	25,54	25,08	1,02	Normal	50,62	Düşük
M20	27,73	31,29	0,89	Normal	59,02	Düşük
M21	28,34	29,42	0,96	Normal	57,76	Düşük
M22	22,49	21,32	1,05	Normal	43,81	Düşük
M23	34,66	33,56	1,03	Normal	68,22	Normal
M24	24,26	20,32	1,19	Normal	44,58	Düşük
M25	34,64	29,18	1,19	Normal	63,82	Normal
P 1	38,22	31,23	1,22	Normal	69,45	Normal
P 2	37,19	31,10	1,20	Normal	68,29	Normal
P 3	24,74	23,43	1,06	Normal	48,17	Düşük
P 4	34,79	30,73	1,13	Normal	65,52	Normal
P 5	38,34	32,28	1,19	Normal	70,62	Normal
P 6	27,98	19,61	1,43	Yüksek	47,59	Düşük
P 7	36,28	38,39	0,95	Normal	74,67	Normal
P 8	29,70	23,89	1,24	Normal	53,59	Düşük
P9	32,57	27,31	1,19	Normal	59,88	Düşük

5. TARTIŞMA

Ardahan ilinin altı ilçesinden toplanan bal örneklerinin polen analizleri sonucunda 27 farklı bitki familyasına ait polen teşhis edilmiştir. Bu taksonlar, Apiaceae, Asteraceae, Betulaceae, Boraginaceae, Brassicaceae, Campanulaceae, Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, Cistaceae, Cyperaceae, Dipsacaceae, Ericaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Fagaceae, Geraniaceae, Lamiaceae, Liliaceae, Onagraceae, Pinaceae, Poaceae, Polygonaceae, Rhamnaceae, Rutaceae, Rosaceae, Salicaceae ve Solanaceae familyalarına ait olup, veriler bölgedeki vejetasyonla uygunluk göstermektedir [8, 21, 129]. Çizelge 5.1’de literatür bilgilerine dayanılarak elde edilen listeye sadık kalınarak bölgede bulunan nektarlı bitkiler gösterilmiştir [8, 21, 129]. Bu liste bizim çalışmamızla uygunluk göstermektedir.

Çizelge 5.1. Ardahan sınırları içinde bulunan nektarlı bitkiler

Familya adı	Tür adı
Apiaceae	<i>Anthriscus nemorosa</i> (M.Bieb.) <i>Biforia radians</i> (M.Bieb.) <i>Bupleurum rotundifolium</i> L. <i>Turgenia latifolia</i> (L.) Hoffm.
Asteraceae	<i>Anthemis tinctoria</i> L. <i>Aster amellus</i> L. <i>Carduus adpresus</i> C.A. Mey. <i>Centaurea triumfettii</i> All. <i>Centaurea virgata</i> Lam. <i>Centaurea cheiranthifolia</i> Willd. <i>Chondrilla juncea</i> L. <i>Cichorium inthybus</i> L. <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop. <i>Cirsium frickii</i> Fischer & C. Meyer <i>Echinops ritro</i> L. <i>Taraxacum officinale</i> Weber <i>Tragopogon aureus</i> Boiss. <i>Xeranthemum annum</i> L.
Boraginaceae	<i>Anchusa azurea</i> Miller <i>Anchusa leptophylla</i> Koch <i>Cerinthe minor</i> L. <i>Echium italicum</i> L. <i>Echium vulgare</i> L. <i>Myosotis sylvatica</i> Ehrh. ex Hoffmann <i>Myosotis alpestris</i> <i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill <i>Nonea pulla</i> DC. <i>Symphytum asperum</i> Lepechin

Çizelge 5.1. (devam ediyor) Ardahan sınırları içinde bulunan nektarlı bitkiler

Brassicaceae	<i>Barbarea vulgaris</i> W.T. Aiton <i>Eruca sativa</i> Miller
Campanulaceae	<i>Campanula glomerata</i> L.
Caprifoliaceae	<i>Lonicera caucasia</i> Pallas <i>Sambucus nigra</i> L.
Caryophyllaceae	<i>Saponaria orientalis</i> L. <i>Stellaria media</i> L.
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i> L.
Dipsacaceae	<i>Scabiosa argentea</i> L. <i>Scabiosa caucasica</i> Bieb. <i>Scabiosa rotata</i> Bieb.
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia macroclada</i> Boiss.
Geraniaceae	<i>Geranium robertianum</i> L.
Ericaceae	<i>Rhododendron ponticum</i> L. <i>Rhododendron caucasicum</i> Pall. <i>Vaccinium myrtillus</i> L.
Fabaceae	<i>Astragalus angustifolius</i> Lam. <i>Astragalus odoratus</i> L. <i>Astragalus lagurus</i> Willd. <i>Cornus mas</i> L. <i>Coronilla varia</i> (L.) Lassen <i>Lathyrus rotundifolius</i> Willd. <i>Lotus corniculatus</i> L. <i>Medicago sativa</i> L. <i>Medicago varia</i> Martyn <i>Melilotus officinalis</i> (L.) Lam. <i>Onobrychis cornuta</i> L. <i>Onobrychis radiata</i> (Desf.)M.Bieb. <i>Onobrychis transcaucasica</i> Grossh. <i>Robinia pseudoacacia</i> L. <i>Trifolium alpestre</i> L. <i>Trifolium campestre</i> Schreb. <i>Trifolium trichocephalum</i> M.Bieb. <i>Vicia cracca</i> L.

Çizelge 5.1. (devam ediyor) Ardahan sınırları içinde bulunan nektarlı bitkiler

Lamiaceae	<i>Ballota nigra</i> L. <i>Lamium album</i> L. <i>Lamium amplexicaule</i> L. <i>Mentha longifolia</i> (L.) Huds. <i>Mentha spicata</i> L. <i>Nepeta nuda</i> L. <i>Nepeta racemosa</i> Lam. <i>Phlomis tuberosa</i> L. <i>Salvia verticillata</i> L. <i>Salvia virgata</i> Jacq. <i>Salvia staminea</i> Montbr. & Auch. <i>Teucrium orientale</i> L. <i>Teucrium polium</i> L. <i>Tymus praecox</i> Opiz
Onagraceae	<i>Epilobium angustifolium</i> L.
Pinaceae	<i>Picea orientalis</i> L. <i>Pinus sylvestris</i> L.
Polygonaceae	<i>Rumex acetocella</i> L.
Ranunculaceae	<i>Adonis aestivalis</i> L.
Rhamnaceae	<i>Rhamnus pallasii</i> Fisch. & Mey.
Rosaceae	<i>Pyrus communis</i> L. <i>Rosa canina</i> L. <i>Filipendula vulgaris</i> Moench <i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim. <i>Potentilla anserina</i> L.
Salicaceae	<i>Salix alba</i> L. <i>Salix caprae</i> L. <i>Salix fragilis</i> L.

İlçe düzeyinde balların polen analizi yeniden değerlendirilecek olursa; Çıldır ilçesine ait incelenen 9 bal örneğinin polen preparatlarında yapılan analizler sonucunda 21 bitki familyasına ait polenler tespit edilmiştir. Yoğun olarak ise Boraginaceae ve Fabaceae familyalarına ait polenlere rastlanılmıştır. Boraginaceae familyasına ait polenlere örneklerde %17.5-67.5 oranlarında, Fabaceae familyasına ait polenlere %21.5-72.5 oranlarında rastlanılmıştır.

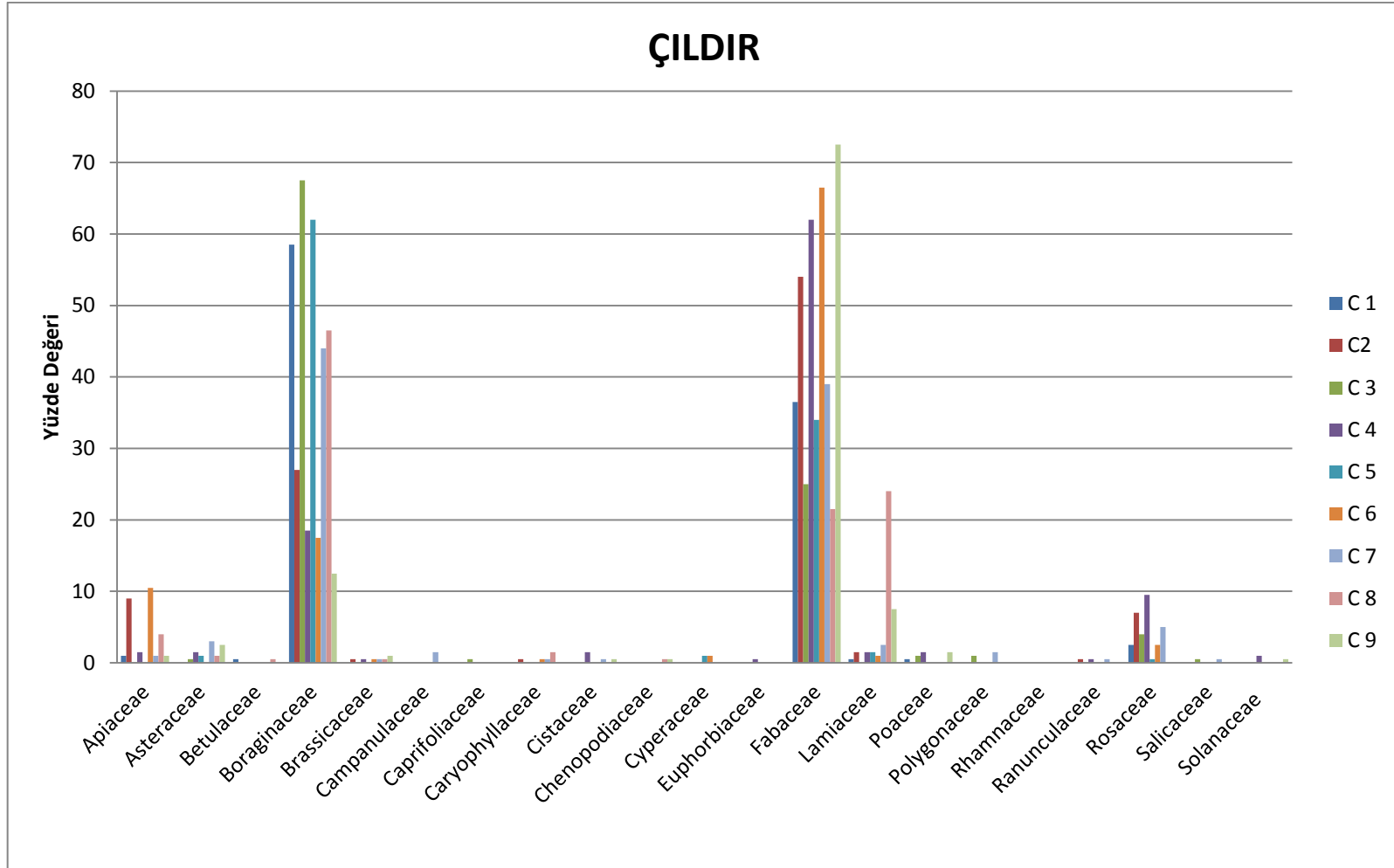
Çıldır ilçesine ait bal preparatlarında polenleri teşhis edilen bitki taksonlarının familyalara göre dağılımı Çizelge 5.2 ve Şekil 5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.2. Çıldır ilçesine ait örneklerde polenleri teşhis edilen taksonların familyalara göre yüzde dağılımı

	Örnek adı								
Familiya Adı	C 1	C2	C 3	C 4	C 5	C 6	C 7	C 8	C 9
Apiaceae	1	9	-	1,5	-	10,5	1	4	1
Asteraceae	-	-	0,5*	1,5	1	-	3	1	2,5
Betulaceae	0,5*	-	-	-	-	-	-	0,5	-
Boraginaceae	58,5**	27	67,5**	18,5	62**	17,5	44**	46,5**	12,5
Brassicaceae	-	0,5*	-	0,5*	-	0,5*	0,5*	0,5*	1
Campanulaceae	-	-	-	-	-	-	1,5	-	-
Caprifoliaceae	-	-	0,5*	-	-	-	-	-	-
Caryophyllaceae	-	0,5*	-	-	-	0,5*	0,5*	1,5	-
Cistaceae	-	-	-	1,5	-	-	0,5*	-	0,5*
Chenopodiaceae	-	-	-	-	-	-	-	0,5*	0,5*
Cyperaceae	-	-	-	-	1	1	-	-	-
Euphorbiaceae	-	-	-	0,5*	-	-	-	-	-
Fabaceae	36,5	54**	25	62**	34	66,5**	39	21,5	72,5**
Lamiaceae	0,5*	1,5	-	1,5	1,5	1	2,5	24	7,5
Poaceae	0,5*	-	1	1,5	-	-	-	-	1,5
Polygonaceae	-	-	1	-	-	-	1,5	-	-
Rhamnaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ranunculaceae	-	0,5*	-	0,5*	-	-	0,5*	-	-
Rosaceae	2,5	7	4	9,5	0,5*	2,5	5	-	-
Salicaceae	-	-	0,5*	-	-	-	0,5*	-	-
Solanaceae	-	-	-	1	-	-	-	-	0,5

** maksimum değer

* minimum değer



Şekil 5.1. Çıldır ilçesine ait örneklerde polenleri teşhis edilen taksonların familyalara göre yüzde dağılımı

Damal ilçesine ait incelenen 8 bal örneğinin polen preparatlarında yapılan analizler sonucunda 20 bitki familyasına ait polenler tespit edilmiştir. Yoğun olarak ise Boraginaceae ve Fabaceae familyalarına ait polenlere rastlanılmıştır. Boraginaceae familyasına ait polenlere örneklerde %19.5-88 oranlarında, Fabaceae familyasına ait polenlere %6-61 oranlarında ve Brassicaceae familyasına ait polenlere %0.5-29 oranlarında rastlanılmıştır.

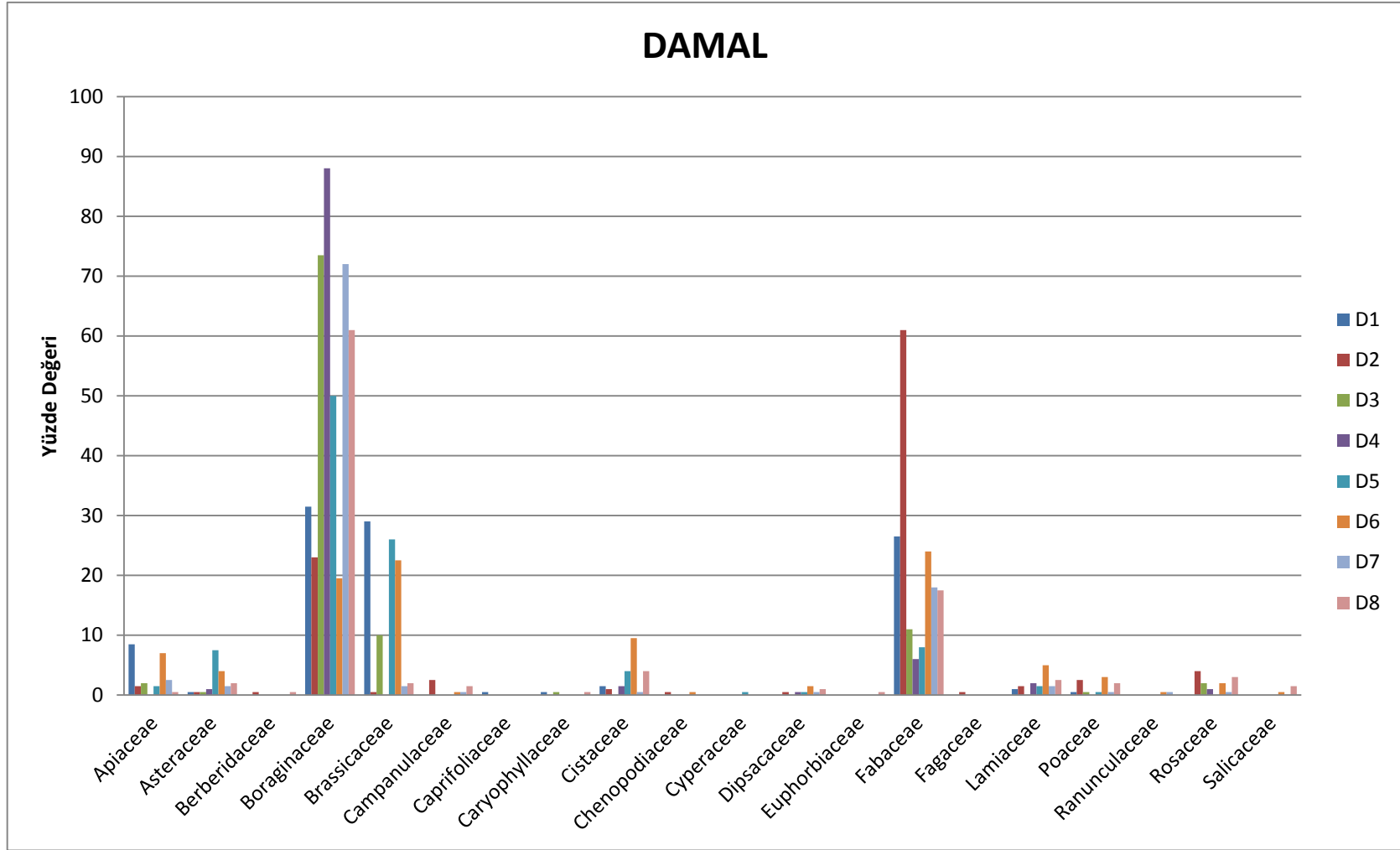
Damal ilçesine ait polen preparatlarında teşhis edilen bitki taksonlarının familyalara göre dağılımı Çizelge 5.3 ve Şekil 5.2’de verilmiştir.

Çizelge 5.3. Damal ilçesine ait örneklerde polenleri teşhis edilen taksonların familyalara göre yüzde dağılımı

Bitki Familyası	Örnek Adı							
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
Apiaceae	8,5	1,5	2	-	1,5	7	2,5	0,5*
Asteraceae	0,5*	0,5*	0,5*	1	7,5	4	1,5	2
Berberidaceae	-	0,5*	-	-	-	-	-	0,5*
Boraginaceae	31,5**	23	73,5**	88**	50**	19,5	72**	61**
Brassicaceae	29	0,5*	10	-	26	22,5	1,5	2
Campanulaceae	-	2,5	-	-	-	0,5*	0,5*	1,5
Caprifoliaceae	0,5*	-	-	-	-	-	-	-
Caryophyllaceae	0,5*	-	0,5*	-	-	-	-	0,5*
Cistaceae	1,5	1	-	1,5	4	9,5	0,5*	4
Chenopodiaceae	-	0,5*	-	-	-	0,5*	-	-
Cyperaceae	-	-	-	-	0,5*	-	-	-
Dipsacaceae	-	0,5*	-	0,5*	0,5*	1,5	0,5*	1
Euphorbiaceae	-	-	-	-	-	-	-	0,5*
Fabaceae	26,5	61**	11	6	8	24**	18	17,5
Fagaceae	-	0,5*	-	-	-	-	-	-
Lamiaceae	1	1,5	-	2	1,5	5	1,5	2,5
Poaceae	0,5*	2,5	0,5*	-	0,5*	3	0,5*	2
Ranunculaceae	-	-	-	-	-	0,5*	0,5*	-
Rosaceae	-	4	2	1	-	2	0,5*	3
Salicaceae	-	-	-	-	-	0,5*	-	-

** maksimum değer

* minimum değer



Şekil 5.2. Damal ilçesine ait örneklerde polenleri teşhis edilen taksonların familyalara göre yüzde dağılımı

Göle ilçesine ait incelenen 9 bal örneğinin polen preparatlarında yapılan analizler sonucunda 25 bitki familyasına ait polenler tespit edilmiştir. Yoğun olarak ise Boraginaceae ve Fabaceae familyalarına ait polenlere rastlanılmıştır. Boraginaceae familyasına ait polenlere örneklerde %13-45 oranlarında, Fabaceae familyasına ait polenlere %34-77.5 oranlarında rastlanılmıştır.

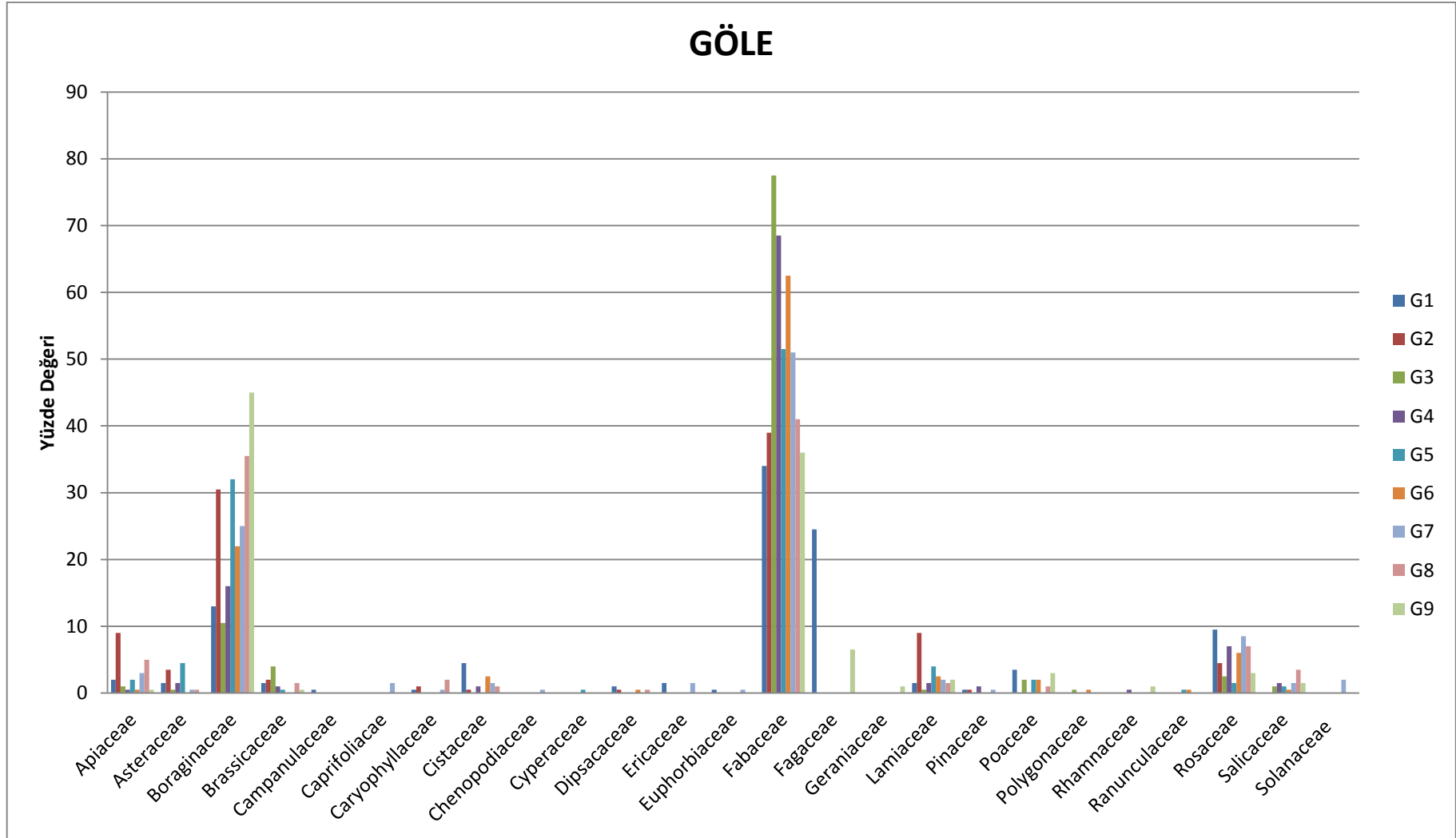
Göle ilçesine ait polen preparatlarında teşhis edilen bitki taksonlarının familyalara göre dağılımı Çizelge 5.4 ve Şekil 5.3'te verilmiştir.

Çizelge 5.4. Göle ilçesine ait örneklerde polenleri teşhis edilen taksonların familyalara göre yüzde dağılımı

Bitki Familyası	Örnek Adı								
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
Apiaceae	2	9	1	0,5*	2	0,5*	3	5	0,5*
Asteraceae	1,5	3,5	0,5*	1,5	4,5	-	0,5*	0,5*	-
Boraginaceae	13	30,5	10,5	16	32	22	25	35,5	45**
Brassicaceae	1,5	2	4	1	0,5*	-	-	1,5	0,5*
Campanulaceae	0,5*	-	-	-	-	-	-	-	-
Caprifoliaceae	-	-	-	-	-	-	1,5	-	-
Caryophyllaceae	0,5*	1	-	-	-	-	0,5*	2	-
Cistaceae	4,5	0,5*	-	1	-	2,5	1,5	1	-
Chenopodiaceae	-	-	-	-	-	-	0,5*	-	-
Cyperaceae	-	-	-	-	0,5*	-	-	-	-
Dipsacaceae	1	0,5*	-	-	-	0,5*	-	0,5*	-
Ericaceae	1,5	-	-	-	-	-	1,5	-	-
Euphorbiaceae	0,5*	-	-	-	-	-	0,5*	-	-
Fabaceae	34**	39**	77,5**	68,5**	51,5**	62,5**	51**	41**	36
Fagaceae	24,5	-	-	-	-	-	-	-	6,5
Geraniaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Lamiaceae	1,5	9	0,5*	1,5	4	2,5	2	1,5	2
Pinaceae	0,5*	0,5*	-	1	-	-	0,5*	-	-
Poaceae	3,5	-	2	-	2	2	-	1	3
Polygonaceae	-	-	0,5*	-	-	0,5*	-	-	-
Rhamnaceae	-	-	-	0,5*	-	-	-	-	1
Ranunculaceae	-	-	-	-	0,5*	0,5*	-	-	-
Rosaceae	9,5	4,5	2,5	7	1,5	6	8,5	7	3
Salicaceae	-	-	1	1,5	1	0,5*	1,5	3,5	1,5
Solanaceae	-	-	-	-	-	-	2	-	-

** maksimum değer

*minimum değer



Şekil 5.3. Göle ilçesine ait örneklerde polenleri teşhis edilen taksonların familyalara göre yüzde dağılımı

Hanak ilçesine ait incelenen 9 bal örneğinin polen preparatlarında yapılan analizler sonucunda 22 bitki familyasına ait polenler tespit edilmiştir. Yoğun olarak ise Boraginaceae ve Fabaceae familyalarına ait polenlere rastlanılmıştır. Boraginaceae familyasına ait polenlere örneklerde %10-80 oranlarında, Fabaceae familyasına ait polenlere %15-73.5 oranlarında rastlanılmıştır.

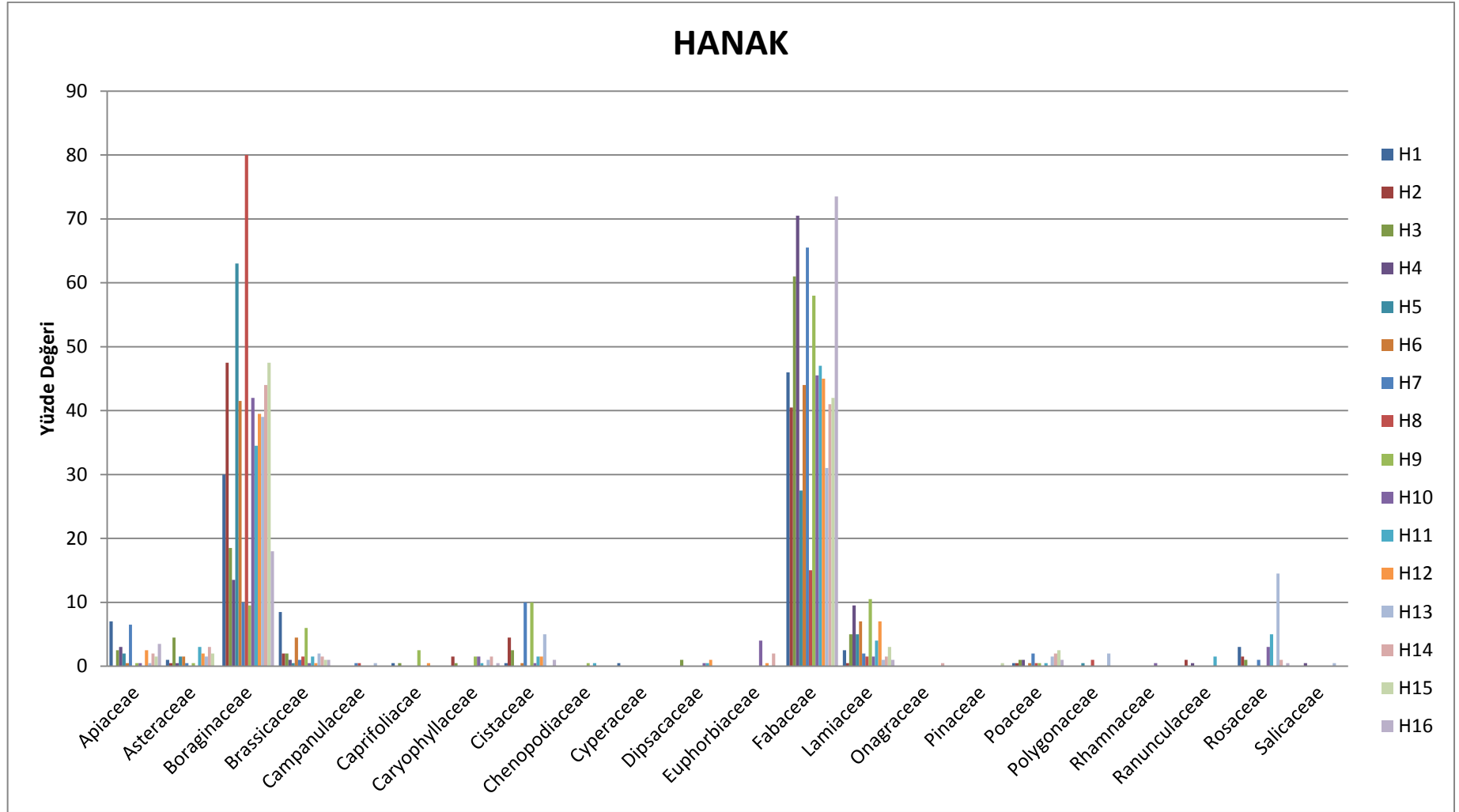
Hanak ilçesine ait polen preparatlarında teşhis edilen bitki taksonlarının familyalara göre yüzde dağılımı Çizelge 5.5 ve Şekil 5.4'te verilmiştir.

Çizelge 5.5 Hanak ilçesine ait örneklerde polenleri teşhis edilen taksonların familyalara göre dağılımı

	Örnek Adı															
Bitki Familyası	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16
Apiaceae	7	-	2,5	3	2	0,5*	6,5	-	0,5*	0,5*	-	2,5	0,5*	2	1,5	3,5
Asteraceae	1	0,5*	4,5	0,5*	1,5	1,5	0,5*	-	0,5*	-	3	2	1,5	3	2	-
Boraginaceae	30	47,5**	18,5	13,5	63**	41,5	10	80**	9,5	42	34,5	39,5	39**	44**	47,5**	18
Brassicaceae	8,5	2	2	1	0,5*	4,5	1	1,5	6	0,5*	1,5	0,5*	2	1,5	1	1
Campanulaceae	-	-	-	-	-	-	0,5*	0,5*	-	-	-	-	0,5*	-	-	-
Caprifoliaceae	0,5*	-	0,5*	-	-	-	-	-	2,5	-	-	0,5*	-	-	-	-
Caryophyllaceae	-	1,5	0,5*	-	-	-	-	-	1,5	1,5	0,5*	-	1	1,5	-	0,5*
Cistaceae	0,5*	4,5	2,5	-	-	0,5*	10	-	10	0,5*	1,5	1,5	5	-	-	1
Chenopodiaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5*	-	0,5*	-	-	-	-	-
Cyperaceae	0,5*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dipsacaceae	-	-	1	-	-	-	-	-	-	0,5*	0,5*	1	-	-	-	-
Euphorbiaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	0,5*	-	2	-	-
Fabaceae	46**	40,5	61**	70,5**	27,5	44**	65,5**	15	58**	45,5**	47**	45**	31	41	42	73,5**
Lamiaceae	2,5	0,5*	5	9,5	5	7	2	1,5	10,5	1,5	4	7	1	1,5	3	1
Onagraceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5*	-	-
Pinaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5*	-
Poaceae	0,5*	0,5*	1	1	-	0,5*	2	0,5*	0,5*	-	0,5*	-	1,5	2	2,5	1
Polygonaceae	-	-	-	-	0,5*	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-	-
Rhamnaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5*	-	-	-	-	-	-
Ranunculaceae	-	1	-	0,5*	-	-	-	-	-	-	1,5	-	-	-	-	-
Rosaceae	3	1,5	1	-	-	-	1	-	-	3	5	-	14,5	1	-	0,5*
Salicaceae	-	-	-	0,5*	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5*	-	-	-

** maksimum değer

* minimum değer



Şekil 5.4. Hanak ilçesine ait örneklerde polenleri teşhis edilen taksonların familyalara göre yüzde dağılımı

Merkez ilçeye ait incelenen 25 bal örneğinin polen preparatlarında yapılan analizler sonucunda 21 bitki familyasına ait polenler tespit edilmiştir. Yoğun olarak ise Boraginaceae ve Fabaceae familyalarına ait polenlere rastlanılmıştır. Boraginaceae familyasına ait polenlere örneklerde %4-98.5 oranlarında, Fabaceae familyasına ait polenlere %1.5-80.5 oranlarında rastlanılmıştır.

Merkez ilçeye ait polen preparatlarında teşhis edilen bitki taksonlarının familyalara göre yüzde dağılımı Çizelge 5.6 ve Şekil 5.5 ve 5.6'da verilmiştir.

Çizelge 5.6. Merkez ilçeye ait örneklerde polenleri teşhis edilen taksonların familyalara göre yüzde dağılımı

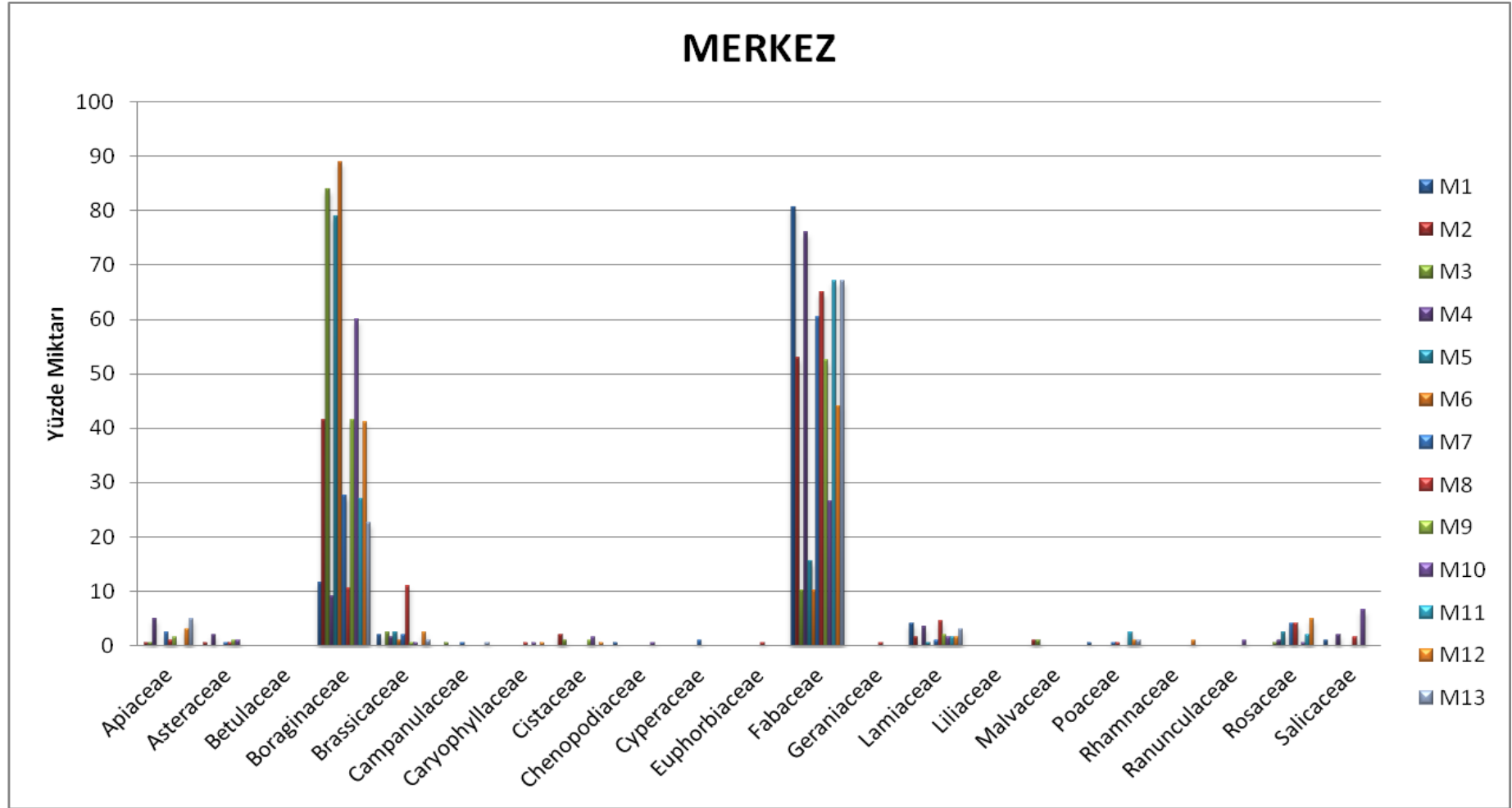
	Örnek Adı												
Bitki Familyası	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13
Apiaceae	-	0,5*	0,5*	5	-	-	2,5	1	1,5	-	-	3	5
Asteraceae	-	0,5*	-	2	-	-	0,5*	0,5*	1	1	-	-	-
Betulaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Boraginaceae	11,5	41,5	84**	9	79**	89*	27,5	10,5	41,5	60**	27	41	22,5
Brassicaceae	2	-	2,5	1,5	2,5	1	2	11	0,5*	0,5*	-	2,5	1
Campanulaceae	-	-	0,5*	-	-	-	0,5*	-	-	-	-	-	0,5*
Caryophyllaceae	-	-	-	-	-	-	-	0,5*	-	0,5*	-	0,5*	-
Cistaceae	-	2	1	-	-	-	-	-	1	1,5	-	0,5*	-
Chenopodiaceae	0,5*	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5*	-	-	-
Cyperaceae	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Euphorbiaceae	-	-	-	-	-	-	-	0,5*	-	-	-	-	-
Fabaceae	80,5**	53**	10	76**	15,5	10	60,5**	65**	52,5**	26,5	67**	44**	67**
Geraniaceae	-	-	-	-	-	-	-	0,5*	-	-	-	-	-
Lamiaceae	4	1,5	-	3,5	0,5*	-	1	4,5	2	1,5	1,5	1,5	3
Liliaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Malvaceae	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Poaceae	0,5*	-	-	-	-	-	0,5*	0,5*	-	-	2,5	1	1
Rhamnaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Ranunculaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Rosaceae	-	-	0,5*	1*	2,5	-	4	4	-	0,5*	2	5	-
Salicaceae	1	-	-	2	-	-	-	1,5	-	6,5	-	-	-

Çizelge 5.6. (devam ediyor) Merkez ilçeye ait örneklerde polenleri teşhis edilen taksonların familyalara göre yüzde dağılımı

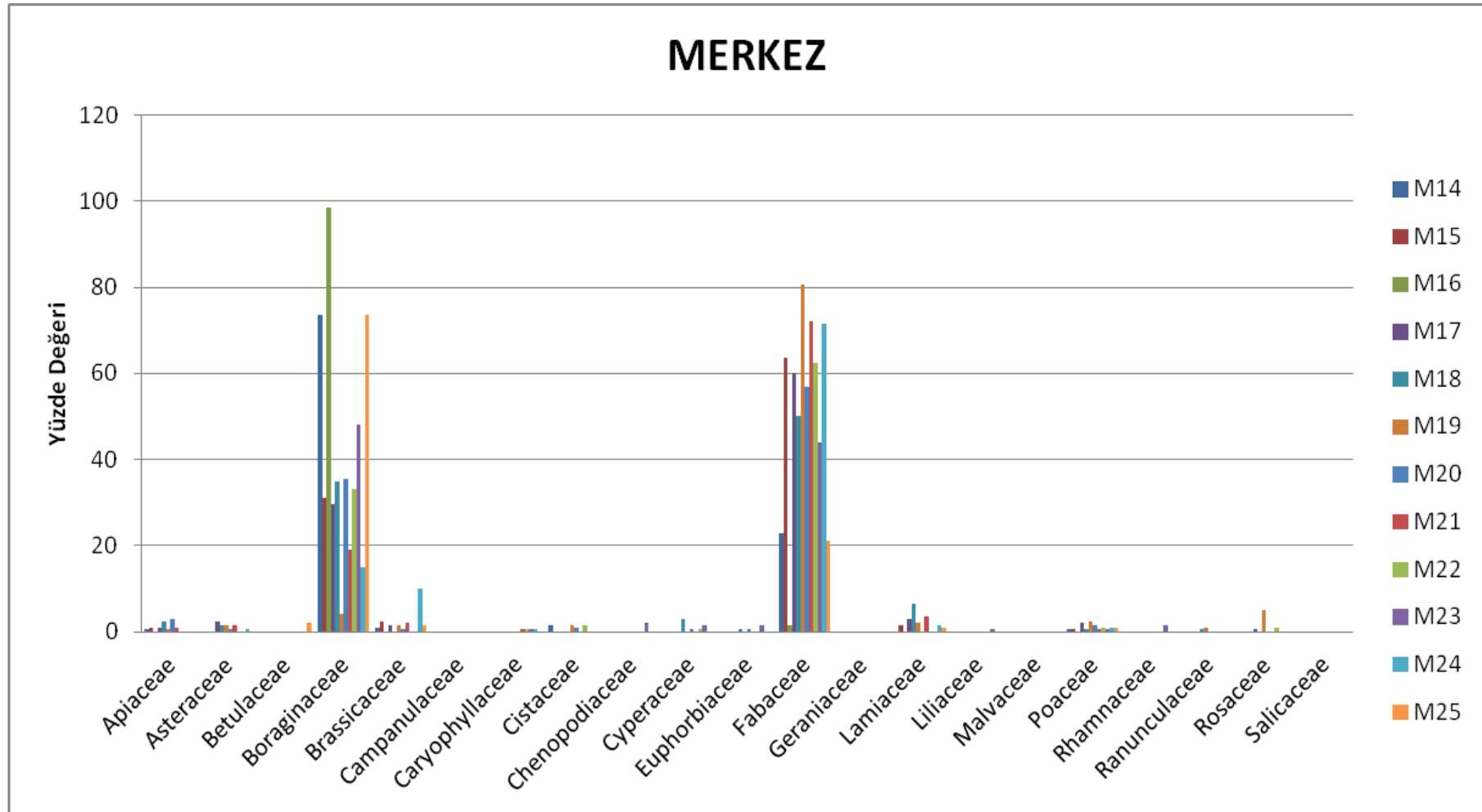
Bitki Familyası	Örnek Adı											
	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M22	M23	M24	M25
Apiaceae	0,5*	1	-	1	2,5	0,5*	3	1	-	-	-	-
Asteraceae	-	-	-	2,5	1,5	1,5	0,5*	1,5	-	-	0,5*	-
Betulaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Boraginaceae	73,5**	31	98,5**	29,5	35	4*	35,5	19	33	48**	15	73,5**
Brassicaceae	1	2,5	-	1,5	-	1,5	0,5*	2	-	-	10	1,5
Campanulaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Caryophyllaceae	-	-	-	-	-	-	-	0,5*	0,5*	0,5*	0,5*	-
Cistaceae	1,5	-	-	-	-	1,5	1	-	1,5	-	-	-
Chenopodiaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
Cyperaceae	-	-	-	-	3	-	0,5*	-	0,5*	1,5	-	-
Euphorbiaceae	-	-	-	-	0,5*	-	0,5*	-	-	1,5	-	-
Fabaceae	23	63,5**	1,5*	60**	50**	80,5**	57**	72**	62,5**	44	71,5**	21
Geraniaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lamiaceae	-	1,5	-	3	6,5	2	-	3,5	-	-	-	1*
Liliaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5*	-	-
Malvaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Poaceae	0,5	0,5*	-	2	0,5*	2,5	1,5	0,5*	1	0,5*	1	1*
Rhamnaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5	-	-
Ranunculaceae	-	-	-	-	0,5*	1	-	-	-	-	-	-
Rosaceae	-	-	-	0,5*	-	5	-	-	1	-	-	-
Salicaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

** maksimum değer

* minimum değer



Şekil 5.5. Merkeze ait örneklerde (M1-M13) teşhis edilen taksonların familyalara göre yüzde dağılımı



Şekil 5.6. Merkeze ait örneklerde (M14-M25) teşhis edilen taksonların familyalara göre yüzde dağılımı

Posof ilçesine ait incelenen 9 bal örneğinin polen preparatlarında yapılan analizler sonucunda 15 bitki familyasına ait polenler tespit edilmiştir. Yoğun olarak ise Boraginaceae ve Fabaceae familyalarına ait polenlere rastlanılmıştır. Boraginaceae familyasına ait polenlere örneklerde %6-36 oranlarında, Fabaceae familyasına ait polenlere %40-73 oranlarında rastlanılmıştır.

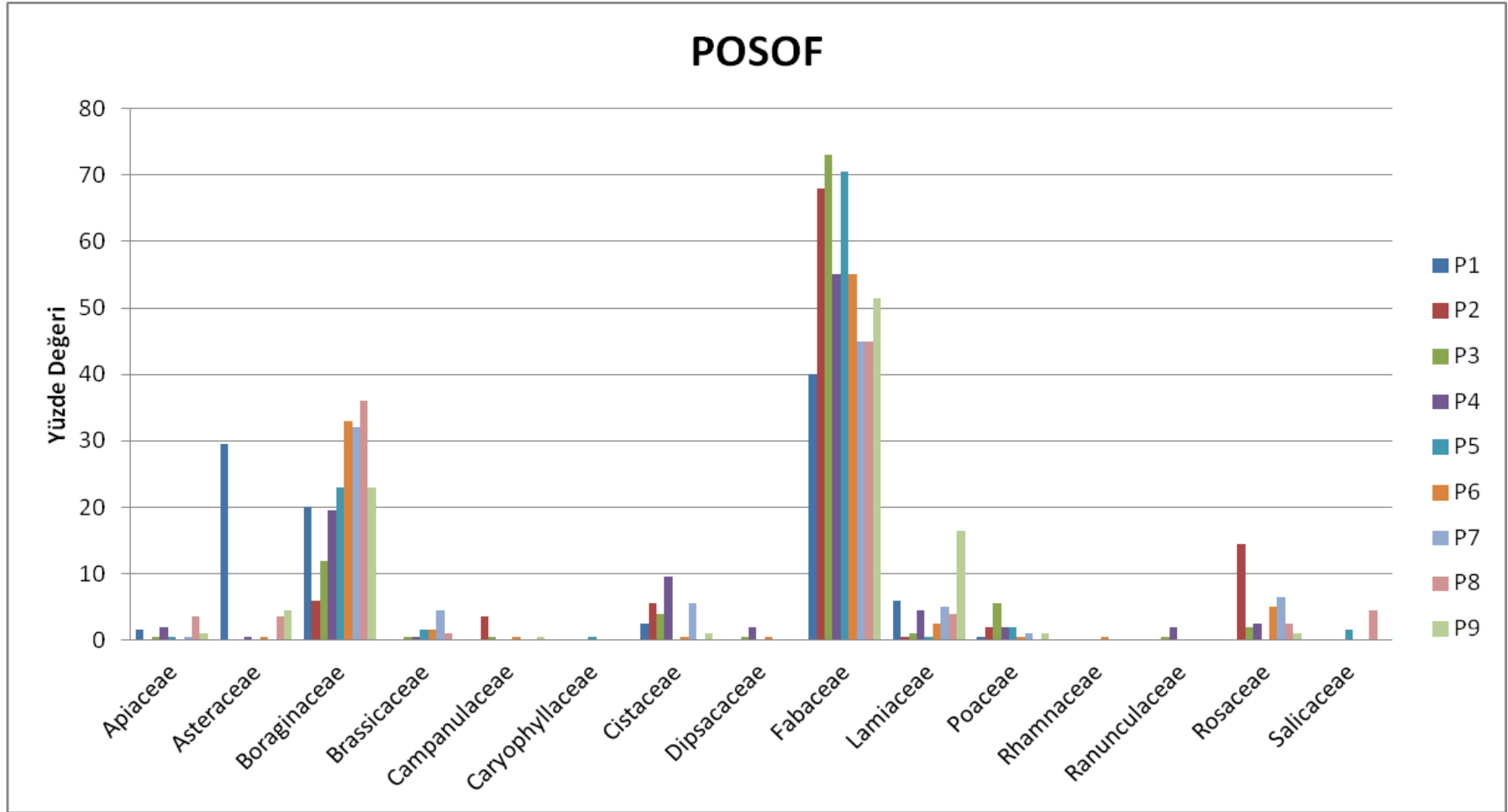
Posof ilçesine ait polen preparatlarında teşhis edilen bitki taksonlarının familyalara göre dağılımı Çizelge 5.7 ve Şekil 5.7’de verilmiştir.

Çizelge 5.7. Posof ilçesine ait örneklerde polenleri teşhis edilen taksonların familyalara göre yüzde dağılımı

Bitki Familyası	Örnek Adı								
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Apiaceae	1,5	-	0,5*	2	0,5*	-	0,5*	3,5	1
Asteraceae	29,5	-	-	0,5*	-	0,5*	-	3,5	4,5
Boraginaceae	20	6	12	19,5	23	33	32	36	23
Brassicaceae	-	-	0,5*	0,5*	1,5	1,5	4,5	1*	-
Campanulaceae	-	3,5	0,5*	-	-	0,5*	-	-	0,5*
Caryophyllaceae	-	-	-	-	0,5*	-	-	-	-
Cistaceae	2,5	5,5	4	9,5	-	0,5*	5,5	-	1
Dipsacaceae	-	-	0,5*	2	-	0,5*	-	-	-
Fabaceae	40**	68**	73**	55**	70,5**	55**	45**	45**	51,5**
Lamiaceae	6	0,5*	1	4,5	0,5*	2,5	5	4	16,5
Poaceae	0,5*	2	5,5	2	2	0,5*	1	-	1
Rhamnaceae	-	-	-	-	-	0,5*	-	-	-
Ranunculaceae	-	-	0,5*	2	-	-	-	-	-
Rosaceae	-	14,5	2	2,5	-	5	6,5	2,5	1
Salicaceae	-	-	-	-	1,5	-	-	4,5	-

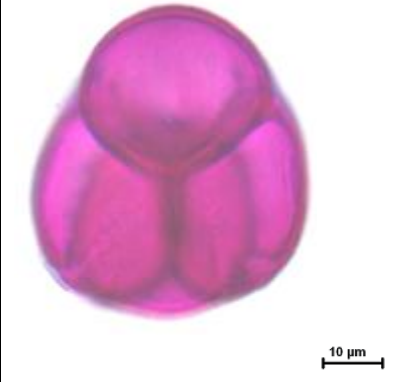
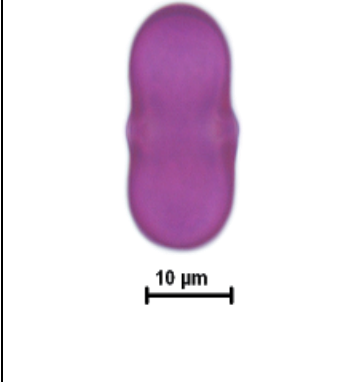
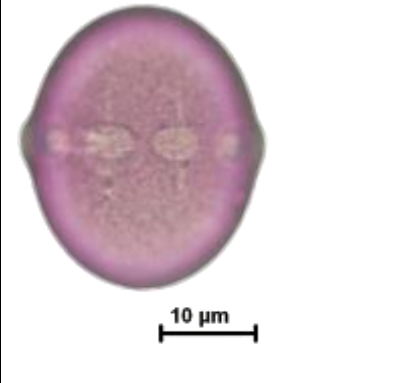
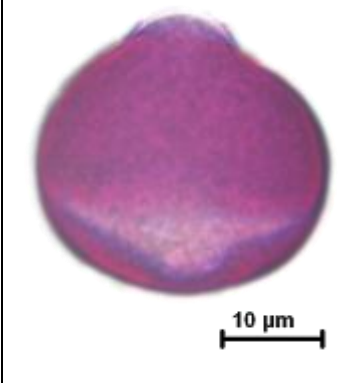
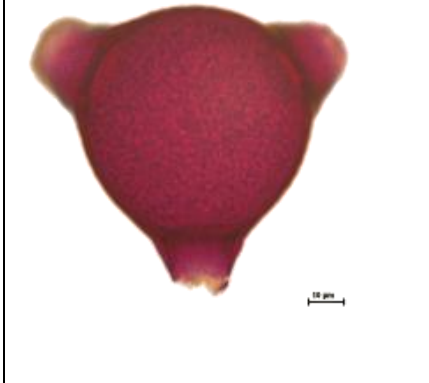
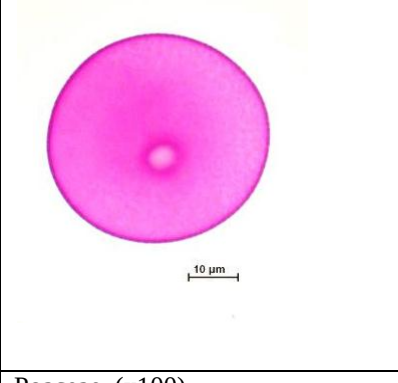
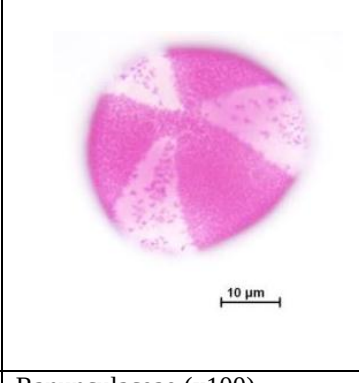
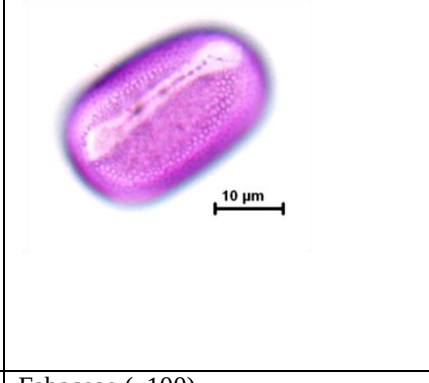
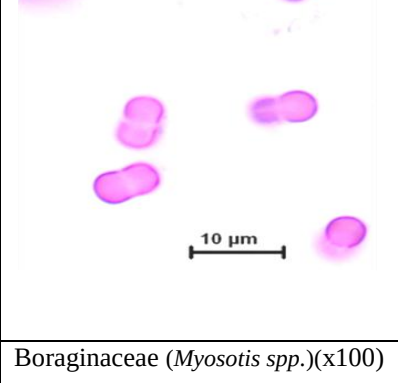
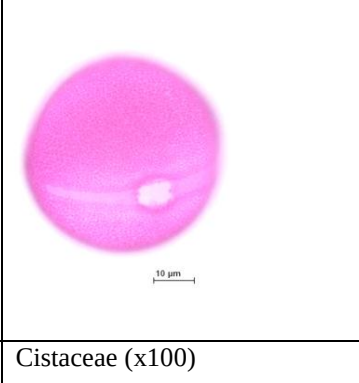
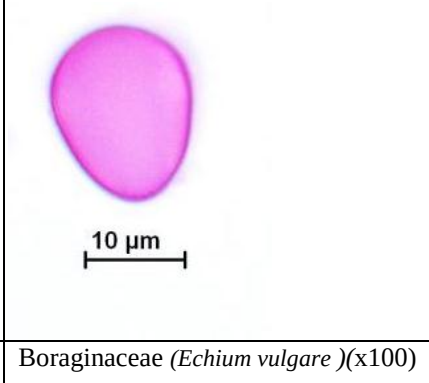
** maksimum değer

* minimum değer



Şekil 5.7. Posof ilçesine ait örneklerde polenleri teşhis edilen taksonların familyalara göre yüzde dağılımı

Ardahan yöresine ait ballarda yapılan polen teşhisinde tüm ilçelerde Boraginaceae ve Fabaceae familyalarına ait polenler dominant oranlarda bulunmuştur. Boraginaceae familyasına ait bitki taksonlarından *Echium* spp. ve *Myosotis* spp. polenleri en yoğun oranlarda bulunan taksonlardır. Bunun yanında bu familyaya ait *Symphytum* spp., ve *Cynoglossum* spp. bitki taksonlarının polenlerine çok az oranlarda, nadiren de *Anchusa* spp. ve *Nonea* spp. bitki taksonlarının polenlerine rastlanılmıştır. Fabaceae familyasına ait bitki taksonlarından *Onobrychis* spp., ve *Trifolium* spp., polenleri en yoğun bulunan taksonlardır. Asteraceae familyasına ait taksonlardan ise *Centaurea* spp. polenlerine en yoğun rastlanan bitki taksonudur. Cistaceae familyasından *Cistus* spp., Polygonaceae familyasından *Rumex* spp., Dipsacaceae familyasından *Scabiosa* spp., Cyperaceae familyasından *Carex* spp., Ranunculaceae familyasından *Ranunculus* spp., Rhamnaceae familyasından *Rhamnus* spp., Campanulaceae familyasından *Campanula* spp. bitki taksonlarının polenlerine de rastlanılmıştır. Bitki familyalarına ait bazı polen fotoğrafları Şekil 5.8’de verilmiştir.

		
Ericaceae (x100)	Apiaceae (x100)	Asteraceae (x100)
		
Boraginaceae (x100)	Fabaceae (x100)	Onagraceae (x100)
		
Poaceae (x100)	Ranunculaceae (x100)	Fabaceae (x100)
		
Boraginaceae (<i>Myosotis spp.</i>) (x100)	Cistaceae (x100)	Boraginaceae (<i>Echium vulgare</i>) (x100)

Şekil 5.8. Analizlerde rastlanan bazı polenlerden örnekler

2010-2011 yılları arasında Ardahan iline bağlı Merkez, Hanak, Göle, Çıldır, Posof, Damal olmak üzere toplam 6 ilçeden 76 bal örneği toplanmıştır. Toplanan bal örneklerinde mikroskopik analizler yapılarak Toplam Polen Sayısına (TPS-10) bakılmıştır.

Çalışılan 76 bal örneğinin, melitopalinolojik analizlerinde yapılan TPS-10 miktarı tespiti sonucunda, 10 g balda bulunan toplam polen sayısı minimum değer 3763 ile H12 no'lu bal örneğinde, maksimum değer ise 594220 ile M16 no'lu bal örneğinde saptanmıştır. Ballar için 10 g baldaki toplam polen sayısı ortalama 21428 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.7).

Moar [130], 10 g saf baldaki Toplam Polen Sayısının 20000 ile 100000 arasında değişebileceğini ifade etmiştir. Lamiaceae familyası ballarında ise bu değer 15000-16000 civarında olacağını ve 1000000 değerine TPS-10'na ise çok az balda rastlanılabileceğini bildirilmiştir.

Jose et al. [131], tarafından TPS-10'u 20000'den az olan ballar polen içeriği çok az ballar kategorisine konulmuş, TPS-10'u 20000-100000 olanlar poleni normal ballar (%65 civarında) ve 500000-1000000 arasında TPS-10 değerine sahip olanlar poleni çok zengin ballar olarak sınıflandırılmıştır. Maurizio [132], balları 10 g baldaki polen sayısına göre Çizelge 5.8'deki gibi sınıflandırılmıştır.

Çizelge 5.8. 10 g baldaki Toplam Polen Sayısı'na göre balların gruplandırılması

TPS-10 (10 gram baldaki Toplam Polen Sayısı)	Sınıflandırma
<20 000	Grup I
20 000-100 000	Grup II
100 000-500 000	Grup III
500 000-1 000 000	Grup IV
>1 000 000	Grup V

Forcone et al. [133], ise 58 Arjantin balı ile yaptıkları çalışmada, balları TPS-10 miktarlarına göre Maurizio [132] sınıflandırması ile gruplandırmışlar, buna göre 36 bal örneği polen içeriği açısından zengin olarak saptanmıştır. Bu ballardan 2 tanesi Grup IV, 34 tanesi ise Grup III içerisinde sınıflandırılmıştır. 21 bal örneğinin ise polen içeriği normal olup, Grup II içerisine dahil edilmiş, sadece 1 bal örneği düşük polen içeriğine sahip olup Grup I içine dahil edilmiştir.

Forcone et al. [134] 2009 yılında Arjantin’de yaptıkları bir başka çalışmada 30 bal örneğini Maurizio [132] sınıflandırması ile sınıflandırmış ve 5 bal örneği grup I, 18 örneği grup II, 7 örneği grup III içerisinde değerlendirmiştir.

Bu çalışmada analizi yapılan 76 bal örneği Maurizio [132] ve Jose et al. [131]’un sınıflandırmasına göre değerlendirilmiş ve bu gruplandırma Çizelge 5.9 ’da verilmiştir.

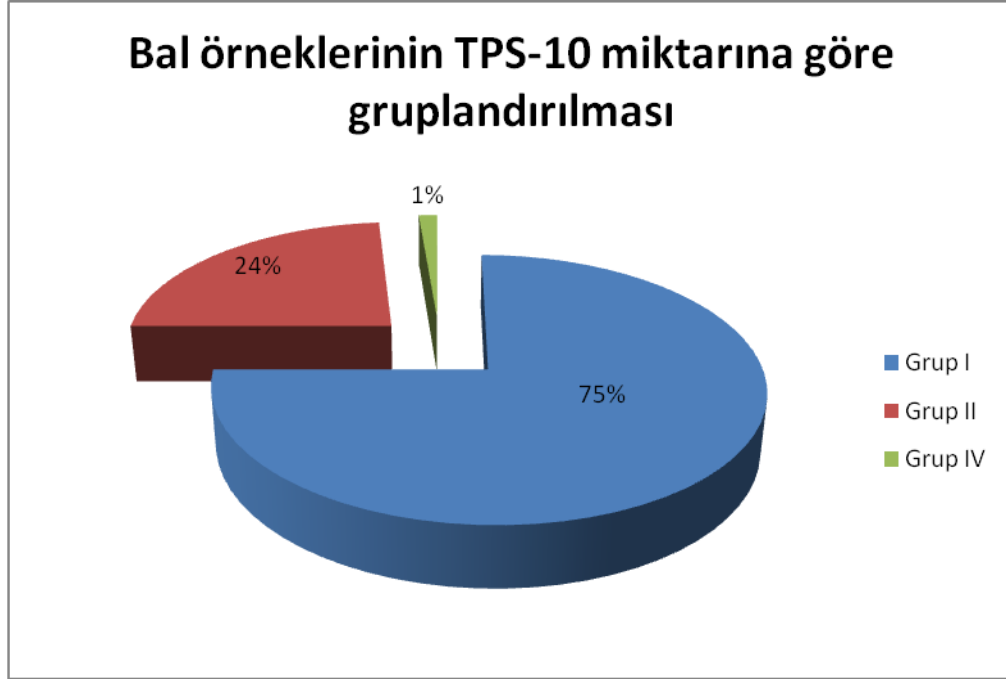
Çizelge 5.9. 76 adet bal örneğinin gruplandırılması ve içeriği [131-132]

Örnek no	TPS-10	Gruplandırma	Polen İçeriği
C1	13 910	Grup I	Düşük
C2	28 035	Grup II	Normal
C3	26 526	Grup II	Normal
C4	7 687	Grup I	Düşük
C5	9 096	Grup I	Düşük
C6	8 361	Grup I	Düşük
C7	11 467	Grup I	Düşük
C8	6 334	Grup I	Düşük
C9	10 122	Grup I	Düşük
D 1	32 802	Grup II	Normal
D 2	9 241	Grup I	Düşük
D3	7 167	Grup I	Düşük
D4	9 734	Grup I	Düşük
D5	15 050	Grup I	Düşük
D6	7 236	Grup I	Düşük
D7	9 093	Grup I	Düşük
D8	27 364	Grup II	Normal
G1	10 234	Grup I	Düşük
G2	4 072	Grup I	Düşük
G3	27 483	Grup II	Normal
G4	10 965	Grup II	Normal
G5	4 237	Grup I	Düşük
G6	4 901	Grup I	Düşük
G7	16 980	Grup I	Düşük
G8	14 683	Grup I	Düşük
G9	4 459	Grup I	Düşük
H 1	17 419	Grup I	Düşük
H 2	8 361	Grup I	Düşük
H 3	8 613	Grup I	Düşük
H 4	6 739	Grup I	Düşük
H 5	9 815	Grup I	Düşük
H 6	17 419	Grup I	Düşük
H 7	4 502	Grup I	Düşük
H 8	6 946	Grup I	Düşük
H 9	23 292	Grup II	Normal
H 10	6 931	Grup I	Düşük
H 11	10 275	Grup I	Düşük
H 12	3 763	Grup I	Düşük

Çizelge 5.9. (devam ediyor) 76 adet bal örneğinin gruplandırılması ve içeriği

Örnek no	TPS-10	Gruplandırma	Polen İçeriği
H 13	21 225	Grup II	Normal
H 14	21 607	Grup II	Normal
H 15	4 918	Grup I	Düşük
H 16	4 181	Grup I	Düşük
M1	30 986	Grup II	Normal
M2	20 067	Grup II	Normal
M3	39 448	Grup II	Normal
M4	8 104	Grup I	Düşük
M5	69 630	Grup II	Normal
M6	41 689	Grup II	Normal
M7	20 814	Grup II	Normal
M8	4 627	Grup I	Düşük
M9	3 893	Grup I	Düşük
M10	12 137	Grup I	Düşük
M11	13 044	Grup I	Düşük
M12	10 674	Grup I	Düşük
M13	23 516	Grup II	Normal
M14	28 847	Grup II	Normal
M15	17 326	Grup I	Düşük
M16	594 220	Grup IV	Zengin
M17	12 890	Grup I	Düşük
M18	8 901	Grup I	Düşük
M19	6 271	Grup I	Düşük
M20	7 378	Grup I	Düşük
M21	8 741	Grup I	Düşük
M22	13 855	Grup I	Düşük
M23	12 398	Grup I	Düşük
M24	28 336	Grup II	Normal
M25	9 545	Grup I	Düşük
P 1	10 219	Grup I	Düşük
P 2	7 221	Grup I	Düşük
P 3	6 206	Grup I	Düşük
P 4	3 810	Grup I	Düşük
P 5	8 104	Grup I	Düşük
P 6	13 314	Grup I	Düşük
P 7	4 479	Grup I	Düşük
P 8	6 968	Grup I	Düşük
P9	7 591	Grup I	Düşük

TPS-10'u belirlenen 76 adet bal örneğinin %75'i Grup I'e, %23.7'si Grup II'ye, %1.3 'ü ise Grup IV'e dahil olarak bulunmuştur (Şekil 5.9).



Şekil 5.9. Bal örneklerinin TPS-10 miktarına göre gruplandırılması

Sorkun ve Doğan [47] doğal bal ile yapay balı ayırt etmede 10 gram baldaki toplam polen sayısını dikkate alarak polen sayısının ayırıcı bir faktör olarak kullanıp kullanılamayacağına bakmışlardır ve sonuçta doğal ve yapay balların ayırt edilmesinde TPS-10'un önemli bir faktör olduğu sonucuna varmışlardır. Araştırmacılar, yaptıkları çalışmada Türkiye'nin farklı illerinden aldıkları 127 adet doğal çiçek balında TPS-10'un minimum 54383, maksimum 138112 ve ortalama 77396 olduğunu belirtmişlerdir. Çalışılan doğal bal örneklerinde, en düşük TPS-10 miktarının Lamiaceae familyasına ait bal örneği olduğunu saptamışlardır. Aynı çalışmada, 42 adet yapay balın TPS-10'unun minimum 954, maksimum 4983 ve ortalama 1769 olarak belirlemişlerdir.

Bu bilgilere dayanarak, 10 g baldaki TPS'nin doğal ve yapay balların ayırt edilmesinde önemli bir faktör olduğu fikri P7 no'lu (TPS-10: 4479) ve G2 no'lu (TPS-10: 4072) bal örneklerine bakıldığında Sorkun ve Doğan [47] ile örtüşmektedir. Ancak balların saflığı ve yapaylığı konusunda, kesin kanıya varmak için sadece TPS-10 miktarının yeterli olmadığı da bir gerçektir. Çünkü dışarıdan katkı nişasta bulunduran M13 no'lu örneğinin ise TPS-10

miktarı 23516 olarak bulunmuş olup sınıflandırmada grup II'ye dahil edilmiştir. Bal örneklerinin TPS-10 miktarları yapılan araştırmalardan düşük çıkmıştır. Bu durumun örneklerde Boraginaceae familyası polenlerinin yoğun olarak bulunmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Bal örneklerinin melitopalinolojik analizinde yapılan nişasta içeriği tespiti sonucunda, örneklerin tamamının polen kaynaklı nişasta içerdiği saptanmıştır. Sorkun ve Şahin [135], çam balında yaptıkları polen analizinde de Cistaceae familyası polenlerinin yoğun nişasta içerdiğini saptamışlardır. Aynı tespitte bal örneklerinin 19 adedinin dışarıdan katkı nişasta içerdiği tespit edilmiştir.

Bizim çalışmamızda 10 g balda, tağşiş amaçlı nişasta tanelerinin sayımı ile gerçekleşen, yüzde nişasta miktarı tayini sonucunda ise D5, G2, M13, P7 kodlu 4 tane bal örneğinin daha önceden belirlenen %10 sınırını geçtiği tespit edilmiştir. Bal örneklerindeki ortalama nişasta tağşişi %1.51, minimum değer %0 ve maksimum değer %25 olarak kaydedilmiştir (Çizelge. 4.8)

Tağşişli balların arılara aşırı şeker yüklemesi yaparak ya da invert şeker şurubunun sonradan bala eklenmesi ile hazırlanmış olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak saf ve yapay balların ayırt edilmesinde sadece yüzde nişasta miktarının yeterli olmadığı belirlenmiştir [136].

Sorkun ve Şahin [135], balda polenden kaynaklanan nişastanın bulunabileceğini ve bunun doğal bir sonuç olduğunu bildirmiştir.

Polenin içerdiği nişasta ile diğer nişastaları (soya, patates, fasulye, mısır vb.) birbirinden ayırmak mikroskopik analizle mümkün olup en belirgin fark boyutlarındadır. Polen nişastası bir birim iken, diğer nişastalar en az 100 birim büyüklüktedir [47]. Şekil 4.8 bal örneklerinde saptanan polen kaynaklı ve tağşiş amaçlı nişasta taneleri verilmiştir.

Bal örneklerinin melitopalinolojik analizinde yapılan, balda bulunmaması gereken mikroskopik partiküller analizi sonucunda, bal örneklerinin %100'ünün partikül içerdiği saptanmıştır (Çizelge 4.9).

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nin 5. maddesinin a şıkında “Bala gıda katkı maddeleri de dâhil olmak üzere dışarıdan hiçbir madde katılamaz. Balın doğal bileşiminde bulunmayan organik ve/veya inorganik maddelerden arı olması gerekir.”, d şıkında ise “Bir gram petekte Amerikan Yavru Çürüklüğü etkeni *Paenibacillus larvea* spor ve

vegetatif formu ile Nosemosis etkenleri *Nosema apis* ve *Nosema ceranae* sporları bulunamaz.” denilmiştir [7].

Yapılan analiz sonucunda 76 bal örneğinden H13, H16, C9, D8, P8 kodlu 5 örnekte *Nosema* sporları değişik yoğunluklarda tespit edilmiştir. M25 ve P8 kodlu iki örnekte *Varroa* saptanmıştır. Balların birçoğunda ise arı kılı, kanat pulu gibi arı ve böcek parçalarına rastlanılmıştır. Bunun yanında çoğu balda çeşitli oranlarda bakteri sporu, *Cladosporium* ve *Ustilago* sporlarına rastlanmıştır. Bu da yöre arıcılarının hijyen kurallarına uygun çalışmadığını gösteren önemli bir kanıttır.

Olga et al. [137] Kuzeybatı İspanya’dan (Galicia) 2008 ve 2009 yılları arasında topladıkları 86 bal ile Çiçek Balı ve Salgı Balını ayırt etmek için yaptıkları analizlerde örneklerin %97.7 sinde *Cladosporium* sporu teşhis etmişlerdir. Fungal sporların bitkilerden bala işçi arılar tarafından polen ya da nektar toplama sırasında taşınmış olabileceği vurgulanmıştır [137-138]. Kırpık ve arkadaşları [138] Kafkas arısı ile yaptıkları çalışmalarda küf mantarı sporlarının, arının depoladığı polenlerde, peteklerde, balda ve kovan içindeki bütün yüzeylerde bulunabileceğini belirtmişlerdir. Sporlar yıllarca canlı kalabilir ve bu sporlar sürekli enfeksiyon kaynağı olabilirler [138].

Gençay Çelemlı ve Özmen [139] Türkiye’nin Karadeniz Bölgesi’nden bir bal örneğinin botanik kaynağını saptamak amacı ile yaptıkları mikroskopik analiz sonucu bal örneğinde polen miktarından daha fazla *Ustilago* sporlarına rastlamışlardır.

Ustilago cinsinin üyeleri bitki patojeni funguslardır ve rüzgârla ya da böceklerle taşınmaktadırlar. Poaceae familyasından *Zea mays* (mısır) bitkisinin dişi çiçek durumlarında hastalık etmenidirler [140]. Bitkilerin polen ve nektar kapasiteleri 0 (en düşük) ile 4 (en yüksek) arasında sayılarla değerlendirilmektedir. *Zea mays* (mısır) bitkisinin polen kapasitesi 4 üzerinden 4 ve nektar kapasitesi ise yoktur [141]. Bizim örneklerimizin çoğunda Poaceae familyasına ait polenlere rastlanmıştır. Bu sporların, bal arıları için iyi polen kaynağı olan bu bitkiden polen toplanması sırasında ya da rüzgâr aracılığıyla kovana taşınmış olması mümkündür. Araştırma bölgesinde mısır tarımsal amaçla ekilmemektedir, fakat gerek insan beslenmesinde, gerekse hayvan yemi olarak ve gerekse endüstride kullanılmak üzere yetiştirilmektedir [142]. Gençay Çelemlı ve Özmen [139] bitkiler için hastalık etmeni olan *Ustilago* sporlarının insanlar üzerindeki alerjen etkisine de değinmişlerdir. Bu nedenle balın kalitesi ve hijyeni açısından mikroskopik analiz yapmak önem arz etmektedir.

Kül, balın karbonizasyonunu sonucu inorganik kalıntıların doğrudan ölçümünü ifade etmektedir [1]. 76 adet bal örneğinin, fiziksel analizlerinden, yüzde kül miktarı tayini sonucunda, yüzde kül değeri minimum %0.01, maksimum %0.26, ortalama %0.036 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Sanz et al [27] farklı bölgelerden topladıkları 30 adet bal örneğiyle yaptıkları çalışmada % kül miktarını ortalama %0.29 bulurken, minumum %0.00 ve maksimum %0.73 olarak bulmuşlardır. Bu farklılıklar, çeşitli bitkisel kökenden nektarın kompozisyonundan ya da çiçek balına salgı balı karıştırılmasından kaynaklanabilir [71].

Ünal ve Küplülü [71] Ankara’da tüketime sunulan süzme balların bazı kimyasal özellikleri yönünden kalitelerini ve Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine uygunluklarını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında 35 çiçek balı ve 35 salgı balını incelemişlerdir. Çiçek ballarının kül miktarını 0.11-0.72 aralığında bulurken salgı ballarında bu değeri %0.18-0.75 aralığında bulmuşlardır.

Güler ve arkadaşları [20] doğal ve yapay balın birbirinden ayrılmasında yararlanılacak biyokimyasal özelliklere karar vermek için yaptıkları çalışmalarında doğal balda kül miktarını %0.052 bulurken, arıların yoğun sukroz şurubuyla beslenerek oluşturulan yapay balda ise bu oran %0.039 olarak tespit edilmiştir.

Soria et al. [37] ispanyanın Madrid kentinden 46 bal ile yaptıkları çalışmada balların kül miktarlarını minumum %0.003 bulurken, maksimum %0.990 olarak tespit etmişlerdir.

Bizim çalışmamızda bulduğumuz değerler bu çalışmada bulunan değer aralığında yer almaktadır.

76 adet bal örneğinin, fiziksel analizlerinden, elektriksel iletkenlik miktarı tayini sonucunda, elektriksel iletkenlik değeri minimum 0.16 $\mu\text{S}/\text{cm}$, maksimum 0.26 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ortalama 0.02 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Ouchemoukh et al. [76], 11 adet Cezayir balından 10’unun elektriksel iletkenliğini 0.70 $\mu\text{S cm}^{-1}$ ’den düşük, sadece 1 balın ise elektriksel iletkenlik değerini 1.61 $\mu\text{S cm}^{-1}$ olarak saptamışlardır. Bu parametrenin, kül, organik asit, proteinler, bazı kompleks şekerler ve floral kaynağına bağlı olduğunu belirlemişlerdir.

Elektriksel iletkenlik balın botanik orijiniyle alakalı iyi bir kriterdir [1].

Güler ve arkadaşları [20] doğal ve sukroz şurubuyla oluşturulmuş yapay balları ayırmada biyokimyasal özellikleri belirlemek için yaptıkları çalışmada, saf çiçek balının elektriksel

iletkenliğinin ($0.230 \mu\text{S cm}^{-1}$) sukroz şurubuyla oluşturulmuş yapay baldakinden ($0.176 \mu\text{S cm}^{-1}$) daha yüksek olduğu sonucunu elde etmişlerdir. Bunun sonucunda araştırmacılar elektriksel iletkenliğin balın kalitesinin yerine bitki kaynağını belirlemek için kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir. Çünkü yapay ballardaki sukroz ve doğal balın kaynağında bitkiseldir. Bu nedenle elektriksel iletkenlik monofloral balların sınıflandırılmasında en yararlı kalite parametresidir [143].

76 adet bal örneğinin, kimyasal analizinde yapılan, nem miktarı tayini sonucunda, nem değeri minimum %14,9 ile M4 no'lu bal örneğinde bulunurken, maksimum %21,3 ile H13 no'lu bal örneğinde tespit edilmiştir. Balların ortalama nem değeri ise %17,31 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.12.).

Şahinler ve arkadaşları [144], Hatay yöresine ait 50 adet balda yüzde nem değerini ortalama %16.03 olarak saptamışlardır. Anapuma et al. [53] 11 ticari balın neminin %17 ile %22.6 arasında değiştiğini tespit etmiştir. Soria et al. [37] İspanyanın Madrid kentinden 46 bal ile yaptıkları çalışmada neminin %13.0 ile %18.7 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Sanz et al. [27] farklı bölgelerden topladıkları 30 adet bal örneğiyle yaptıkları çalışmada balların nem oranının %13.00 ile %18.70 arasında değiştiğini, ortalama nem değerinin ise %16.22 olduğunu belirtmişlerdir.

Estupinan and Sanjuan [145] balların nem miktarının %13-25 arasında değiştiğini belirtelerek bu oranın iklim, mevsim ve bitki nektarının nem içeriğinden etkilendiğini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda bulduğumuz oranların da bildirilen oranlarla tutarlı olduğu görülmüştür.

Balın nem içeriği, depolama sırasındaki fermentasyona ve granulasyonuna karşı balın stabilitesine katkı sağlayan önemli bir faktördür [52]. Balın nem içeriği raf ömrü için önemlidir ve yaygın olarak balın hasat mevsimi ve olgunlaşma derecesiyle ilişkilidir [1].

Nanda et al. [52], balın bitkisel kökeninin fizikokimyasal özellikler üzerindeki etkisini araştırmışlardır. *Trifolium alexandrinum* L., *Brassica campestris*, *Helianthus annuus*, *Eucalyptus lanceolatus*, *Citrus*, karışık çiçek ve bir ticari örnekten oluşan farklı tür ballarda yapmış oldukları bu çalışmada *Trifolium* balının ortalama %18.65 ile en yüksek nem içeriğine ve *Brassica campestris* balının ise %14.63 ile en düşük nem içeriğine sahip bal olduğunu belirlemişlerdir.

Conti [94], İtalyanın Lazio bölgesinden toplanan 84 bal örneğiyle yaptığı çalışmada, balların nem içeriğinin %16.00–18.04 arasında ve ortalama %16.36 olarak tespit etmiştir.

Araştırmacı balların nem ve şeker içeriğinin kesinlikle bağlantılı olduğunu ve anormal değerlerin bunun bir göstergesi olabileceğini belirtmiştir.

EU, Alimentarius Kodeksi'ne ve Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine göre genel ve salgi ballarında nem miktarı %20 olması gerektiği bildirilmiştir [7, 127-128] .

Balın su oranı %18.5 veya daha yüksek olduğu zaman fermantasyon başlar [19]. Bu çalışmada, 76 adet süzme bal örneğinin %13.16'sının nem miktarı açısından fermente olmaya yatkın olduğu tespit edilmiştir. Nitekim, nem oranı yüksek bazı ballarda fermantasyon görülmüştür.

Bu çalışmada, bal örneklerinde yapılan HPLC şeker analizi sonuçlarında fruktoz miktarı ortalama %30.08, minumum %20.37, maksimum %44.85 olarak bulunurken, glikoz miktarı ortalama %27.09, minumum %19.29, maksimum %39.36 olarak bulunmuştur. Fruktoz/glikoz oranı ortalama %1.12, minumum %0.86, maksimum %1.61 olarak, fruktoz + glikoz miktarı ise ortalama %57.17, minumum %40.05 ve maksimum %77.26 olarak bulunmuştur.

Soria et al. [37], İspanya'nın Madrid kentinden 46 bal ile yaptıkları çalışmada glikoz miktarının %19.3 ile 31.2 arasında değiştiğini, fruktoz miktarının ise % 23.2 ile 39.9 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Fruktoz+ glikoz miktarı %42.5-71.1 arasında, fruktoz/ glikoz oranı ise 1.13-1.36 arasında değişmektedir.

Sanz et al. [27], farklı bölgelerden topladıkları 30 tane bal örneğiyle yaptıkları çalışmada fruktoz oranının %29.2-45.2 arasında değiştiğini, ortalamanın %35.8 olduğunu ortaya koymuşlardır. Glikoz oranının ise %22.3-38.0 arasında, ortalamanın %29.7 olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar glikoz+fruktoz miktarının ise %51.5-80.0 arasında, ortalamanın %65.5 olduğunu kaydetmişlerdir.

Primorac et al. [45], akasya (*Robinia pseudoacacia* L.), adaçayı (*Salvia officinalis* L.) ve kestane (*Castanea sativa* Mill.) ballarının karbonhidrat profilini belirlemek için yaptıkları çalışmada fruktoz /glikoz oranının minumum ve maksimum değerlerinin sırasıyla 1.3–1.9, 1.0–1.9, 1.3–1.8 olduğunu belirlemişlerdir. Akasya ve kestane balındaki oranın adaçayı balına göre fazla olmasından dolayı bu balların uzun süre sıvı kaldığı bildirilmiştir.

Zürcher and Hadorn [68], fruktoz/glikoz oranı 1.25'ten küçük, glikoz-su/fruktoz oranı ise 0.42 den büyük olan balların çabuk kristallendiğini bildirilmiştir. Bir diğer araştırmada fruktoz/glikoz 1.0–1.2 arasındayken, kristalizasyonun çabuk olduğu bu oran 1.3 veya daha fazla olduğunda ise kristalizasyonun geciktiği bildirilmektedir [69]. Ardahan iline ait

bal örneklerinin bir ay içerisinde kristallendiği gözlenmiştir. Bal örneklerinin ortalama fruktoz/glikoz oranı %1.12 olarak tespit edildiğinden, bu durum yapılan araştırmalarla tutarlılık göstermektedir.

Balın yüksek şeker içeriği antimikrobiyal etkisine katkı sağlamaktadır. Yüksek şeker konsantrasyonu, düşük nem içeriği ile birleşirse ozmotik strese sebep olur; bu durum mikroorganizmalar tarafından balın bozulmasını engellemektedir [100].

Güler ve ark. [20], doğal ve yapay balın birbirinden ayrılmasında yararlanılacak biyokimyasal özelliklere karar vermek için yaptıkları çalışmalarında doğal balda fruktoz/glikoz oranını 1.201, arıların yoğun sukroz şurubu ile beslenmeleriyle oluşturulan balda ise 1.198 olduğunu belirtmişlerdir.

Küçük yüz ölçümüne sahip olmasına ve yılın büyük bir kısmını karlar altında geçirmesine rağmen oldukça zengin bitki çeşitliliğine sahip olan Ardahan ilinde üretilmekte olan balların bitki kökenini ve kalitesini tespit etmek amacıyla yapılan bu çalışma, Ardahan balını yöreye özgü ekonomik değer haline getirme yolunda arıcılar için önemli bir rehber niteliğindedir. Çünkü gerek iklim koşulları gerekse coğrafi konumu nedeniyle tarımsal kalkınmada fazla bir seçeneği olmayan yöre halkı için arıcılık sürdürülebilir ekonomik kalkınma anlamında önemli bir istihdam kolu yaratabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Gulfraz, M., Iftikhar, F., Imran, M., Zeenat, A., Asif, S., Shah, I., Compositional analysis and antimicrobial activity of various honey types of Pakistan. *International Journal of Food Science & Technology*, 46 (2), 263-267, **2011**
- [2] Crane, E. *Bees And Beekeeping*. Heinemann Newnes, London, **1990**
- [3] Azim, M.K., Sajid, M., Evaluation of Nematocidal Activity In Natural Honey. *Pakistan Journal of Botany*, 41 (6), 3261-3264, **2009**
- [4] Oddo, L.P., Bogdanov, S., Determination of Honey Botanical Origin: Problems and Issues. *Apidologie European unifloral honeys*, 35 (1), 2-3, **2004**
- [5] Atanassova, J., Yurukova, L., Lazarova, M., Pollen and Inorganic Characteristics of Bulgarian Unifloral Honeys. *Czech Journal of Food Sciences*, 30 (6), 520-526, **2012**
- [6] Majtan, J., Apitherapy - the Role of Honey in the Chronic Wound Healing Process. *Epidemiologie Mikrobiologie Immunologie*, 58 (3), 137-140, **2009**
- [7] Anonim, *Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği* (Tebliğ No: 2012/58). Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 28366, **2012**
- [8] Özhatay, N., Eminağaoğlu, Ö., Esen, S., *Karlı Yaylaların Saklı Bahçesi-Ardahan'ın Doğal Bitkileri*, Ardahan Çevre ve Orman İl Müdürlüğü Yayını, **2010**
- [9] Crane, E., *A Book of Honey*, Oxford University Press, Newyork, **1980**
- [10] Crane, E., History of honey, in *A Comprehensive Survey Honey*, Bee Research Association, Morrison and Gibb. Ltd., London, 439-475, **1979**
- [11] Crane, E., Recent research on the world history of beekeeping, *Bee World*, 80 (4), 174-186, **1999**
- [12] Pehlivan, S., *Türkiye'nin Alerjen Polenleri Atlası*, Ünal Ofset, Ankara, 187, **1995**
- [13] Aytuğ, B., *İstanbul Çevresi Bitkilerinin Polen Atlası*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, No: 1650, İstanbul, **1971**
- [14] Hosler, J., *Letters from the hive - An intimate history of bees, honey, and humankind*, Science, 309 (5736), 881-882, **2005**
- [15] Sawyer, R., *Pollen Identification for Beekeepers*, Uni. Coll. Cardiff Press, 11-13, **1981**
- [16] Faegri, K., Iversen, J., *Textbook of Pollen Analysis*. Ed.; Faegri, K., Kaland, P.E., Krzywinski, K., John Wiley & sons, Chichester, IV Edition, New York, 328, **1989**
- [17] White, J.W., Composition of honey, in *A Comprehensive Survey Honey*. 157-194, **1979**
- [18] Zander, E., Koch, A., *Der Honig*, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 201, **1994**
- [19] Anklam, E., A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey, *Food Chemistry*, 63 (4), 549-562, **1998**
- [20] Guler, A., Bakan, A., Nisbet, C., Yavuz, O., Determination of important biochemical properties of honey to discriminate pure and adulterated honey with

- sucrose (*Saccharum officinarum* L.) syrup. *Food Chemistry*, 105 (3), 1119-1125, **2007**
- [21] Sorkun, K., *Türkiye'nin Nektarlı Bitkileri, Polenleri ve Balları*, Palme Yayıncılık, Ankara, 341, **2008**
- [22] Kaya, Z., Binzet, R., Orcan, N., Pollen Analyses of Honeys From Some Regions in Turkey *Apiacata*, 40, 10-15, **2005**
- [23] Sahinler, N., Kaya, S., Bal Arisi Kolonilerini (*Apis mellifera* L.) Ek Yemlerle Beslemenin Koloni Performansi Üzerine Etkileri, *MKU Ziraat Fakültesi Dergisi* 6 (1-2), 83-92, **2001**
- [24] Abu-Jdayil, B., Ghzawi, A.A.M., Al-Malah, K.I.M., Zaitoun, S., Heat effect on rheology of light- and dark-colored honey, *Journal of Food Engineering*, 51 (1), 33-38, **2002**
- [25] Moar, N.T., Pollen Analysis of New Zealand Honey. *Journal of Agricultural Research*, 28, 38-70, **1985**
- [26] Knipping, S., Grunewald, B., Hirt, R., Medical honey in the treatment of wound-healing disorders in the head and neck area, *HNO*, 60 (9), 830-836, **2012**
- [27] Sanz, M.L., Gonzalez, M., de Lorenzo, C., Sanz, J., Martínez-Castro, I., A contribution to the differentiation between nectar honey and honeydew honey. *Food Chemistry*, 91 (2), 313-317, **2005**
- [28] Sorkun, K., *Balda Nisasta Analizi*, Teknik Arıcılık, 78, 6-8, **2002**
- [29] Öner, M., *Botanik Laboratuvarı*, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 169, **1967**
- [30] Accorti, M., Oddo, L.P., Piazza, M., La conductivité électrique et le contenu en cendre du miel. *Apiacta. XXII*, 1, 19-20, **1987**
- [31] Devillers, J., Morlot, M., Pham-Delegue, M.H., Dore, J.C., Classification of monofloral honeys based on their quality control data, *Food Chemistry*, 86 (2), 305-312, **2004**
- [32] Bogdanov, S., Charakterisierung von Schweizer Sortenhonigen, *Agrarforschung*, 4, **1997**
- [33] Sancho, M.T., Muniategui, S., Sanchez, M.P., Huidobro, J.F., Simal, J., Relationships between electrical conductivity and total and sulphated ash contents in Basque honeys, *Apidologie*, 22, 487-494, **1991**
- [34] Diego Gómez-Díaz, J.M.N., Lourdes C. Quintáns-Riveiro, Physicochemical Characterization Of Galician Honeys, *International Journal of Food Properties*, 15, 292-300, **2012**
- [35] Yurtsever, N., Sorkun, K., Determination of botanical origin of the honey produced in the Kemaliye-Erzincan Region in Eastern Turkey by microscopical and organoleptical analyses, 5 (9), 12, **2005**
- [36] Piazza, M.G., Accorti, M., Oddo, O.P., Electrical conductivity, ash, colour and specific rotatory power in Italian unifloral honeys, *Apicoltura*, 7 (51-63), **1991**
- [37] Soria, A.C., González, M., de Lorenzo, C., Martínez-Castro, I., Sanz, J. Characterization of artisanal honeys from Madrid (Central Spain) on the basis of their melissopalynological, physicochemical and volatile composition data. *Food Chemistry*, 85 (1), 121-130, **2004**

- [38] Fea's, X., Pires, J., Estevinho, M.L., Iglesias, A., Araujo, J.P.P.D., Palynological and physicochemical data characterisation of honeys produced in the Entre-Douro e Minho region of Portugal, *International Journal of Food Science and Technology*, 45, 1255-1262, **2010**
- [39] Pınar, N. M., Akgül, G., Tuğ, G.N., *Palinoloji Laboratuvar Kılavuzu*, **2003**
- [40] Grujić, S., Komićla, J., Classification of Honeys From Three Geographical Regions Based On Their Quality Control Data, 3 (1-2), 13-26, **2012**
- [41] Erdoğan, N., Pehlivan, S., Doğan, C., Adapazarı ili Hendek-Akyazı ve Kocaali ilçeleri Ballarında Polen Analiz, *Mellifera Dergisi* Cilt 6 (10-12): 20-27, **2006**.
- [42] Anonim, Harmonised Methods of the International Honey Commission, **2009**
- [43] Sorkun, K., İnceoglu, Ö., İç anadolu bölgesi ballarında polen analizi, *Doğa Bilim Dergisi*, A2, 8(2) 222-228, **1984**
- [44] Andrada, A., Valle, A., Aramayo, E., Lamberto, S., Cantamutto, M., Pollen Analysis of Honey from the Austral Mountains Buenos Aires Province, *Investigation Agraria, Produccio Y Protection Vegetales*, Argentina, 13 (3), 265-275, **1998**
- [45] Primorac, L., Flanjak, I., Kenjeric, D., Bubalo, D., Topolnjak, Z., Specific Rotation and Carbohydrate Profile of Croatian Unifloral Honeys, *Czech J. Food Sci.*, 29 (5), 515-519, **2011**
- [46] Valencia-Barrera, R.M., Herrero, B., Molnar, T., Pollen and organoleptic analysis of honeys in Leon province (Spain), *Grana*, 39 (2-3), 133-140, **2000**
- [47] Sorkun, K., Doğan, C., Türkiye'de üretilen doğal ve yapay balların ayırt edilmesinde 10 gram baldaki toplam polen sayısının önemi, *Mellifera*, 2 (3), 2-6, **2002**
- [48] White, J.W., Honey, advances in food research, New York, San Francisco, London: Board Academic Press, 24, 287-374, **1978**
- [49] Nombéré, I., Schweitzer, P., Boussim, J.I., Rasolodimby, J.M., Impacts of storage conditions on physicochemical characteristics of honey samples from Burkina Faso, *African Journal of Food Science*, 4 (7), 458 – 463, **2010**
- [50] Kasperová, J., Nagy, J., Popelka, P., Dičáková, Z., Nagyová, A., Mal'a, P., Physico-chemical indicators and identification of selected Slovak honeys based on colour measurement, *Acta Vet. Brno* 81, 057-061, **2012**
- [51] Mondragón-Cortez, P., Ulloa, J.A., Rosas-Ulloa, P., Rodríguez-Rodríguez, R., Vázquez, J.A.R., Physicochemical characterization of honey from the West region of Me'xico, *Cyta – Journal of Food*, 11 (1), 7-13, **2013**
- [52] Nanda, V., Sarkar, B.C., Sharma, H.K., Bawa, A.S., Physico-chemical properties and estimation of mineral content in honey produced from different plants in Northern India, *Journal of Food Composition and Analysis*, 16 (5), 613-619, **2003**
- [53] Anupama, D., Bhat, K.K., Sapna, V.K., Sensory and physico-chemical properties of commercial samples of honey. *Food Research International*, 36 (2), 183-191, **2003**
- [54] Montenegro, G., Pizarro, R., Avila, G., Castro, R., Rios, C., Muñoz, O., Origen botánico y propiedades químicas de las mieles de la región mediterránea árida de Chile. *Ciencia e Investigación Agraria*, 30, 161-174, **2003**

- [55] Montenegro, G., Gomez, M., Pizarro, R., G.Casaubon, Peña, R., Implementation of a sensorial panel for Chilean honeys. 35 (1), 41–48, **2008**
- [56] Piana, M., Persano, A., Bruneau, E., Bogdanov, Declerck, C., Sensory analysis applied to honey, *State of the Art. Apidologie*, 35, 26-37, **2004**
- [57] Alzahrani, H.A., Alsabehi, R., Boukraa, L., Abdellah, F., Bellik, Y., Bakhotmah, B.A., Antibacterial and antioxidant potency of floral honeys from different botanical and geographical origins, *Molecules*, 17 (9), 10540-10549, **2012**
- [58] White, J.W., Honey, in the hive and the honey bee, *Eds. Graham, J.M., Dadant and Sons. Inc. Ohio*, 869-918, **2003**
- [59] Manyi-Loh, C.E., Clarke, A.M., Ndip, R.N., An overview of honey: Therapeutic properties and contribution in nutrition and human health, *African Journal of Microbiology Research*, 5 (8), 844-852, **2011**
- [60] Uçkun, O., Selli, S., Kayseri ili çiçek balının aroma maddeleri bileşimi, *Gıda*, 37 (3), 157-164, **2012**
- [61] Castro, R.M., Escamilla, M.J., Reig, R.B., Evaluation of color of some Spanish unifloral honey types as a characterization parameter, *Journal of the AOAC International*, 75 (3), 537-542, **1992**
- [62] Genç, F., *Arıcılığın Temel Esasları*, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi. Yayın No:149. Erzurum, 286, **1993**
- [63] White, J.W., Honey. The Hive and honey bee, Dadant and Sons, Hamilton, IL, USA, 491-530, **1984**
- [64] Brudzynski, K., Kim, L., Storage-induced chemical changes in active components of honey de-regulate its antibacterial activity, *Food Chemistry*, 126 (3), 1155-1163, **2011**
- [65] Gómez-Díaz, D., Navaza, J.M., Quintáns-Riveiro, L.C., Effect of Temperature on the Viscosity of Honey. *International Journal of Food Properties*, 12 (2), 396-404, **2009**
- [66] Yanniotis, S., Skaltsi, S., Karaburnioti, S., Effect of moisture content on the viscosity of honey at different temperatures, *Journal of Food Engineering*, 72 (4), 372-377, **2006**
- [67] Kayacier, A., Karaman, S., Rheological and some physicochemical characteristics of selected Turkish honeys, *Journal of Texture Studies*, 39 (1), 17-27, **2008**
- [68] Zürcher, K., Hadorn, H., Zuckerspectrum und Kristallisationstendenz von Honigen, *Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene*, 65, 407-420, **1974**
- [69] Ruoff, K., Luginbuhl, W., Bogdanov, S., Bosset, J.O., Estermann, B., Ziolk, T. ve diğerleri, Authentication of the botanical origin of honey by near-infrared spectroscopy, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54 (18), 6867-6872, **2006**
- [70] White, J.W., Detection of honey adulteration by carbohydrate analysis, *Journal of the Association of Official Analytical Chemists* 63, 11-18, **1980**
- [71] Ünal, C., Küplülü, Ö., Chemical quality of strained honey consumed in Ankara, *Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 53, 1-4, **2006**

- [72] Tosi, E., Ciappini, M., Re, E., Lucero, H., Honey thermal treatment effects on hydroxymethylfurfural content. *Food Chemistry*, 77 (1), 71-74, **2002**
- [73] Karadal, F.,Yildirim, Y., Balın Kalite nitelikleri, beslenme ve sağlık açısından önemi, *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 9 (3), 197-209, **2012**
- [74] Çınar, S.B.,Ekşi, A., Türkiye'de üretilen çam balının kimyasal profili, *Gıda*, 37 (3), 149-156, **2012**
- [75] Bogdanov S., Martin P., Honey authenticity, *Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene*, 93, 232-254, **2002**
- [76] Ouchemoukh S, Louaileche H, Schweitzer P., Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys, *Food Control*, 18: 52-58, **2007**
- [77] D'Arcy, B.R., High-power ultrasound to control of honey crystallisation, *Rural Industries Research and Development Corporation, Australia*, 140, **2007**
- [78] Bogdanov, S., Lullmann, C., Martin, P., von der Ohe, W., Russmann, H., Vorwohl, G. ve diğerleri, Honey quality and international regulatory standards: review by the International Honey Commission, *Bee World*, 80 (2), 61-69, **1999**
- [79] Özkök, A.,Çıngı, H., Two different methods used in distinguishing pine honey from floral honey, *Mellifera*, 14-23, **2010**
- [80] Perez, R.A., Gonzales, M.M., Iglesias, M.T., Pueyo, E.,Lorenzo, C., Analytical, sensory and biological features of Spanish honeydew honeys, *World Honeydew Honey Symposium, Tzarevo, Bulgaria*, 16-17, **2008**
- [81] Rodriguez-Otero, J. L., Paseiro, P., Simal, J., & Cepeda, A., Mineral content of the honeys produced in Galicia (North-west Spain), *Food Chemistry*, 49 (2), 169-171, **1994**
- [82] Fernández-Torres, R., Pérez-Bernal, J.L., Bello-López, M.Á., Callejón-Mochón, M., Jiménez-Sánchez, J.C.,Guiraúm-Pérez, A., Mineral content and botanical origin of Spanish honeys, *Talanta*, 65 (3), 686-691, **2005**
- [83] Aras, N., *Ballı Yazılar*, Metro Kültür Yayınları Gastro Dizisi, 38, **2010**
- [84] Mohammed, S.E.A., Azim, M.K., Characterisation of natural honey proteins: implications for the floral and geographical origin of honey, *International Journal of Food Science and Technology*, 47 (2), 362-368, **2012**
- [85] Estevinho, L., Pereira, A.P., Moreira, L., Dias, L.G.,Pereira, E., Antioxidant and antimicrobial effects of phenolic compounds extracts of Northeast Portugal honey, *Food and Chemical Toxicology*, 46 (12), 3774-3779, **2008**
- [86] Chen, C., Campbell, L., Blair, S.E.,Carter, D.A., The effect of heat treatment on the antimicrobial properties of honey, *Frontiers in Microbiology*, 3, **2012**
- [87] Hermosin, I., Chicon, R.M.,Cabezudo, M.D., Free amino acid composition and botanical origin of honey, *Food Chemistry*, 83 (2), 263-268, **2003**
- [88] Lichtenberg-Kraag, B., Saccharose degradation over time in stored honey: influence of time, temperature, enzyme activity and botanical origin, *Journal of Food and Nutrition Research*, 51 (4), 217-224, **2012**
- [89] De la Fuente, E., Sanz, M.L., Martinez-Castro, I.,Sanz, J., Development of a robust method for the quantitative determination of disaccharides in honey by gas chromatography, *Journal of Chromatography A*, 1135 (2), 212-218, **2006**

- [90] Anonim, Codex Standard For Honey Codex Stan 12-1981. 1-8, **2001**
- [91] Gonzalez-Miret, M.L., Terrab, A., Hernanz, D., Fernandez-Recamales, M.A., Heredia, F.J., Multivariate correlation between color and mineral composition of honeys and by their botanical origin, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (7), 2574–2580, **2005**
- [92] Osman, K.A., Al-Doghairi, M.A., Al-Rehiyani, S., Helal, M.I.D., Mineral contents and physicochemical properties of natural honey produced in Al-Qassim region, Saudi Arabia, *Journal of Food Agriculture & Environment*, 5 (3-4), 142-146, **2007**
- [93] Madejczyk, M., Baralkiewicz, D., Characterization of Polish rape and honeydew honey according to their mineral contents using ICP-MS and F-AAS/AES, *Analytica Chimica Acta*, 617 (1-2), 11-17, **2008**
- [94] Conti, M.E., Lazio region (central Italy) honeys: a survey of mineral content and typical quality parameters, *Food Control*, 11 (6), 459-463, **2000**
- [95] Chua, L.S., Lee, J.Y., Chan, G.F., Honey protein extraction and determination by mass spectrometry, *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 405 (10), 3063-3074, **2013**
- [96] Rebane, R., Herodes, K., Evaluation of the botanical origin of estonian uni- and polyfloral honeys by amino acid content, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 (22), 10716-10720, **2008**
- [97] Von Der Ohe, W., Dustmann, J.H., Von Der Ohe, K., Prolin als Kriterium der Reife des, *Honigs, Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 87, 12, 383 -386, **1991**
- [98] Şahinler, N., Arı ürünleri ve insan sağlığı açısından önemi, *MKÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5 (1-2), 139-148, **2000**
- [99] Subrahmanyam, M. Topical application of honey for burn wound treatment - an overview, *Ann Burns Fire Disasters*, 20 (3), 137-139, **2007**
- [100] Kwakman, P.H.S., Zaat, S.A.J. Antibacterial components of honey, *Iubmb Life*, 64 (1), 48-55, **2012**
- [101] Anonim, Ardahan Valiliği, http://www.ardahan.gov.tr/default_B1.aspx?content=221 (Temmuz, **2013**)
- [102] Anonim, *İl Çevre Durum Raporu*, Ardahan Valiliği Çevre Ve Şehircilik İl Müdürlüğü, **2011**
- [103] Ardahan Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü <http://www.csb.gov.tr/iller/ardahan/index.php?Sayfa=sayfa&Tur=webmenu&Id=3832> (Ağustos, **2013**)
- [104] Türkiye İstatistik Kurumu Kars Bölge Müdürlüğü, **2012**
- [105] http://www.ardahan.gov.tr/ortak_icerik/ardahan/galeri/12.jpg (Temmuz, **2013**)
- [106] <http://www.ardahankulturturizm.gov.tr/TR,55763/cografya.html> (Haziran, **2013**)
- [107] <http://www.ardahankulturturizm.gov.tr/TR,55766/iklimi.html> (Kasım, **2013**)
- [108] <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceleristatistik.aspx?m=ARDAHAN#sfB> (Haziran, **2013**)
- [109] Çepel, N., *Orman Ekolojisi*, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 3518, Orman fak. Yayın No: 339, İstanbul, Türkiye, **1988**.

- [110] <http://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim-siniflandirmalari.aspx?m=ARDAHAN>, (Temmuz,2013)
- [111] http://www.csb.gov.tr/db/ced/editordosya/Ardahan_icdr2012.pdf, (Temmuz,2013)
- [112] Anonim, Ardahan ilinin genel tarımsal yapısı
<http://www.ardahantarim.gov.tr/resim/userfiles/files/istatistik1ardahanilimizin Genel Tarımsal Durumu.pdf> (Temmuz,2013)
- [113] Anonim, Ardahan Kafkas Arı Irkı Ve Arıcılık Çalıştay Ve Sektör Raporu, **2012**
- [114] Anonim, Merkez Arı Yetiştiricileri Birliği verileri, (Aralık,2013)
- [115] Doğaroğlu, M., *Modern Arıcılık Teknikleri*, **1999**
- [116] Genç, F., Dulger, C., S.Kutluca, A.Dodoloğlu., Comparison of some behavioural characteristics of Caucasian, Central Anatolian and Erzurum honeybee *Apis mellifera* L. genotypes in the conditions of Erzurum. *Türk Veterinerlik ve Hayvanlık Dergisi* 23 (Supplement 4), 651-656, **1999**
- [117] Yücel B, Kösoğlu M: Comparisons of Mugla ecotype and Italian cross honey bees for some performances in Aegean Region (Turkey). *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 17 (6): 1025-1029, **2011**.
- [118] Kaftanoğlu, O. Bal Arılarında Irk Kavramı ve Irk Seçimi. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 1 (3), 11-20, **2001**
- [119] Akyol, E.,Kaftanoğlu, O., Colony characteristics and the performance of Caucasian (*Apis mellifera caucasica*) and Mugla (*Apis mellifera anatoliaca*) bees and their reciprocal crosses. *Journal of Apicultural Research*, 40 (3-4), 11-15, **2001**
- [120] Genç, F.,Dodoloğlu, A., *Arıcılığın Temel Esasları* , **2003**
- [121] Anonim, [http://tr.wikipedia.org/wiki/Ardahan\(il\)](http://tr.wikipedia.org/wiki/Ardahan(il)) (Ağustos, **2013**)
- [122] Almeida-Muradian, L B; Pamplona, L C; Coimbra, S; Barth, O M., Chemical composition and botanical evaluation of dried bee pollen pellets. *Journal of Food Composition and Analysis* 18 (1): 105–111, 2005
- [123] Bastos, D H M; Barth, M O; Rocha, C I; Cunha, I B S; Carvalho, P O; Torres, E A S; Michelin, M., Fatty acid composition and palynological analysis of bee (*Apis*) pollen loads in the states of São Paulo and Minas Gerais, Brazil. *Journal of Apicultural Research* 43 (2): 35–39, **2004**
- [124] Louveaux, J., Maurizio, A.,Vorwohl, G., International Commission for Bee Botany of IUBS, Methods of Melissopalynology. *Bee World*, 59, 139-157,**1978**
- [125] Moar, N.T., Pollen analysis of new zealand honey, *Journal of Agricultural Research*, 28, 38-70, **1985**
- [126] Bogdanov, S., Baumann, S. E., Bestimmung von honigzucker mit HPLC. *Mitt. Gebiete Lebensm.Hyg.*, 79, 198-206, **1988**
- [127] Official Journal of the European, Communities
http://europa.eu/legislation_summaries/consumers/product_labelling_and_packaging/121124a_en.htm (Ağustos, **2013**)
- [128] The Codex Alimentarius Commission – International Food Standards – 2001, codex Standard 12, Revised Codex Standard for Honey, Standards and Standard

Methods, volume 11 (<http://www.codexalimentarius.org>)
[file:///C:/Users/user/Downloads/cxs_012e%20\(9\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/cxs_012e%20(9).pdf), (Ağustos, **2013**)

- [129] Türkiye Bitkileri Veri Servisi (TÜBİVES), <http://turkherb.ibu.edu.tr/>, **2013**.
- [130] Moar, N., Pollen analysis of new zealand honey, *New Zealand Journal of Agric. Res.* 28, p. 39-70. Z. für Lebensm. Unters. Und Forsh. 192, pp. 19-23., **1986**
- [131] Jose, M., Demalsy, F., Parent, J., Alexander, A.S., Microscopic Analysis of Honey from Manitoba-Canada, *Journal of Apicultural Research*, 28 (1), 41-49p., **1989**
- [132] Maurizio, A., Untersuchungen zur quantitativen Pollen analyse des Honigs. – Mitt. Geb. Lebensmittelunters. Hyg. 30:27 – 69, **1939**
- [133] Forcone, A., Ayestarán, G., Kutschker, A., & García, J., Palynological characterization of honeys from the Andean Patagonia (Chubut, Argentina), *Grana*, 44 (3), 202-208., **2005**
- [134] Forcone, A., Aloisi, P. V., & Muñoz, M., Palynological and physico-chemical characterisation of honeys from the north-west of Santa Cruz (Argentinean Patagonia), *Grana*, 48 (1), 67-76, **2009**
- [135] Sorkun K. ve Şahin A., Marmaris- Muğla yöresinde üretilen çam baharının mikroskopik analizi ve organoleptik özelliklerinin saptanması, *Tür. Kal. Vak. Zirai, İktisadi ve Smai İşt. Dön. Ser. Müs. Proje No:3*, **2000**
- [136] Bölükbaşı, D., Ambalajlı Balların Melitopalinolojik, Kimyasal ve Organoleptik Analizleri, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara **2007**
- [137] Olga, E., María, F. G., Carmen, S.M. Differentiation of blossom honey and honeydew honey from Northwest Spain, *Agriculture* , 2, 25-37, **2012**
- [138] Kırpık, M. A., Aydoğan, M. N., Örtücü, S., Hasenekoğlu, İ. Kafkas Arısı (*Apis mellifera caucasica* Pollmann, 1889) (Hymenoptera: Apidae)'nın, Dış Yüzey ve Sindirim Sistemi Mikrofungus Florasının Belirlenmesi, *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, Cilt: 1, No: 16, Sf: 347-352, **2010**.
- [139] Çelemlı Ö. G. and Özmen E. ,Hacettepe J. Biol. & Chem., 41 (3), 243-247, **2013**
- [140] Tanker N., Koyuncu M., Coşkun M, *Farmasötik Botanik*, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları No:93, **2007**
- [141] D'Albore, R., *Textbook of Melissopalynology*, Apimondia publishing House, 308 Bucharest, **1997**
- [142] Şahin, S., Türkiye'de mısır ekim alanlarının dağılışı ve mısır üretimi, *Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi* Cilt 21, Sayı 1, 73-90, **2001**
- [143] Bogdanov, S., Ruoff, K. and Persano Oddo, L., Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: A review, *Apidologie*, 35, 4-17, **2004**
- [144] Şahinler, N., Şahinler S., Gül, A., Hatay Yöresi Ballarının Bileşimi ve Biyokimyasal Analizi, *MKU. Ziraat Fakültesi Dergisi* 6 (1-2): 93-108
- [145] Estupinan, S., & Sanjuan, E., Quality parameters of honey II Chemical composition, *Alimentaria*, 297, 117–122, **1998**

ÖZGEÇMİŞ

Kimlik Bilgileri

Adı Soyadı : Fatma Güzel
Doğum Yeri : Eminönü
Medeni Hali : Bekar
E-posta : f.guzel@yahoo.com.tr

Eğitim

Lise : Aksu Anadolu Öğretmen Lisesi
Lisans : Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi
Öğretmenliği Bölümü
Yüksek Lisans : Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uygulamalı Biyoloji
Anabilim Dalı

Yabancı Dil ve Düzeyi

İngilizce, İleri düzey

İş Deneyimi

Milli Eğitim Bakanlığı, Fen Bilimleri Öğretmeni, 2012 – devam

Deneyim Alanları

Arıcılık, Arı Ürünleri (Bal, polen, propolis, v.b.)

Tezden Üretilmiş Projeler ve Bütçesi

-

Tezden Üretilmiş Yayınlar

-

Tezden Üretilmiş Tebliğ ve/veya Poster Sunumu ile Katıldığı Toplantılar

Poster sunumları

V. Marmara Arıcılık Kongresi 4-6 Nisan, 2013 / Bursa -Türkiye