

**T.C.
BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİNGÖL İLİNE ÖZGÜ BAZI BALLARIN GLİSEMİK
İNDEKS DEĞERLERİNİN SAPTANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EMRAH ELMAS

ARI VE ARI ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

**TEZ DANIŞMANI
DR. ÖĞRETİM ÜYESİ DUYGU NUR ÇOBANOĞLU**

BİNGÖL-2021



T.C.
BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**BİNGÖL İLİNE ÖZGÜ BAZI BALLARIN GLİSEMİK
İNDEKS DEĞERLERİNİN SAPTANMASI**

Dr. Öğretim Üyesi Duygu Nur Çobanoğlu danışmanlığında, Emrah Elmas tarafından hazırlanan bu çalışma 28/10/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Arı ve Arı Ürünleri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

Başkan	: Dr. Öğretim Üyesi Veysel SÜZERER	İmza	:
Üye	: Dr. Öğretim Üyesi İlginç KIZILPINAR TEMİZER	İmza	:
Üye	: Dr. Öğretim Üyesi Duygu Nur ÇOBANOĞLU	İmza	:

Yukarıdaki sonuç;

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

Prof. Dr. Zafer ŞİAR
Enstitü Müdürü

Bu çalışma Bingöl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.
Proje No: BAP-FBE.2020.00.004

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖNSÖZ

Tez çalışmaları süresince yardımlarını ve bilgi birikimini esirgemeyen, çalışmaların tamamlanabilmesi için gerekli desteği veren değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Duygu Nur ÇOBANOĞLU' na teşekkür ederim. Tez çalışmasına desteklerinden dolayı Bingöl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine teşekkür ederim. Tezin istatistiksel analiz çalışmaları esnasında desteklerini esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Ramazan MERAL'e teşekkürlerimi sunuyorum. Ayrıca tez çalışmamda balların glisemik değerlerinin belirlenmesi için yaptığım invivo çalışmalara gönüllü olup büyük fedakârlık gösteren Bayram SAGÍS, Furkan BOR, Mustafa KARAKAYA, M. Hadin KOLAK, Furkan BAYRAM, Faruk DAĞ, Ahmet KAZAR, A.Rahman ŞİMŞEK, Yaşar KARAOBA, Onur DÜNDAR, Serap ALAGÖZ, Hatice TURAN, Zeynep AYAN, Pelin DEVECİ, Merve TARHAN, Tülay AKTEKİN, Gülşen BÜLBÜL, Dilan BİLEN, İkranur FELEK ve Piroz DÜZDABAN'a ayrı ayrı teşekkürlerimi sunuyorum.

Son olarak bende büyük emekleri olan, benim için hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan ve dualarını esirgemeyen anne ve babama, tezin hazırlanması sırasında gösterdikleri sabır, fedakârlık ve desteklerinden dolayı eşime ve biricik oğluma özellikle teşekkürü bir borç bilirim.

Emrah ELMAS
Bingöl 2021

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
TABLolar LİSTESİ	xi
ÖZET	xiii
ABSTRACT	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	6
2.1. Balın Tanımı.....	6
2.2. Balın Fizikokimyasal İçeriği	6
2.2.1. Karbonhidrat.....	7
2.2.2. Protein.....	8
2.2.3. Vitamin	9
2.2.4. Element.....	9
2.2.5. Organik Asit	10
2.2.6. Fenolik Bileşikler	10
2.2.7. Nem	11
2.2.8. HMF	11
2.3. Balın Kalite Parametreleri	12

2.4. Glisemik İndeks.....	18
2.5. Glisemik Yük.....	22
2.6. Glisemik İndeksi Etkileyen Etmenler.....	22
2.7. Glisemik İndeksin Hastalıklarla İlişkisi	24
2.8. İnsülin Mekanizması	26
2.9. Bal ve Glisemik İndeks	27
2.10. Balın İnsan Sağlığına Faydaları.....	29
2.11. Balın Glisemik İndeksini Saptamaya Yönelik Yapılan Çalışmalar	31
3. MATERYAL VE YÖNTEM	33
3.1.Araştırma Alanının Tanımlanması	33
3.2.Bal Örneklerinin Temini ve Muhafaza Edilmesi.....	34
3.3. Bal Örneklerinin Analizleri	35
3.3.1. Bal Örneklerinin Polen Analizi	35
3.3.1.1. Toplam Polen Sayısı (TPS-10) Analizi	35
3.3.1.2. Bal Örneklerinde Polen Teşhisi.....	36
3.3.1.3.Bazık Fuksinli Gliserin-jelatin Hazırlanması	37
3.3.2. Bal Örneklerinin Fizikokimyasal Analizleri	37
3.3.2.1. Bal Örneklerinde Şeker Analizi.....	38
3.3.2.2. Bal Örneklerinde HMF Miktarı Analizi	39
3.3.2.3. Bal Örneklerinin Nem Analizi.....	39
3.3.2.4. Bal Örneklerinin Prolin Miktarı Analizi.....	39
3.3.2.5. Bal Örneklerinin Diastaz Analizi	40
3.4. Araştırmaya Katılacak Bireylerin Belirlenmesi	41
3.4.1. Biyokimyasal Bulgular	41
3.4.2. Antropometrik Ölçümler	42
3.5. Bal ve Glikozun Glisemik İndeks Değerlerinin Hesaplanması	44

3.5.1. Glikoz ve Balların Miktarlarının Belirlenmesi.....	44
3.5.2. Kan Şekeri Ölçümlerinin Yapılması	44
3.5.3. Bal Örneklerinin Glisemik İndeks Değerlerinin Hesaplanması	46
3.6. İstatiksel Analizler.....	48
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	49
4.1. Bulgular	49
4.1.1. Balların Mikroskopik Analizleri.....	49
4.1.2.Balların Fizikokimyasal Analiz sonuçları	69
4.1.2.1. Şeker Analizleri	69
4.1.2.2. Nem Analizleri	72
4.1.2.3. HMF Analizleri	72
4.1.2.4. Prolin Analizleri	73
4.1.2.5. Diastaz Sayısı Analizleri	74
4.1.3. Bireylerin Antropometrik Ölçümleri	75
4.1.4. Bireylerin Biyokimyasal Verileri	78
4.1.5. Kan Şekeri Ölçüm sonuçları.....	80
4.1.6. Balların Glisemik İndeks Değerleri.....	85
4.2. Tartışma.....	87
4.2.1. Mikroskopik Analizler.....	88
4.2.2.Balların Fizikokimyasal Analizleri.....	91
4.2.3.Glisemik İndeks Saptama Yöntemi	97
4.2.4.Bal Örneklerinin Glisemik İndeksinin Değerlendirilmesi.....	99
4.2.5. Glisemik İndeks Değeri ve Balın Şeker İçeriği Arasındaki İlişki	100
4.2.6. Glisemik İndeks Değerlerinin Besin Etiketlerinde Yer Alması	101
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	103

KAYNAKLAR.....	105
EKLER	128
1. Etik Kurul Onayı	128
2. Ölçüm Formu.....	129
3. Gönüllü Katılım Formu	130
ÖZGEÇMİŞ	132

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

ADA	: Amerikan Diyabet Derneği
AKŞ	: Açlık kan şekeri
ALT	: Alanin Aminotransferaz
AST	: Aspartat Aminotransferaz
BİA	: Biyoelektrik İmpedans
BKİ	: Beden kütle indeksi
BKO	: Bel/Kalça Oranı
BMH	: Bazal Metabolizma Hızı
CHO	: Karbonhidrat
cm	: Santimetre
CRP	: C-reaktif protein
CVD	: Kardiyovasküler hastalık
DM	: Diabetes mellitus
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
Gİ	: Glisemik indeks
GY	: Glisemik yük
g	: Gram
HbA1c	: Glikoze Hemoglobin
HDL	: Yüksek Dansiteli Lipoprotein
HMF	: Hidroksimetilfurfural
IHC	: International Honey Commission
Kg	: Kilogram
mL	: Mililitre
mg	: Miligram
LDL	: Düşük Dansiteli Lipoprotein
TEPGE	: Tarımsal Ekonomi Ve Politika Geliştirme Enstitüsü

TGK	: Türk Gıda Kodeksi
TKŞ	: Tokluk Kan Şekeri
TPS	: Toplam Polen Sayısı
TSH	: Tiroit Uyarıcı Hormon
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
%	: Yüzde

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1.	Bingöl İli’nde bir arılık.....	34
Şekil 3.2.	Balların toplandığı alan.....	35
Şekil 3.3.	Polen analizi aşamaları.....	37
Şekil 3.4.	Balların fizikokimyasal analizleri.....	38
Şekil 3.5.	Gönüllülerin tüketmesi gereken miktarlardaki balların kaplarda hazırlanması.....	44
Şekil 3.6.	Kan şekeri ölçümü.....	45
Şekil 3.7.	Clever Check TD-4231 kan şekeri ölçüm cihazı, Clever Check strip, parmak delme kalemi ve lanset.....	46
Şekil 3.8.	Zamana karşı kan glikoz değerlerinin verdiği glisemi eğrisinin altında kalan alan.....	47
Şekil 4.1.	Yedisu ilçesine ait bal örneğinin polen analizi sonucu saptanan familyaların bulunma yüzdeleri.....	51
Şekil 4.2.	Genç ilçesine ait bal örneğinin polen analizi sonucu saptanan familyaların bulunma yüzdeleri.....	52
Şekil 4.3.	Yayladere ilçesine ait bal örneğinin polen analizi sonucu saptanan familyaların bulunma yüzdeleri.....	54
Şekil 4.4.	Karlıova ilçesine ait bal örneğinin polen analizi sonucu saptanan familyaların bulunma yüzdeleri.....	55
Şekil 4.5.	Solhan ilçesine ait bal örneğinin polen analizi sonucu saptanan familyaların bulunma yüzdeleri.....	57
Şekil 4.6.	Adaklı ilçesine ait bal örneğinin polen analizi sonucu saptanan familyaların bulunma yüzdeleri.....	58
Şekil 4.7.	Bingöl Merkez’e ait bal örneğinin polen analizi sonucu saptanan familyaların bulunma yüzdeleri.....	60

Şekil 4.8.	Kığı ilçesine ait bal örneğinin polen analizi sonucu saptanan familyaların bulunma yüzdeleri.....	61
Şekil 4.9.	<i>Astragalus</i> sp. (100x) ve <i>Apiaceae</i> (100 x) polenleri.....	65
Şekil 4.10.	<i>Eremurus</i> sp. (100x) ve <i>Thymus</i> sp. (100x) polenleri.....	65
Şekil 4.11.	<i>Lotus</i> sp. (100x) ve <i>Verbascum</i> sp. (100x) polenleri.....	66
Şekil 4.12.	<i>Plantago</i> sp. (100x) ve <i>Sambucus</i> sp. (100x) polenleri.....	66
Şekil 4.13.	<i>Xeranthemum</i> sp. (100x) ve <i>Echium</i> sp. (100x) polenleri.....	67
Şekil 4.14.	<i>Hypericum</i> sp. (100x) ve <i>Centaurea</i> sp. (100x) polenleri.....	67
Şekil 4.15.	<i>Trifolium</i> sp. (100x) ve <i>Rosa</i> sp. (100x) polenleri.....	68
Şekil 4.16.	<i>Amaranthaceae</i> (100x) poleni.....	68
Şekil 4.17.	Balların şeker içerikleri.....	71
Şekil 4.18.	Balların nem içerikleri.....	72
Şekil 4.19.	Balların HMF içerikleri.....	73
Şekil 4.20.	Balların prolin içerikleri.....	74
Şekil 4.21.	Balların diastaz içerikleri.....	75
Şekil 4.22	Glikoz ve balların tüketimi sonrası zamana karşı kan glikozu (mg/dL) eğrisi.....	87

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1.	Türk Gıda Kodeksi botanik kaynağı belirtilen balların minimum polen içerikleri.....	14
Tablo 2.2.	Türk Gıda Kodeksi balda kalite parametreleri.....	15
Tablo 2.3.	Gıdaların Gİ aralıkları.....	18
Tablo 2.4.	Bal ve bazı besinlerin Gİ değerleri.....	20
Tablo 2.5	GY aralıkları.....	22
Tablo 3.1.	Çalışmaya katılan gönüllü bireylerin cinsiyete göre dağılımı.....	41
Tablo 3.2.	Bel çevresi risk değerleri.....	42
Tablo 3.3.	Bel kalça oranı değerlendirme düzeyleri.....	43
Tablo 4.1.	Yedisu bal örneğinin polen analiz sonucu.....	50
Tablo 4.2.	Genç bal örneğinin polen analiz sonucu.....	51
Tablo 4.3.	Yayladere bal örneğinin polen analiz sonucu.....	53
Tablo 4.4	Karlıova bal örneğinin polen analizi.....	54
Tablo 4.5.	Solhan bal örneğinin polen analizi.....	56
Tablo 4.6.	Adaklı bal örneğinin polen analizi.....	57
Tablo 4.7.	Bingöl merkez bal örneğinin polen analizi.....	59
Tablo 4.8.	Kiğı bal örneğinin polen analizi.....	60
Tablo 4.9.	TPS-10 sonuçları.....	62
Tablo 4.10.	Ballarda dominant, sekonder, minör ve eser miktarda rastlanan polenler.....	62
Tablo 4.11.	Balların şeker analizleri.....	70
Tablo 4.12.	Balların nem analizleri.....	72
Tablo 4.13.	Balların HMF analizleri.....	73
Tablo 4.14.	Balların prolin analizleri.....	74
Tablo 4.15.	Balların diastaz sayısı.....	75
Tablo 4.16.	Gönüllü bireylerin antropometrik ölçümleri.....	77
Tablo 4.17.	Bireylerin biyokimyasal verileri.....	79

Tablo 4.18.	Yedisu bal örneğinin kan şekeri ölçümleri.....	80
Tablo 4.19.	Genç bal örneğinin kan şekeri ölçümleri.....	80
Tablo 4.20.	Yayladere bal örneğinin kan şekeri ölçümleri.....	81
Tablo 4.21.	Karlıova bal örneğinin kan şekeri ölçümleri.....	81
Tablo 4.22.	Solhan bal örneğinin kan şekeri ölçümleri.....	82
Tablo 4.23.	Adaklı bal örneğinin kan şekeri ölçümleri.....	82
Tablo 4.24.	Merkez bal örneğinin kan şekeri ölçümleri.....	83
Tablo 4.25.	Kığı bal örneğinin kan şekeri ölçümleri.....	83
Tablo 4.26.	Glikoz tüketimininden sonra kan şekeri ölçümleri.....	84
Tablo 4.27.	Balların Gİ değerleri ve sınıflandırılması.....	85
Tablo 4.28.	Cinsiyete göre Gİ değerleri.....	86
Tablo 4.29.	Gönüllü bireylerin her bir bal örneğine ait Gİ değerleri.....	86

BİNGÖL'E ÖZGÜ BAZI BALLARIN GLİSEMİK İNDEKS DEĞERLERİNİN SAPTANMASI

ÖZET

Bu çalışma ile Adaklı, Yedisu, Genç, Solhan, Yayladere, Kiğı, Karlıova ve Bingöl Merkez olmak üzere Bingöl'ün ilçelerinden toplanan sekiz adet bal örneğinin glisemik indeks (Gİ) değerlerinin saptanması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, 2020 yılı hasat döneminde toplanan bal numunelerinin melissopalinolojik, nem, HMF, diastaz, prolin, şeker içeriği ve Gİ değerleri tespit edilmiştir. Melissopalinolojik analizler sonucunda, bal örneklerinde toplam 31 bitki familyası ve 74 adet bitki taksonuna ait polen saptanmış olup, 1 adet bal örneği monofloral *Verbascum* sp., diğer bal örnekleri multifloral çiçek balı olarak belirlenmiştir. Bal örneklerinin, nem, prolin, diastaz, HMF parametreleri sırası ile (% 13,7 – 16,4), (357,3 – 1025,8) mg/kg, (7,5 – 19,2), (4,7 – 21,8) mg/kg arasında değişmektedir. Bal örneklerinin şeker içeriği yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile tespit edilmiş olup, glikoz, fruktoz, sakkaroz, turanoz, maltoz, erloz, izomaltoz değerleri (%29,3 – 32,9), (%36,8 – 41,2), (%0,00-1,53), (%1,22-2,05), (%2,17 – 3,15), (%0,82-3,58), (%0,45 – 0,85) değer aralığında saptanmıştır. Bal örneklerinde trehaloz, melezitoz ve maltotrioza rastlanılmamıştır. Bal örneklerinin Gİ değerlerini belirlemek için yaşları $29,10 \pm 2,99$ yıl, ağırlıkları $70,76 \pm 7,68$ kg, boyları $174,70 \pm 5,41$ cm, beden kütle indeksleri $23,13 \pm 1,65$ olan 10 erkek ve yaşları $28,80 \pm 2,78$ yıl, ağırlıkları $59,63 \pm 5,35$ kg, boyları $164,20 \pm 4,63$ cm, beden kütle indeksleri $22,11 \pm 1,69$ olan 10 kadın gönüllü çalışmaya dahil edilmiş olup, 12 saat açlık sonrası kan şekerleri kapiller olarak ölçülmüş, sonrasında referans besin (glikoz) ve bal örneklerini tüketmişlerdir. Bunu takiben 15, 30, 45, 60, 90 ve 120' nci dakikalarda gönüllülerin kapiller kan şekerleri ölçülmüştür. Bu çalışma sonucunda bal örneklerinin, Gİ değerleri, sırasıyla ($41,2 \pm 18,0$), ($46,1 \pm 31,1$), ($51,1 \pm 30,5$), ($54,3 \pm 17,7$), ($57,3 \pm 37,1$), ($60,9 \pm 30,6$), ($62,4 \pm 27,1$), ($72,3 \pm 28,6$) olarak bulunmuştur. 8 bal örneğinin 4'ü düşük Gİ, 3'ü orta Gİ ve 1'i yüksek Gİ sınıfına girmektedir. İstatistiksel analizler sonucunda bal örneklerinin Gİ değerleri ve şeker, nem, prolin, diastaz, HMF değerleri arasında anlamlı bir korelasyon saptanmamıştır ($p>0,05$).

Anahtar Kelimeler: Bingöl, bal, glisemik indeks, hplc, melissopalinolojik.

DETERMINATION OF THE GLYCEMIC INDEX VALUES OF SOME HONEYS PRODUCED IN BINGOL

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the glycemic index (GI) values of eight honey samples collected from the districts of Bingöl, namely Adaklı, Yedisu, Genç, Solhan, Yayladere, Kiğı, Karlıova and Bingöl Merkez. For this purpose, melissopalynological, moisture, HMF, diastase, proline, sugar content and GI values of honey samples collected in the 2020 harvest period were determined. As a result of melissopalynological analyzes, pollen belonging to a total of 31 plant families and 74 plant taxa were determined in honey samples, 1 honey sample was determined as monofloral *Verbascum* sp., other honey samples were determined as multifloral flower honey. Moisture, proline, diastase, HMF parameters of honey samples varied between (13.7% - 16.4%), (357.3 - 1025.8) mg/kg, (7.5 - 19.2), (4.7 - 21.8) mg/kg, respectively. Sugar content of honey samples was determined by high performance liquid chromatography (HPLC), glucose, fructose, sucrose, turanose, maltose, erlose, isomaltose values were 29.3% - 32.9%, 36.8% - 41.2%, 0.00-1.53%, 1.22-2.05%, It was determined in the value range of 2.17 - 3.15%, 0.82-3.58%, 0.45 - 0.85%. Trehalose, hybritosis and maltotriose were not found in honey samples. To determine the GI values of honey samples, 10 men aged 29.10 ± 2.99 years, weight 70.76 ± 7.68 kg, height 174.70 ± 5.41 cm, body mass indexes of 23.13 ± 1.65 years, aged 28.80 ± 2.78 years, weight 59.63 ± 5.35 kg, Ten women with a height of 164.20 ± 4.63 cm and a body mass index of 22.11 ± 1.69 were included in the study. Their blood glucose was measured as capillaries after 12 hours of fasting, and then they consumed reference food (glucose) and honey samples. Following this, capillary blood glucose of the volunteers was measured at 15, 30, 45, 60, 90 and 120 minutes. As a result of this study, GI values of honey samples were found to be 41.2 ± 18.0 , 46.1 ± 31.1 , 51.1 ± 30.5 , 54.3 ± 17.7 , 57.3 ± 37.1 , 60.9 ± 30.6 , 62.4 ± 27.1 , 72.3 ± 28.6 , respectively. Of the 8 honey samples, 4 are in the low GI, 3 in the medium GI and 1 in the high GI class. As a result of statistical analysis, no significant correlation was found between GI values and sugar, moisture, proline, diastase and HMF values of honey samples ($p>0.05$).

Keywords: Bingöl, honey, glycemic index, hplc, melissopalynological.

1. GİRİŞ

Karbonhidratların insan sağığı üzerindeki etkisi, özellikle belirli bir gıdanın karbonhidratlarının kan şekeri seviyesini nasıl etkilediğinin anlaşılması günümüzde en önemli tartışma konularından biri olmuştur. Son zamanlarda beslenmede tüketilen karbonhidrat bileşenlerinin diyabet, kalp hastalığı ve obezite gibi yaygın dejeneratif hastalıkların meydana gelmesinde etkili olduğu kabul edilmektedir (Khalil et al. 2006). *Diabetes mellitus* Dünya çapında yarım milyar insanı etkileyen bir hastalıktır (Siegle et al. 2021). 2030 yılında diyabet kaynaklı ölümlerin 7. önde gelen ölüm nedeni olacağı öngörülmektedir (Atayoğlu et al. 2016). Türkiye'de diyabet artış hızı Avrupa'nın diğer ülkelerinden daha fazladır. Diyabetli hastalarda görülen erken hastalık ve ölümün başlıca nedenlerinden birinin, tüketilen karbonhidratlara bağılı olup olmadığı araştırılmaktadır. Günümüzde karbonhidratların beslenmedeki önemi genellikle glisemik indeks (Gİ) cinsinden belirtilmektedir. Gİ başlangıçta diyabet hastalarının besin tüketimi için geliştirilen bir yöntem olsa da; zamanla sağılıklı insanların beslenmesinde de faydalı olduğu görülmüştür. Düşük Gİ'li karbonhidratlar kanda küçük bir glikoz artışına neden olurken, yüksek Gİ'li karbonhidratlar yüksek kan şekeri seviyesini indüklemektedir (Bogdanov et al. 2008).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) / Dünya Sağık Örgütü (WHO) Gİ kavramının, sağığın korunması ve çeşitli hastalıkların tedavisinde, en uygun karbonhidrat türünün seçilmesine yardımcı olan önemli parametrelerden biri olduğunu belirtmiştir. Yeni Zelanda ve Avusturya'da 2000 yılından beri gıda etiketlerinde glisemik indeks değeri yer almaktadır (Brand-Miller. 2001). WHO / FAO, Birleşmiş Milletler (BM), Avrupa, Kanada ve Avustralya'daki bazı sağık kuruluşları insanlar tarafından düşük Gİ'li besinlerin tüketilmesi gerektiğini savunmaktadır.

Gİ terimi, ilk olarak 1981 yılında Jenkins ve arkadaşları tarafından kullanılmıştır. Gİ 50 g karbonhidrat içeren test besinin 2 saat içinde oluşturduğu kan şekeri alanının, 50 g karbonhidrat içeren referans besinin 2 saat içinde oluşturduğu kan şekeri alanına oranının yüzde olarak belirtilmesidir. Tüketilen tüm karbonhidratlar, insan kanında aynı hızla şekere dönüşmemektedir. Glisemik indeks değeri sayesinde besinlerin içerdiği karbonhidratların, tükettiği zaman kan şekerini etkileme hızına göre, besinler sınıflandırılabilir. Besinler Gİ değerlerine göre yüksek, orta ve düşük glisemik indeksli besinler olmak üzere 3 gruba ayrılmaktadır. Besinin Gİ değeri 70 ve üstünde ise yüksek düzey Gİ, 55-70 arasında ise orta düzey Gİ, 55 ve altında ise düşük düzey Gİ olarak sınıflandırılmaktadır (Jenkins et al. 1981, 1983, 2002). Gİ 'nin kısa ve uzun vadeli etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda, düşük Gİ'li gıdaların kilo kontrolü için yararlı olabileceği ve düşük Gİ'li yiyeceklerin, yüksek Gİ'li muadillerine göre nispeten daha doyurucu olduğu gösterilmiştir (Jenkins et al. 1988). Yüksek Gİ'ye sahip beslenme alışkanlığının obezite, insülin direnci, diyabet ve kardiyovasküler hastalık riskini artırdığı öne sürülmüştür. Düşük Gİ'li beslenmenin vücut ağırlığı yönetimine yardımcı olduğu, kan şekeri kontrolünü sağladığı, diyabet ve kardiyovasküler riskleri azalttığı bildirilmiştir (Howlett and Ashwell 2008).

Yüksek şeker içeriği nedeniyle balın, diyabetli hastaların diyetinde kullanılması sakıncalı olarak kabul edilmiştir. Ancak balın farklı hastalıklarda koruyucu etkilerini bildiren çeşitli prelinik ve klinik çalışmalar mevcuttur. Yüksek fruktoz içeriği nedeniyle balın glisemik indeksi düşüktür, ancak balın glisemik indeksi fruktoz içeriğinden bağımsız da olabilmektedir (Sadeghi et al. 2019). İnsanlar tarafından beğenilerek tüketilen kıvamlı, aromatik, tatlı bir besin olan bal, bal arıları tarafından bitkilerin nektarından veya canlı kısımlarının salgılarından veya bitki emici böceklerin salgılarından üretilen besleyici bir besindir (Codex Alimentarius 2001; Belay et al. 2013). Eski zamanlardan beri besleyici ve tedavi edici değeri ile bilinen bal dünyanın hemen hemen her bölgesinde üretilmekte olup (Bogdanov et al 2008), küresel bal üretimi yılda yaklaşık 1,80 milyon tondur (FAO 2021). Balın bileşimi, rengi, tadı ve aroması esas olarak nektar kaynağını oluşturan bitkilere, bu bitkilerin yayılım gösterdiği coğrafik bölgelere, üretildiği sezondaki iklim koşullarına ve bal arısı türlerine bağlı olarak değişmektedir. Balın içeriği, aynı zamanda işleme yöntemlerinden, arıcılık uygulamaları, paketlenme, depolama koşullarından da etkilenmektedir (Escuredo et al. 2013). Bal, şekerler, enzimler, aminoasitler, organik asitler, karotenoidler, vitaminler, mineraller ve aromatik maddeler gibi bileşenlerden

oluşan doğal bir besindir. Çok çeşitli biyolojik aktiviteleri olan flavonoidler ve fenolik asitler açısından zengindir (Alqarni et al. 2012; Terzo et al. 2020). Bal, az miktarda çeşitli kompleks şekerlerle birlikte fruktoz ve glikozun konsantre su çözeltisini içermektedir (Valdes-Silvero et al. 2018). Balın bileşiminde yer alan şekerlerin kaynağı nektardır (Lazerevic et al. 2017). Balın bileşiminde yaklaşık 25 farklı oligosakkarit tespit edilmiştir (Kappico et al. 2013). Erloz, anderoz ve panoz dahil olmak üzere, balın %3- 4'ünü oluşturan oligosakkaritler ile kıyaslandığı zaman, monosakkaritler baldaki şekerlerin büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Bu şekerler, bal arıları tarafından nektarın işlendiği fizyolojik süreç sırasında sentezlenmektedir. Bal selüloz gibi kompleks karbonhidratlar içermemektedir (Balos et al. 2020). Balın karbonhidrat içeriği glisemik inkesini etkileyen en önemli faktördür.

Sağlıklı insanlar ve diyabet hastaları tarafından 50 gr bal tüketimi, aynı miktarlarda glikoz veya bala benzer bir şeker karışımının tüketilmesinden daha az kan insülini ve glikoz artışına neden olmaktadır (Al-Khalidi et al. 1980; Jawad et al. 1981). Bal tüketiminin diyabet hastaları üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu ve plazma glikozunda önemli bir düşüşe neden olduğu gösterilmiştir (Peretti et al. 1994; Al-Waili 2003, 2004). Bal, glikoz ve sakkarozla kıyasla daha düşük glisemik indeks değerine sahiptir, bu nedenle tip 1 diyabet hastalarında şeker yerine bal tüketilmesi önerilmektedir (Abdulrhman et al. 2011).

Yapılan araştırmalarda balların botanik kaynaklarının Gİ'yi etkileyebileceği ve bazı monofloral bal çeşitlerinin daha düşük Gİ gösterdiği ileri sürülmüştür (Samanta et al. 1985; Foster-Powell et al. 2002; Henry et al. 2005; Ischayek and Kern, 2006). Melissopalinojoloji, mikroskopik incelemeler ile balın içerdiği polenlerin belirlenmesi ile bitkisel kaynağının tespitinin yapıldığı palinojoloji (polen ve spor bilimi) biliminin bir dalıdır (Ruoff and Bogdanov 2004; Kılıç vd. 2016; El-Sofany et al. 2020). Bu sebeple balın Gİ değeri belirlenirken aynı zamanda melissopalinojolojik çalışmalar ile balın botanik kaynağının belirlenmesi de önem kazanmaktadır.

Balın Gİ değeri, botanik kaynağına bağlı olarak 32 ile 85 arasında değişmektedir. Akasya balı fruktoz açısından zengin olduğu için düşük bir Gİ'ye sahiptir ve tip 2 diyabet hastaları tarafından kullanılabilir (Bogdanov et al. 2008). Gİ'si düşük olan ballar, yüksek Gİ'li ballara kıyasla içerdiği karbonhidrat nedeniyle tüketildiğinde kandaki şeker oranını

daha yavaş etkilemektedir (Meo et al. 2017). Ischayek ve Kern (2006) Amerika’da tupelo, pamuk, karabuğday ve yonca balı, Deibert ve arkadaşları (2010) ıhlamur, karışık çiçek balı, akasya, püren, ıhlamur (ham), kestane, kolza ve salgı balı, Khan ve arkadaşları (2018) ise *Adhato vasica* ve *Rubus fruticosus* (ahudu) ballarının Gİ değerlerinin birbirinden farklı olduğunu saptamışlardır.

Türkiye, iklim çeşitliliği, coğrafik konumu ve 3 farklı fitocoğrafik bölge içerisinde yer almasından dolayı, zengin bitki çeşitliliği ile arıcılık faaliyetleri açısından önemli bir ülkedir (Kekeçoğlu vd. 2007; Tunca 2009). Türkiye bal üretiminde Dünya’da ilk sıralarda yer almaktadır. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE) (2021) verilerine göre 444 bin ton bal üreten Çin’den sonra Türkiye 109 bin ton bal üretimi ile Dünya’da ikinci sırada yer almaktadır. 12,3 milyon kovan ile Hindistan Dünya’da birinci sırada yer alırken, Çin 9,1 milyon kovan ile ikinci sırada, 8,1 milyon kovan sayısı ile Türkiye üçüncü sırada yer almaktadır. Dünya’da kovan başına bal verimi 20,7 kg iken; Türkiye’de kovan başına bal verimi 14,0 kg olmuştur.

Doğu Anadolu Bölgesi’nin Yukarı Fırat Bölümü’nde yer alan Bingöl İli önemli arıcılık merkezlerinden birisidir. Bingöl ilinde günümüze kadar 1590 bitki çeşidi tespit edilmiş olup; bu bitkilerin 162 tanesi endemik bitki türleridir. Bitki çeşitliliğinin bu rakamların çok üstünde olduğu düşünülmekte olup, Bingöl ili için flora tespit çalışmaları devam etmektedir. Arazi çalışmalarının yetersizliğinden dolayı, Bingöl ili bitki çeşitliliği bu zamana kadar yeterli düzeyde tespit edilememiştir (Behçet vd. 2014; Kılıç ve Yıldırım 2014; Sinan ve Behçet 2014; Cengiz 2016; Kılıç vd. 2017; Yapar ve Behçet 2018). İran-Turan fitocoğrafik bölgesinin içinde yer alan Bingöl İli bitki florası çeşitliliği ve bitkilerin çiçeklenme dönemlerinin farklı olması sebebiyle arıcılık faaliyetleri ve bal üretimi açısından büyük bir potansiyele sahiptir (Sandal vd. 2013; Ateş ve Yaşar 2020). TEPGE (2021) verilerine göre Bingöl ilinde 2020 yılında 814 kayıtlı işletmede 1836 ton bal üretimi gerçekleşmiştir. Kovan başına bal verimi 12,4 kg olmuştur ve bu değer, Türkiye ortalamasının altındadır. Barındırdığı bitki çeşitliliği ve sanayiden uzak olması nedenleri ile Bingöl İli de ülkemiz arıcılığı açısından önemli bir konuma sahiptir. Ancak Bingöl İli’nde üretilen ballar ile ilgili yapılan çalışmalar konumu itibari ile sınırlıdır. Bingöl balının Gİ’si ile ilgili ilk çalışma Silici ve ark. (2014) tarafından yapılmış olup, bu çalışmada monofloral ballar ve multifloral balların Gİ değerleri saptanmıştır. Multifloral

ballardan Muş, Yüksekova, Kayseri, Şemdinli ve Bingöl için Gİ değerleri sırasıyla, (75,5), (52,6),(64,2),(47,8),(57,4) ve monofloral ballardan çam, ıhlamur, kekik, kestane, geven ve narenciye için Gİ değerleri sırasıyla (58,8),(55,3),(55,5),(69,1),(44,9) olarak tespit edilmiştir. Ancak bu çalışmada tek bir Bingöl balı ile çalışılmış, balların polen analizleri ile bitki kaynağı da tespit edilmemiştir. Bizim çalışmamızda, Bingöl İli Merkez dahil, farklı yüksekliklerde yer alan Adaklı, Genç, Karlıova, Kiğı, Solhan, Yayladere, Yedisu ilçelerinden toplanan balların melissopalinojik analizlerle bitkisel kaynakları tespit edilerek, prolin, nem, HMF ve diastaz içeriği ve Gİ değerleri belirlenmiştir. Balların Gİ değerleri, 10 erkek, 10 kadın olmak üzere belirlenen 20 gönüllü birey ile yapılan çalışmalar sonucunda tespit edilmiştir. Bingöl İli ve hatta ülkemiz balları ile bu kapsamda bir çalışma henüz yapılmamıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Balın Tanımı

Bal, bal arıları tarafından çiçeklerin nektarından veya bitkilerin canlı kısımlarının salgılarından ya da bitkilerin canlı kısımlarındaki bitki emici böceklerin salgılarından toplanıp, kendine özgü salgılarla birleştirip değişime uğrattığı, nem oranını düşürdüğü ve petek gözünde depoladığı doğal tatlı bir üründür (Gill et al. 2015).

Bal bitki kaynağına göre çiçek balı ve salgı balı olarak adlandırılmaktadır Çiçek balları bitkilerin çiçeklerinin nektarından üretilirken; salgı balları, bitkinin çiçek dışındaki canlı kısımlardaki salgılardan veya bitki emici böceklerin salgılarından elde edilen ballar olarak nitelendirilmektedir (Bergamo et al. 2019).

Çiçek balı üretildiği bitki kaynağına göre monofloral (geven, kekik, ayçiçeği balı vb.)ve multifloral (karışık çiçek balı) bal olarak isimlendirilmektedir. Monofloral ballar, büyük oranda tek bir bitki kaynağından üretilen ballar olup, multifloral ballar ise birden fazla bitki kaynağına ait polenleri içermektedir (Çobanoğlu 2017).

Çeşitli bitki kaynaklarından elde edilen yaklaşık 320 farklı bal çeşidi bulunmaktadır (Terzo et al. 2020). Balların tadı, rengi ve kokusu, bal arısının ziyaret ettiği nektar kaynağına bağlıdır. Balın içeriği, sıcaklık, yağış, mevsimsel ve iklimsel değişiklikler açısından da farklılık gösterebilmektedir (Alzahrani et al. 2012; Meo et al. 2017).

2.2. Balın Fizikokimyasal İçeriği

Balın içeriği botanik kökenine bağlı olarak değişmektedir, bu nedenle botanik kaynağı, balın en önemli özelliklerinden biridir ve tüketicilerin balın kaynağını bilmeleri açısından çok önemlidir (Sakač et al. 2019).

Biyokimyasal çalışmalar, balın yaklaşık 400 bileşik içerdiğini göstermektedir. Karbonhidrat (%31 glikoz, %38 fruktoz ve %5'ten az sakkaroz), su, %0,08 oranında bazı asitler, %0,18 oranında mineraller, enzimler, fenolik asitler, aminoasitler, flavonoidler ve çeşitli proteinler balda bulunan başlıca bileşiklerdir. Balın bileşimi, iklim, çevre koşulları, bal işleme ve depolama yöntemlerindeki değişikliklere göre farklılık göstermektedir (Rana et al. 2018).

2.2.1. Karbonhidrat

Bal, fruktoz, glikoz, maltoz, sakkaroz, diğer oligo ve polisakkaritler dahil olmak üzere farklı karbonhidratların aşırı doymuş sulu bir çözeltisidir (Al-Farsi et al. 2018). Balın şeker içeriği ile ilgili yapılan araştırmalar sonucunda, fruktoz, glikoz, sakkaroz, ramnoz, trehaloz, nigerobioz, izomaltoz, maltoz, maltotetraoz, maltotrioz, maltuloz, melezitoz, melibioz, nigeroz, palatinoz, rafinoz, erloz gibi birçok şeker türü balda tespit edilmiştir (Fuente et al. 2011; Agus and Umami 2019).

Balda bulunan şekerlerin yaklaşık %75'i monosakkaritlerden, %10-15'i disakkaritler ve az miktarda diğer şekerlerden oluşmaktadır (Kamal and Klein 2011). Glikoz ve fruktoz balda en yüksek miktarda bulunan şekerler olup, sakkaroz az miktarda bulunmaktadır (Al-Farsi et al. 2018). Balın botanik kökenine bağlı olarak içerdiği şekerlerin miktarları ve oranları oldukça değişkendir (Persano et al. 1999). Fruktoz, glikoz konsantrasyonu ve aralarındaki oran, monofloral balların sınıflandırılmasında faydalı göstergeler olarak değerlendirilmektedir. Kolza (*Brassica napus*) ve karahindiba (*Taraxacum officinale*) gibi bazı ballar dışında, hemen hemen tüm bal çeşitlerinde, fruktoz balda en yüksek oranda bulunan karbonhidrattır (Escuredo et al. 2014).

Balda bulunan şekerler, balın enerji değeri, viskozitesi, higroskopisi ve granülasyonu gibi özelliklerinden sorumludur (Kamal and Klein 2011). Şeker bileşimi esas olarak balın botanik kökenine (arılar tarafından kullanılan çiçek türleri), coğrafi kökene bağlı olarak değişmekte olup, balın üretildiği alanın ikliminden, işleme ve depolama koşullarından etkilenmektedir (Tornuk et al. 2013; Escuredo et al. 2014).

2.2.2. Protein

Bal, esas olarak enzimler ve aminoasitler olmak üzere yaklaşık %0,1- 0,5 oranında protein içermektedir, balın içerdiği proteinin miktarı bal arısının kökenine bağlı olarak değişebilmektedir (Erban et al. 2020).

Balın günlük olarak tüketilmesi gereken protein miktarına olan katkısı çok azdır (Bogdanov 2012). Balın içeriğinde yer alan üç ana enzim diastaz (amilaz), invertaz (sukraz) ve glikoz oksidazdır (Afroz et al. 2016). Balda yer alan bu enzimler, bal arısı bezleri tarafından üretilmektedir. Glikoz oksidaz, glikozu, baldaki ana asit olan glukonik aside ve balın antimikrobiyal aktivitesinden sorumlu hidrojen peroksite (H_2O_2) hidrolize olan δ -glukonolaktone dönüştürür. Balda bulunan invertaz enzimi, sakkarozu glikoz ve fruktoza hidrolize eder (Cianciosi et al. 2018).

Diastaz (α - ve β -amilaz) balda doğal olarak bulunan bir enzimdir. Balın diastaz içeriği balın coğrafik kökenine bağlı olarak değişmektedir. Balda bulunan diastaz, nişasta molekülünü maltoz (disakkarit) ve maltotrioza (trisakkarit) indirgemekte olup, balın depolama koşullarından, depolama süresi ve ortam sıcaklığından etkilenmektedir (Ahmed et al. 2013; Yücel and Sultanoglu 2013). Diastaz enzimi, sıcaklık artışına duyarlıdır. Bu sebeple balda bulunan diastaz enzim miktarı, balın saklama süresi ve tazeliğinin bir göstergesi olarak kullanılabilir. Baldaki enzim aktivitesi arıların yaşı, koloninin evresi, nektar akışı, çevre koşulları ve arıcılık uygulamalarına da bağlı olarak farklılık göstermektedir (Belay et al. 2017).

Prolin balda en yüksek oranda bulunan aminoasittir (aminoasitlerin %50'sini oluşturmaktadır) (Iglesias et al. 2006) ve bal kalitesinin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Bogdanov et al. 2004). Baldaki prolin miktarı, balın olgunlaşmış olgunlaşmadığı ve doğallığının tespitinde kullanılan önemli parametrelerden biridir (Krell 1996; Meda et al. 2005). Prolinin yanı sıra balda bulunan diğer aminoasitler; glutamik asit, aspartik asit, glutamin, histidin, glisin, treonin, β -alanin, arginin, α -alanin, γ -aminobütirik asit, prolin, tirozin, valin, metiyonin, sistein, izolösin, lösin, triptofan, fenilalanin, ornitin, lisin, serin, asparagin ve alanindir (Hermosin et al. 2003; Chan-Zapata and Segura-Campos. 2021).

2.2.3. Vitamin

Bal, özellikle içinde süspansiyon halinde bulunan polen tanelerinden gelen vitamin B kompleksi olmak üzere az miktarda vitamin içermektedir. Balda bulunan vitaminler arasında, vitamin A (retinol), vitamin B1 (tiamin), vitamin B2 (riboflavin), vitamin B3 (niasin), vitamin B5 (pantotenik asit), vitamin B6 (piridoksin), vitamin B8 (biotin), vitamin B9 (folik asit), vitamin C (askorbik asit), vitamin E (tokoferol), and vitamin K'dır. Balda bulunan bu vitaminler, balın düşük pH'ı nedeniyle korunmaktadır (Da Silva et al. 2016).

2.2.4. Element

Balın içeriği, bal arılarının nektar topladıkları bitki kaynağına bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle balda eser miktarda bulunan element içeriği, balın kaynağını oluşturan bitkinin bulunduğu toprağın türüne ve çevre koşullarına bağlı olarak değişmektedir (Madejczyk and Baralkiewicz 2008; Escuredo et al. 2013).

Balda yaklaşık 54 element tanımlanmıştır olup bu elementler; makro elementler (Na (Sodyum), K(Potasyum), Ca (Kalsiyum), Mg(Magnezyum), P(Fosfor), S(Kükürt), Cl(Klor)), mikro elementler (Al (Aliminyum), Cu(Bakır), Pb (Kurşun), Zn (Çinko), Mn (Mangenez), Cd (Kadmiyum), Tl (Titanium), Co (Kobalt), Ni (Nikel), Rb (Rubidium), Ba (Barium), Be (Beryllium) , Bi (Bizmut), U (Uranyum), V (Vanadyum), Fe (Demir), Pt (Platin), Pd (Paladyum), Te (Tellür), Hf (Hafniyum), Mo (Molibden), Sn (Kalay), Sb (Antimon), La (Lantan), I (İyot), Sm (Samaryum), Tb (Terbiyum), Dy (Disprosyum), Th (Toryum), Pr (Praseodim), Nd (Neodimyum), Tm (Tulyum), Yb (İterbiyum), Lu (Lütesyum), Gd (Gadolinyum), Ho (Holmiyum), Er (Erbiyum), Ce (Seryum), Cr (Krom), As (Arsenik), B (Bor), Br (Brom), Cd (Kadmiyum), Hg (Cıva), Se (Selenyum), Sr (Stronsiyum) ve ağır metallerdir (Solayman et al. 2016).

Bal, çevre kirliliği veya farmakolojik (antiparazitik veya akarisit) ilaçların etkisiyle bileşiminde As (arsenik), Cd (kadmiyum) , Pb (kurşun) gibi toksik ağır metaller içerebilmektedir. Aynı zamanda, Cr (krom), Pb (Kurşun), Zn (çinko) gibi elementlerin balın asidik yapısından dolayı, hasat edilme ve depolama sürecinde kullanılan aletlerden veya kaplardan çözünerek bala salınması muhtemeldir (Pisani et al. 2008).

2.2.5. Organik Asit

Organik asitler balda $< \%0,5$ gibi az bir oranda bulunmaktadır fakat balın rengi, aroması, pH'ı, antimikrobiyal ve antioksidan aktivitelerini belirleyen önemli bir parametredir (Suto et al. 2020). Balın organik asit içeriği balın botanik kaynağına bağlı olarak değişebilmektedir (Daniele et al. 2012).

Balda bulunan başlıca organik asitler; aspartik asit, bütirik, sitrik, asetik, formik, fumarik, galakturonik, formik, glukonik, glutamik, glutarik, butirik, glioksilik, 2-hidroksibutirik, α -hidroksiglutarik, izositrik, a-ketoglutarik, laktik, malik, malonik, metilmalonik, 2-oksopentanoik, propiyonik, pirüvik, kinik, şikimik, süksinik, tartarik, oksalik asittir (Nozal et al. 2003; Mato et al. 2006). Glukonik asit balda en yüksek miktarda bulunan organik asittir. Glukonik asidin baldaki varlığı, bal arılarının balın olgunlaşması sırasında sağladığı glikozun oksidasyonundan kaynaklanmaktadır (Karabagias et al. 2014). Balın içeriğinde yer alan organik asitler, bal arıları tarafından salgılanan enzimler ile nektarın bala dönüşümü sırasında ya da direk olarak nektarda yer alan şekerlerin kimyasal reaksiyonları ile oluşmaktadır (Da Silva et al. 2016).

2.2.6. Fenolik Bileşikler

Fenolik bileşikler, temel kimyasal yapılarına göre farklı sınıflara ayrılan yaklaşık 10.000 bileşiğe sahip heterojen bir gruptur. Fenolik bileşikler, fenolik asit ve flavonoidler (flavonlar, flavonoller, flavanonlar, flavanoller, antosiyanidin, izoflavonlar ve kalkonlar) olarak iki grupta incelenmektedir (Andersen and Markham 2006). Balın içeriğinde flavonoidler (apigenin, kateşin, krisin, galangin, genistein, isoramnetin, luteolin, mirisetin, pinobanksin, pinosembrin, kersetin, rutin ve kaemferol) ve fenolik asitler gibi (örn., 2-hidroksisinnamik asit, p-kumarik asit, p-hidroksibenzoik asit, kafeik asit, klorojenik asit, sinamik asit, ellagik asit, ferulik asit, gallik asit, protokateşik asit, sinapik asit, siringik asit ve vallinik asit) polifenoller yer almaktadır (Cianciosi et al. 2018).

Balın temel fonksiyonel bileşenleri flavonoidler olup balın toplam antioksidan aktivitesine önemli ölçüde katkı sağlamakta ve insan sağlığı için yararlı etkileri bulunmaktadır (Alvarez-Suarez et al. 2012). Günümüzde bal arıları ve arı ürünlerinden elde edilen doğal

antioksidanların kullanımına büyük ilgi duyulmaktadır. Balın kalitesini ve fonksiyonel özelliklerini değerlendirmek için antioksidan aktivite ve fenolik bileşikler en önemli faktörler haline gelmiştir (Lianda et al. 2012). Fenolik bileşikler, lipid peroksidasyonunu azaltarak ve serbest radikalleri temizleyerek hücre zarlarını stabilize etmektedir (Ruiz-Ruiz et al. 2017).

2.2.7. Nem

Su, balın en büyük ikinci bileşenidir (Yücel ve Sultanoğlu 2013) ve önemli kalite parametrelerinden biridir (Singh and Singh 2018). Balın nem içeriği, balın üretildiği bölgenin iklimi, depolama ve hasat koşullarına bağlı olarak değişmektedir (Gallina et al. 2010). Nem içeriği, balın viskozite ve kristalizasyon gibi fiziksel özelliklerini, ayrıca renk, aroma, tat, özgül ağırlık, çözünürlük ve raf ömrü gibi diğer parametrelerini etkilemektedir (Escuredo et al. 2013).

2.2.8. HMF

Bal, viskoz, pek çok bileşenden oluşan bir besindir ve balın ısıtılma işlemi tabi tutulması balda yeni bileşiklerin oluşmasına neden olmaktadır. Hidroksimetilfurfural (HMF) veya 5-hidroksimetilfurfural organik bir bileşiktir ve şekerin hidrasyon reaksiyonları sonucunda oluşmaktadır (Zhao et al. 2018).

HMF, balın ısıtılma işlemi tabi tutulması veya uzun süre depolanması sonucunda oluşabilmekte olup bal içerisinde yer alan konsantrasyonuna bağlı olarak uçucu ve toksik hale gelmektedir. Ayrıca şekerlerin bal gibi asidik bir ortamda dehidrasyonu ile de HMF oluşturulabilmektedir (Barra et al. 2009; Tornuk et al. 2013).

Endüstriyel üretimde, balın 50 °C'de ısıtılma işlemi tabi tutulması, genellikle sıvılaşmaya neden olmakta, yani kristal sayısını, viskoziteyi azaltmaktadır ve bu işlem kristalleşmeyi geciktirmektedir. Bala uygulanan termal işlem toksik olan 5-hidroksimetilfurfuralin (HMF) oluşmasına ve bu da balın kalitesinin düşmesine neden olmaktadır (Önür et al. 2018).

2.3.Balın Kalite Parametreleri

Bal, proteinler, enzimler, amino ve organik asitler, vitaminler, polifenoller, mineraller ve fitokimyasal bileşenler içeren sulu bir çözeltidir (Čanadanović-Brunet et al. 2014; Amiry et al. 2017). Bal ile ilgili yapılan çalışmalarda, balın 200'den fazla madde içerdiği belirtilmektedir (Ferreira et al. 2009).

Balın kalitesini, doğallığını, botanik ve coğrafik kaynağını belirlemek adına melissopalinojik, fizikokimyasal ve organoleptik analizler yapılmaktadır (Pascual-Mate et al. 2018). Balın fizikokimyasal özellikleri bal arıları tarafından nektarın toplandığı bitki kaynağına, coğrafi kökene (iklim koşulları ve toprak bileşimi) ve işleme koşullarına (depolama ve nakliye) bağlı olarak değişmektedir. Balın fizikokimyasal kalitesi nem, şeker içeriği, asitlik, elektriksel iletkenlik, 5-hidroksimetilfurfural (HMF), prolin ve diastaz miktarı gibi parametrelerle değerlendirilmektedir (Lazarević et al. 2012; Pavelková et al. 2021).

Balın kimyasal bileşimi, botanik kaynağına bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle, balın botanik kaynağı, en önemli özelliklerinden biridir. Balın botanik kaynağı, polen analizi yani melissopalinoji ile belirlenmektedir. Balda polen analizi veya melissopalinoji, balın kalite kontrolü için büyük önem taşımaktadır. Bal çok sayıda polen tanesini ve balçığı elementlerini (algler ve mantar sporları gibi) içermektedir. Bu nedenle balda polen analizi, duyu ve fizikokimyasal analizler ile birlikte balların coğrafi ve botanik kökenini belirlemek ve kontrol etmek için faydalı bir parametredir (Von der Ohe et al. 2004).

Melissopalinoji, bal arıları tarafından üretilen bal, polen ve propolis gibi arı ürünlerinin botanik ve coğrafik kaynağını saptamada kullanılan palinolojinin bir dalıdır. (De Souza et al. 2019). Balın botanik kökeni yani bal üretimi sırasında arıların nektar toplamak için ziyaret ettiği bitkileri belirlemek adına, mikroskopik analizlerle balın polen içeriğinin tanımlaması yapılmaktadır (Pires et al. 2009). Balın botanik kaynağının belirlenmesinde, melissopalinojik analizler ile balın içerdiği nektarlı bitki türlerinin polenlerinin bulunma yüzdelerine bakılmaktadır. Mikroskopik analizler sonucunda balda yer alan polen taneleri

bulunma yüzdelere göre dominant ($\geq$ % 45), sekonder (%16 – 44), minör (%3-15) ve eser (<% 3) olarak sınıflandırılmaktadır (Corvucci et al. 2015).

Bal, melissopalinolojik analizler sonucunda, genel olarak %45'i aşan oranda karakteristik polen türü içerirse monofloral bal olarak tanımlanabilir. Fakat bitkiler farklı oranlarda polen üretmektedirler. Buna bağlı olarak da polen verimi az olan bitkilere ait polenlerin, balda bulunma yüzdesi daha düşüktür. Örneğin; *Robinia pseudoacacia* , *Citrus* sp., *Tilia* sp. bitkileri nin polen verimleri düşükken, *Castanea sativa*, *Eucalyptus* sp. gibi bitkilerin polen verimleri yüksektir. Melissopalinolojik analizler sonucunda, bir balın monofloral akasya balı olarak nitelendirilmesi için, *R. pseudoacacia* bitkisine ait polenin balda bulunma oranının %15'in üzerinde olması, monofloral turunçgil balı olarak nitelendirilmesi için *Citrus* sp'ye ait polenlerin bulunma sıklığının en az %10 olması gerekmektedir. Kestane balını monofloral olarak sınıflandırmak için %90 *Castanea sativa* polen içeriğine sahip olmalıdır (Sabatini et al. 2007).

Monofloral balların botanik kaynağına ait polenleri bulundurma yüzdeleri 2020 yılında Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne eklenmiştir. (Tablo 2.1).

Tablo 2.1. Türk Gıda Kodeksi botanik kaynağı belirtilen balların minimum polen içerikleri

Polenin temsil edilmesi	% (en az)	Botanik kaynak	Aranacak tür
Normal Monofloral Türler	45	Geven	<i>Astragalus</i> sp.
		Piren/Püren, Funda	<i>Calluna vulgaris</i> <i>Erica</i> sp.
		Kanola	<i>Brassica napus</i>
		Yonca	<i>Medicago sativa</i>
		Ayçiçeği	<i>Helianthus annuus</i>
		Üçgül	<i>Trifolium</i> sp.
		Hayıt	<i>Vitex</i> sp.
		Fazelya	<i>Phacelia tanacetifolia</i>
Yoğun Olan Monofloral Ballar	70	Kestane	<i>Castanea sativa</i>
		Ökalyptus	<i>Eucalyptus</i> sp.
Az Olan Monofloral Türler	15	Akasya	<i>Robinia pseudoacacia</i>
	10	Narenciye	<i>Citrus</i> sp.
		Biberiye	<i>Rosmarinus officinalis</i>
		Kekik	<i>Thymus</i> sp. <i>Origanum</i> sp. <i>Thymbra</i> sp. <i>Coridothymus</i> sp.
	5	İhlamur	<i>Tilia</i> sp.

Tablo 2.2. Türk Gıda Kodeksi balda kalite parametreleri

Bileşim Ögesi	Çiçek balı	Salgı balı	Çiçek ve salgı balı karışımı	Fırıncılık balı
Nem (en fazla)	20 % % 23 (Püren-Calluna ballarında)	20 %	20 %	23 % % 25 (püren-calluna kaynaklı fırın ballarında)
Sakkaroz (en fazla)	5 g/100 g 15/100 g Yalancı akasya (<i>Robina pseudoacacia</i>), Adi yonca (<i>Medicago sativa</i>), Menzies Banksia (<i>Banksia meziesii</i>), tatlı yonca (<i>Hedysarum</i>), kırmızı okaliptüs (<i>Eucalyptus camadulensis</i>), meşin ağacı (<i>Eucryphia lucida</i> - <i>Eucyrphia milliganii</i>) ve narenciye ballarında 15 g/100g Lavanta çiçeği (<i>Lavandula</i> sp.), Hodan (<i>Boraga officinalis</i>) ballarında	5 g/100g	5 g/100g	5 g/100g
Fruktoz+ glikoz (en az)	100g'da 60 gram	100g'da 45 gram	100g'da 45 gram	-
Fruktoz/glikoz	0,9 – 1,4	1,0-1,4		-
	1,0-1,85 Kestane (<i>Cestanea sativa</i>)			
	1,2-1,85 Akasya (<i>Robinia pseudoacacia</i>)			
	1,0-1,65 Kekik (<i>Thymus</i> sp.)			
Maltoz (%, en fazla)	4	4	4	-
Serbest asitlik (en fazla)	50 meq/kg	50 meq/kg	50 meq/kg	80 meq/kg

Tablo 2.2. (Devam): Türk Gıda Kodeksi balda kalite parametreleri

Bileşim Ögesi	Çiçek balı	Salgı balı	Çiçek ve salgı balı karışımı	Fırıncılık balı
Elektriksel iletkenlik	En fazla 0.8 mS/cm Kocayemiş (<i>Arbutus unedo</i>), Funda (<i>Erica</i> sp.), Okaliptus (<i>Eucalyptus camaldulensis</i>), İhlamur (<i>Tilia</i> sp.), Püren (<i>Colluna vulgaris</i>), Okyanus mersini (<i>Leptospermum</i>), Çay ağacı (<i>Melaleuca</i> sp.) ve Pamuk (<i>Gossypium</i> sp.)’dan elde edilen ballar hariç	En az 0.8 mS/cm	En fazla 0.8 mS/cm	En fazla 0.8 mS/cm
	En az 0.8 mS/cm Kestane ballarına		En az 0.8 mS/cm kestane balı ve salgı balı karışımlarında	
Diastaz sayısı (en az)	8	8	8	-
	3 Narenciye balı gibi yapısında doğal olarak düşük miktarda enzim bulunan ve doğal olarak HMF miktarı 15 mg/kg’dan fazla olmayan balda)			

Tablo 2.2. (Devam): Türk Gıda Kodeksi balda kalite parametreleri

Bileşim Ögesi	Çiçek balı	Salgı balı	Çiçek ve salgı balı karışımı	Fırıncılık balı
HMF (en fazla)	40 mg/kg	40 mg/kg	40 mg/kg	-
Prolin miktarı (en az)	300 mg/kg	300 mg/kg	300 mg/kg	180 mg/kg
	180 mg/kg			
	Kanola, ıhlamur, narenciye, lavanta, okaliptüs, ballarında			
	120 mg/kg			
	Biberiye, akasya ballarında			
	500 mg/kg			
	Kestane ballarında			
Naftalin miktarı (en fazla)	10 ppb	10 ppb	10 ppb	10 ppb

2.4. Glisemik İndeks

Gİ 50 g karbonhidrat içeren test besinin 2 saat içinde oluşturduğu kan şekeri alanının, 50 g karbonhidrat içeren referans besinin 2 saat içinde oluşturduğu kan şekeri alanına oranının yüzde olarak belirtilmesi olup, karbonhidrat içeren gıdaların sindirilme oranının bir göstergesidir (Jenkins et al. 1981; Krishnasree and Ukkuru 2017).

Gİ, bir gıdanın tüketildikten sonra kan şekeri miktarında yapmış olduğu değişikliğe bağlı olarak gıdaların sınıflandırılmasıdır. Aynı miktarda tüketilen karbonhidratların, postprandiyal glisemik yanıtının kıyaslama yapılması ile Gİ belirlenmektedir. Yiyeceklerin içermiş olduğu karbohidrat miktarı, tüketildikten sonraki glisemik etkisinin önemli bir belirleyicisidir. Bazı gıdalardaki karbonhidratların miktarları aynı olsa bile yemek sonrası kan şekeri artışı üzerindeki etkileri birbirinden farklı olabilmektedir. Gİ kavramı, gıdalarda yer alan karbonhidratların tüketildikten sonra kandaki şeker üzerindeki etkilerine göre gıdaları sınıflandırmak için ilk olarak 1981 de kullanılmaya başlanmıştır (Jenkins et al. 1983).

Karbonhidratların kan şekeri seviyesini yükseltme etkilerini gruplandırmak amacıyla Gİ değeri kullanılmaktadır (FAO 2021). Tüketimden sonraki ilk 2 saat içinde yüksek Gİ olan gıdalar, düşük Gİ'li gıdalara kıyasla, kan şekerinde daha fazla artışa neden olmaktadır (Heidari-Beni et al. 2015).

Besinler Gİ değerlerine göre üç gruba ayrılmaktadır Bu sınıflandırmaya göre, Gİ değeri 70 ve üzerinde ise yüksek, 55-70 arasında ise orta, 55 ve altı ise düşük Gİ'li gıdalar olarak değerlendirilmektedir (Vega-López et al. 2018). (Tablo 2.3).

Tablo 2.3. Gıdaların Gİ aralıkları

Sınıflandırma	Gİ aralıkları
Düşük	0-55
Orta	56-69
Yüksek	>70

Gİ kavramı, insan sağlığının korunması ve çeşitli hastalıkların tedavisinde, karbonhidrat içeren en uygun gıdaların seçilerek tüketilmesine yardımcı olan önemli bir parametredir (FAO/ WHO, 1998).

Son zamanlarda yapılan çalışmalar düşük Gİ'li besinlerin tüketilmesinin insan sağlığına birçok faydası olduğunu göstermektedir. Yüksek Gİ'li besinlerin tüketilmesinin yemek sonrası glisemi ve insülinemi, açlık hiper trigliseridemi, yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) seviyeleri ve insülin direncini olumsuz yönde etkilediği saptanmıştır. Birçok çalışma, düşük ve yüksek Gİ'li gıdaların metabolizma üzerinde önemli ölçüde farklı etkilere sahip olduğunu göstermektedir (Jenkins et al. 2002).

Psyllium (karnıyarık otu), guar, yulaf ezmesi ve baklagiller gibi düşük Gİ'li gıdalar tok tutarak fazladan gıda alımını azaltmaktadır (Ludwig 2000). 12 ay boyunca düşük Gİ'li beslenme ile, Tip 2 diyabetli bireylerin, glikoze hemoglobin (HbA1c) seviyelerinin, kontrollere göre daha optimize olduğu gözlemlenmiştir (Wolever et al. 2008). HbA1C kavramı diyabetli kişilerde ortalama 3 aylık kan şekeri seviyelerini değerlendirmek için ölçülen bir parametredir (Goldstein et al. 2004).

Yapılan çalışmalar, tüketilen karbonhidratların miktarını değiştirmeden, Gİ'si düşük gıdalarla beslenmenin glisemik kontrolü sağladığını göstermektedir. Diyabetli kişilerde, açlık kan şekeri düzeyinin kontrolü için düşük Gİ'li ve karbonhidrat içeriği düşük gıdaların tüketilmesi önerilmektedir (Livesey et al. 2008).

Yüksek Gİ'li öğünler, kan şekerinde hızlı bir artışa neden olmakta ve insülin seviyelerinin yükselmesiyle reaktif hipoglisemi, yüksek serbest yağ asidi konsantrasyonları, daha sonra β hücresi disfonksiyonuna, dislipidemiye ve endotel disfonksiyonuna yol açabilmektedir (Ludwig 2002).

Isken et al. (2010) tarafından yapılan çalışmalarda yüksek Gİ'li beslemenin, vücut, karaciğer yağ kütlesinde hızlı ve belirgin artışa neden olduğu görülmüştür (Isken et al. 2010).

Tablo 2.4. Bal ve bazı besinlerin Gİ değerleri

Besin	Gİ	Kaynak
Süt (tam yağlı)	31, 39, 41	Bao et al. 2011 ; Güler ve Bilici 2017; Mızrak 2021
Süt (%1 yağlı)	29, 37	Bao et al. 2011; Güler ve Bilici 2017
Süzme peynir, lor peynir, çökelek (az yağlı)	10	Bao et al. 2011
Mısır gevreği	81, 81	Foster-powel 2002; Bao et al. 2011
Pirinç patlağı	88	Bao et al. 2011
Elma	36, 36, 39, 52	Bao et al. 2011; Güler ve Bilici 2017; Koza 2017; Mızrak 2021;
Karpuz	72, 72, 76, 103	Foster-Powel 2002; Güler ve Bilici 2017; Koza 2017; Mızrak 2021;
Portakal	40, 42, 42, 43, 45, 68	; Foster-Powel 2002; Çiçek 2008; Bao et al. 2011; Güler ve Bilici 2017;; Koza 2017; Mızrak 2021;
Portakal suyu	50, 50, 52, 76	Foster-Powel 2002; Güler ve Bilici 2017; Koza 2017; Mızrak 2021.
Muz	51, 52, 52, 62, 73	Foster-Powel 2002; Bao et al. 2011; Güler ve Bilici 2017; Koza 2017; Mızrak 2021.
Kavun	62	Bao et al. 2011
Kiraz	22	Foster-powel 2002;
Üzüm	50, 59, 66	Bao et al. 2011; Mızrak 2021; Koza 2017
Çilek	49, 57	Güler ve Bilici 2017; Koza 2017
Şeftali	42, 60	Koza 2017; Mızrak 2021;
Çilek reçeli	51, 73	Foster-powel 2002; Koza 2017
Havuç	35	Mızrak 2021
Domates	9	Çiçek 2008
Çikolata	40	Güler ve Bilici 2017
Kuru üzüm	61, 64, 64	Foster-Powel 2002; Bao et al. 2011; Mızrak 2021
Hurma	42,103	Foster-powel 2002; Mızrak 2021;
Bal	35, 61, 61, 75	Foster-Powel 2002; Çiçek 2008; Güler ve Bilici 2017; Mızrak 2021;

Tablo 2.4. (Devam): Bal ve bazı besinlerin Gİ değerleri

Besin	Gİ	Kaynak
Mısır	52, 54, 54	Foster-powel 2002; Güler ve Bilici 2017
Leblebi	10	Foster-Powel 2002,
Glikoz	100, 103	Çiçek 2008;Güler ve Bilici 2017
Fruktoz	15,23	Çiçek 2008; Güler ve Bilici 2017
sukroz	65, 67, 68	Foster-Powel 2002; Çiçek 2008; Güler ve Bilici 2017; Mızrak 2021;
Beyaz ekmek	70, 72, 75, 87, 124	Foster-Powel 2002; Çiçek 2008; Güler ve Bilici 2017
Kepekli ekmek	47, 74	Foster-Powel 2002; Bao et al. 2011
Tahıllı ekmek	49, 50, 63.5, 70, 74	Foster-Powel 2002; Bao et al. 2011; Koza 2017;Güler ve Bilici 2017; Mızrak 2021,
Simit	72	Foster-Powel 2002,
Çavdar ekmeği	42, 58, 72	Foster-Powel 2002; Çiçek 2008; , Koza 2017
Yulaf ezmesi	55	Güler ve Bilici 2017
Beyaz pirinç	72, 73, 89, 99	Bao et al. 2011; Güler ve Bilici 2017; Koza 2017 ;Mızrak 2021,
Esmer pirinç	68, 72	Bao et al. 2011; Güler ve Bilici 2017,
Beyaz makarna	46, 47, 48	Bao et al. 2011;Koza 2017; Mızrak 2021,
Esmer makarna	42	Bao et al. 2011; Mızrak 2021
Bulgur	48, 68	Koza 2017; Mızrak 2021,
Yumurta	0	Bao et al. 2011
Balık	0	Bao et al. 2011
Mercimek	29, 32, 37	Bao et al. 2011; Mızrak 2021; Güler ve Bilici 2017,
Kuru fasulye	24, 30, 44	Bao et al. 2011; Güler ve Bilici 2017; Mızrak 2021,
Nohut	10, 28, 47	Güler ve Bilici 2017;;Koza 2017; Mızrak 2021,
Ceviz	0	Bao et al. 2011
Tereyağı	0	Bao et al. 2011
Yoğurt	36, 41, 51	Foster- Powel 2002; Güler ve Bilici 2017; Koza 2017
Kola	53, 63, 76	Foster-powel 2002;;Bao et al. 2011; Koza 2017

2.5. Glisemik Yük

Glisemik yük (GY) belirli miktardaki besinin tüketildiğinde insan vücudunda oluşturduğu insülin ihtiyacını ve glisemik yanıt düzeyini belirlemekte olup, bu değer Gİ değerinin yüze bölünüp, tüketilen karbonhidrat miktarı ile çarpılmasıyla hesaplanmaktadır (Zafar et al. 2019). GY değerleri Tablo 2.5'te verilmiştir (Meng et al. 2017).

Tablo 2.5. GY aralıkları

Miktar	GY aralıkları		
	Düşük	Orta	Yüksek
Besin porsiyonu	0-10	11-19	>20
1 günlük tüketim	<80	81-119	>120

Bir gıdanın GY'si, mevcut karbonhidrat miktarı ile gıdanın Gİ'sine bağlı olarak değişim göstermektedir. GY ne kadar yüksekse, kan şekerinde yapmış olduğu glisemik etki o kadar yüksek olmaktadır (Haghighatdoost et al. 2016).

2.6. Glisemik İndeksi Etkileyen Etmenler

Besinlerin Gİ' si besinin yapısı, içerdiği protein, posa ve yağ miktarı, partikül büyüklüğü, pişirme yöntemi, kişiden kişiye farklılık gösteren sindirim, emilim hızı, gastrointestinal hareketlilik gibi faktörlerden etkilenmektedir (Kınay 2018).

Karbonhidratlar içerisinde monosakkaritler, polisakkaritlere göre emilimleri hızlı olduğu için kan şekerinin hızlı yükselmesine ve insülin düzeyinde de hızlı artışlara sebep olmaktadır. Fruktoz, glikozve sakkaroz yönünden zengin besinlerin tüketilmesi ile kısa sürede tokluk kan şekerine ulaşılmakta olup; bu da karbonhidratların sindirim ve emilim hızlarının yüksek olması ile ilgilidir (Thorsdottir and Birgisdottir 2005). Glikoz, fruktoz ve sakkaroz oranla daha yüksek glisemik indekse sahiptir. Bu sebeple glikoz içeriği sakkaroz ve fruktozdan fazla olan besinlerde glisemik indeks değeri daha yüksektir (Matthan et al. 2016).

Glisemik indeks ve nişastalı gıdalar arasında kuvvetli bir ilişki bulunmuştur (Rocha et al. 2010). Mısır, pirinç, buğday ve patatesteki nişasta yaklaşık %70-80 amilopektin ve %20-

30 amilozdan oluşur. Amiloz, pişirme işlemi sırasında jelatinize edilmesi zor olan uzun zincirli yapıdadır. Amiloz: amilopektin oranı, pirinç ve diğer nişastalı gıdaların pişmesinde etkili en önemli faktördür. Yüksek amiloz içeriğine sahip pirinçlerde glisemik etki ve dolayısıyla Gİ daha düşük olmaktadır (Lal et al. 2021).

Dirençli nişasta oranı fazla olan besin daha düşük glisemik indeks düzeyine sahiptir (Sayaslan 2005). Bazı hemiselülozlar, gumlar, pektin (Pektin: bitki hücre duvarlarından elde edilen bir heterosakkarittir. Asidik koşullarda pektin jel formunu alır ve gıdalarda kıvamlaştırıcı olarak kullanılabilir), suda çözünür posa, besinlerin bağırsaktan geçişini ve glikoz emilimini yavaşlatarak kan şekeri düzeyinin daha düşük olmasına neden olmaktadır (Mohan et al. 2016). Bazı hemiselülozlar, lignin ve selüloz içeren çözünmez posa nişasta hidrolizini yavaşlatmakta ve fekal hacmini arttırmakta, fakat kan şekeri seviyesine çok da bir etkisi olmamaktadır. Posa içeriği yüksek, özellikle çözünür posadan zengin besinler, karbonhidrat emilimini azaltarak kan şekeri düzeylerinin fazla yükselmesini önüne geçmektedirler (Bakır Angay 2019).

Asit içeriği yüksek olan besinler midenin boşalmasını yavaşlatarak daha yavaş sindirime ve bu da glisemik indeks değerinin düşmesine neden olmaktadır (Pi-Sunyer 2002). Ekmeğin mayalanması asiditeyi arttırdığından mayalı ekmekte Gİ 54 iken, mayasız ekmekte Gİ 73'tür (Foster-Powell et al. 2002).

Diyette karbonhidratlarla birlikte protein ve yağların tüketilmesi sindirim süresinin daha uzun olmasına neden olmaktadır. Proteinler insülin salgılanmasını arttırmakta ve nişastanın ise yavaş sindirilmesini sağlamaktadır Yağlar ise besinin midede daha uzun süre kalmasına, bağırsağa geçiş süresinin uzamasına ve glisemik indeks düzeyinin düşürmesine yol açmaktadır (Sayaslan 2005).

Besinlerin yavaş bir şekilde tüketilmesi sindirim ve emilimin de yavaş olmasını sağlayacağından Gİ' nin düşmesini sağlamaktadır (Baysal vd. 2002).

Protein ve yağın glisemik indeks yükselmesini önüne geçebilmesi için fazla miktarda tüketilmesi gerekmektedir. 50 gram karbonhidrat için 50 gram yağ ve 30 gram protein tüketilmesi glisemik indeksin düşmesinde etkili olabilmektedir (Kınay 2018).

Besinlerin püre, ezme, konserve, meyve suyu halinde tüketilmesi kandaki insülin düzeyinin daha hızlı artmasına neden olmaktadır (Frost and Dornhorst 2000).

Meyve olgunlaştıkça içerdiği şeker miktarı artmakta ve meyvenin Gİ değeri yükselmektedir. (Pi-Sunyer 2002). Muz olgun değilken Gİ 31 iken, olgunlaşan muzun Gİ'si 62 olmaktadır (Foster-Powell et al. 2002).

Gİ belirleme çalışmalarında kan alma süreleri bir şekilde belirlenmelidir. Tokluk kan şekeri açlık kan şekeri seviyesine inene kadar kan şekeri ölçümleri yapılmalıdır. Gİ belirleme çalışmalarında, sağlıklı insanlarda tokluk kan şekerinin seviyesinin açlık kan şekeri seviyesine inme süresi 2 saat iken, şeker hastalarında ise bu süre 3 saate kadar uzayabilmektedir. 50 gram karbonhidratın glisemik yanıtı diyabetlilerde 4-5 saatte açlık seviyesine inmekte, şeker hastalığı olmayan kişilerde ise 1,5 saatte açlık seviyesine inmektedir. Kapiller kan şekeri ölçümü ve damardan alınan venöz kan şekeri ölçümünde glikoz konsantrasyonları farklı çıkmaktadır. Kapiller kan ile karşılaştırıldığında, damardan alınan venöz kanın şeker konsantrasyonu, deri ve iskelet kası tarafından glikoz tüketiminden dolayı daha düşük olmaktadır (Wolever 1989; Wolever et al. 1991; Aksoy 2000; Thorsdottir and Birgisdottir 2005).

Sağlıklı ve diyabetli bireylerin glisemik yanıtları farklı olmaktadır. Sağlıklı bireylerde çok fazla farklılıklar olmamasına karşın, diyabetli bireylerde anlık ve büyük sapma görülebilmektedir. Tip 1 diyabetlilerde sapmalar daha fazla olabilmektedir. Diyabetli bireylerde kişisel farklılıklar, değişik glisemik yanıtların alınmasına neden olmaktadır (Wolever et al. 1985, 1991).

2.7. Glisemik İndeksin Hastalıklarla İlişkisi

Gİ değeri düşük olan besinlerin sindirim ve emiliminin yavaş olmasından dolayı, bu besinlerin tüketilmesi ile sindirim sonrası insülin salınımı daha yavaş olmaktadır (Vrolix et al. 2008).

Hem epidemiyolojik hem de klinik çalışmalarda, düşük Gİ tüketiminin kanda trigliseridi, toplam ve düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) kolesterolü düşürdüğü, toplam kolesterol/HDL oranını iyileştirdiği gösterilmiştir (Artha et al. 2019).

Düşük Gİ'li besinlerle beslenen bireylerin yüksek Gİ'li besinlerle beslenen bireylere nazaran %41 daha az metabolik sendrom prevalansı görülmektedir. Bu verilerden yola çıkarak düşük Gİ'li besinlerle beslenmenin metabolik sendrom üzerine olumlu etkileri bulunmaktadır (Lau et al. 2005).

Düşük Gİ diyetleri, kan şekeri seviyelerindeki dalgalanmaları en aza indirerek ve gün boyunca insülin salgılanmasını da azaltarak insülin duyarlılığını da artırabilmektedir (Crapo et al 1977).

Düşük Gİ veya GY diyetleri, iştahı etkileyerek kilo yönetimine yardımcı olabilmektedir. Kısa süreli beslenme çalışmaları genellikle düşük Gİ gıdalarının tokluğu arttırdığını, açlığı azalttığını veya daha sonraki gönüllü gıda alımını azalttığını, yüksek Gİ gıdalarının ise iştah artışı ve daha yüksek enerji alımı ile ilişkili olduğunu göstermiştir (Ludwig et al. 1999; Agus et al. 2000; Roberts 2000; Warren et al. 2003; Jiménez-Cruz et al. 2005).

Düşük Gİ'li besinlerle beslenme alışkanlığı tip 2 diyabeti önlemeye yardımcı olabilmektedir. Yapılan çalışmalarda düşük Gİ'li besinlerle beslenen bireylerde, tip 2 diyabet riskinin azaldığı saptanmıştır (Salmeron et al. 1997a; Salmeron et al. 1997b).

Çalışmalar, düşük Gİ ve GY ile beslenmenin daha erken tokluk hissi verdiği, diyabet, obezite ve kalp hastalığı riskini azaltabileceğini göstermekte olup (Augustin et al. 2015), serum lipid seviyelerini değiştirerek kalp hastalığına karşı koruyucu etkileri olabileceğini de düşündürmektedir (Meng et al. 2017).

Araştırmalar yüksek Gİ'li diyetlerin düşük Gİ'li diyetlere göre daha az besin ögesi inhibitörü içerdiğini saptanmıştır. Besin inhibitörlerinin karbonhidratların sindirim ve emilimini azaltıcı etkisinden dolayı diyabet tedavisinde ve diyetle yer alması fayda sağlamaktadır (Ionesscu-Tirgoviște et al.1983; Wolever 1990).

Yüksek Gİ'li diyetler yüksek insülin direnci prevalansı, metabolik sendrom, yağlı karaciğer ve trigliseridler gibi metabolik risk faktörleri ile ilişkilendirilmiştir (Rajabi et al. 2015).

Yüksek GY'ye sahip bir diyetin uzun süreli tüketimi, tip 2 diyabet ve koroner kalp hastalığı riskinde artışa neden olmaktadır (Liu et al. 2000).

Dünya çapında yaklaşık 422 milyon diyabet hastası yer almakta olup bu hastaların büyük bir bölümü düşük ve orta gelirli ülkelerde yaşamaktadır. Dünyada her yıl 1,6 milyon insan diyabet nedeniyle yaşamını yitirmektedir. Hem vaka sayısı hem de diyabet prevalansı giderek artmaktadır (WHO 2020). Tip 2 diyabetin her geçen gün daha fazla sayıda artması, obezite ile ilişkilidir ve tanı, giderek daha genç yaşlarda ortaya çıkmaktadır (Silink 2002). Amerikan Diyabet Derneği'ne (ADA) göre, diyabet yönetiminde ilk amaç kan şekeri seviyelerinin düzenlenmesi olmalıdır (Sheard et al. 2004). Gİ kavramı, diğer klinik durumlarda kullanılmadan önce diyabet tedavisinde kullanılmıştır.

Son yıllarda beslenmede Gİ faktörü, meme, prostat, kolon ve pankreas kanserleri dahil olmak üzere çeşitli kanser türleri ile ilişkilendirilmiştir. Kanser hastalarında düşük Gİ'li diyetlerin önerilmesinin nedeni, yemek sonrası daha düşük hiperglisemi ve hiperinsülinemi olup, bu da hücrelerin fazla şekere maruz kalarak formunun bozulmasını engelleyerek tümörlerin gelişmesini ve büyümesini azaltmaktır (Brand-Miller 2003).

2.8. İnsülin Mekanizması

İnsülin, pankreasın langerhans adacıklarının β hücreleri tarafından salgılanan, karbonhidrat, lipit ve protein metabolizmasını düzenleyen ve hücre sel glikoz alımını kolaylaştırarak normal kan şekeri seviyelerini koruyan, hücre bölünmesini ve büyümesini sağlayan bir hormondur (Fargion et al. 2005).

Kandaki glikoz düzeyi yükseldiği zaman pankreas birkaç dakika içinde otomatik olarak uyarılıp insülin salgılar. Açlıkta insülin düzeyi 5-10 $\mu\text{U/ml}$ iken yemek sonrası 60-90 $\mu\text{U/ml}$ 'ye yükselir. İnsülin karbonhidrat, protein ve yağ metabolizmasını etkilemektedir. İnsülinin temel görevlerinden biri de glikozun hücre içine girişini sağlayarak kan glikoz

düzeyini ayarlamaktır. İnsülin kandaki glikozu bağlayarak hücre zarındaki insülin reseptörlerinin yardımıyla, glikozu hücre içerisine almaktadır (Aydın 2013).

İnsülin direnci, hedef organların insülinin etkisine normal cevap verememesi olarak tanımlanmaktadır. Periferde (iskelet kası ve yağ) insülin aracılı glikoz alımının bozulmasına ve bu da insülin gereksiniminin artmasına neden olmaktadır. Artan insülin gereksinimi artan insülin seviyesi ile eşleşmediğinde, hiperglisemi gelişmektedir. İnsülin direncinin, kardiyovasküler hastalık için risk faktörleri olan obezite, hipertansiyon ve dislipidemi gibi hastalıklarla ilişkili olduğu bilinmektedir (Ahima and Flier 2000).

2.9. Bal ve Glisemik İndeks

Bal, bal arısı tarafından bitkilerin nektarından üretilen tatlı ve kıvamlı bir üründür (Rana 2012). Nektar, şekerler, aminoasitler, proteinler, inorganik iyonlar, lipidler, fenolikler ve alkaloidler gibi birçok bileşikler içeren su çözeltisidir. Nektarda bulunan şeker içeriği %10 ile %75 arasında değişmektedir. Glikoz, fruktoz ve sakkaroz nektarda bulunan ana şekerlerdir (Aronne and Malara 2019). Balın özelliği nektarın botanik kaynağına bağlı olarak değişmektedir. Nektarın botanik kaynağı, balın protein, karbohidrat, enzim, mineral ve organik asit içeriğini etkilemektedir (Gok et al. 2015).

Yaygın olarak kullanılan herhangi bir sentetik tatlandırıcıdan, bal doğal olması nedeni ile daha güvenli olarak kabul edilmektedir. Günümüzde, artan sağlıklı gıdalar ile beslenme şekli, bala olan ilgiyi daha da artırmaktadır (Lestari and Dewi 2019).

Bal, esas olarak karbohidratlardan, az miktarda sudan ve çok sayıda küçük bileşenlerden oluşmaktadır. Şekerler balın ana bileşenleridir; en önemli şekerler, fruktoz ve glikozdur (Rana 2012).

Yapılan çalışmalar balın antihipertansif, antibakteriyel, hepatoprotektif, hipoglisemik, antiinflamatuvar ve antioksidan potansiyelini etkili bir şekilde kanıtlamıştır (Ahmed et al. 2018)

Rana et al.(2018) rapor ettikleri çalışmada balın sağlıklı ve tip 1 diyabetli bireylerde glikoz veya sakkarozla karşı, kayda değer oranda daha düşük glisemik indekse sahip olduğunu saptamışlardır. Aynı çalışmada bal, Tip 2 diyabet hastaları üzerinde, glikoz ve sakkaroz için benzer değerler sergilemiştir. Bal, dekstroz ile karşılaştırıldığında, sağlıklı ve diyabetik bireylerde kan şekeri seviyelerinde daha düşük bir artış gösterdiği saptanmıştır.

Meo et al. (2017 a) çalışmalarında Gliben-clamide veya metformin gibi antidiyabetik ilaçların bal ile kombine edilmesinin kan şekeri ve fruktozamin düzeylerini önemli ölçüde düşürdüğünü bulmuşlardır.

ABD Tarım Bakanlığı Ulusal Besin Veri Tabanı'na göre, balın fruktoz-glikoz oranı 1,15'tir. Fruktoz-glikoz oranı en düşük olan bal çeşitleri, en yüksek glisemik indekse sahip olma eğilimindedir (Foster-Powell et al. 2002). Ayrıca bal, fruktoz içeriği nedeniyle sofraya şekerinden(sakkaroz) daha tatlıdır. Bu nedenle bal, diğer tatlandırıcılardan daha düşük glisemik yük ve daha az enerji tüketimiyle eşit tatlandırma gücü sağlayabilmektedir (Ustunol and Gandhi 2001).

Balın hipoglisemik etkisini ortaya koyan pek çok çalışma yer almaktadır ancak bu etkinin mekanizması belirsizliğini hala korumaktadır. Fruktozun, diyabetli hayvanlarda kan şekerini düşürme eğilimi olduğuna dair kanıtlar yer almaktadır (Erejuwa et al. 2012).

Hongu et al. (2017) bal için ortalama Gİ değerinin 55 ± 5 olduğunu, sofraya şekerinin (sakkaroz) Gİ değerinin ise 68 ± 5 olduğunu belirterek ve balın şekerden daha düşük bir Gİ'ye sahip olduğunu ifade etmişlerdir.

Monofloral balların fruktoz içeriği ve fruktoz/glikoz oranının birbirinden farklı olduğu belirlenmiştir (Persano and Piro 2004). Akasya ve ökaliptus balları, düşük Gİ'ye sahip olup daha yüksek fruktoz konsantrasyonu içermektedir (Meo et al. 2017 b). Balın fruktoz içeriği % 21 ila 43 arasında ve fruktoz / glikoz oranı 0,4 ila 1,6 arasında değişmektedir (Münstedt et al. 2011). Fruktoz doğal olarak oluşan en tatlı tatlandırıcı olmasına rağmen, glisemik indeksi 100 olan glikozve 60 olan sakkarozla kıyasla, 19 glisemik indeks değerine sahiptir (Bantle 2009).

Akasya balı gibi düşük GI'li balın tüketilmesi fizyolojik olarak avantajlı etkilere sahiptir ve endokrin fonksiyonları bozulmuş hastalarda kullanılabilmektedir(Peretti et al., 1994; Al-Waili, 2003).

Balın glisemi üzerindeki nispeten uzun vadeli (3-4 ay) etkilerini değerlendiren bir çalışmada, şeker yerine bal tüketiminin HbA1c düzeylerini önemli ölçüde düşürdüğü görülmüştür (Abdulrhman et al. 2013; Enginyurt vd. 2017).

Khalil ve arkadaşları. (2006), Bangladeş balının tip 2 diyabetli 22 hasta üzerinde GI çalışmaları sonucunda, balın tip 2 diyabetli hastalar için uygun bir GI' ye sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

2.10. Balın İnsan Sağlığına Faydaları

Bal, tedavi edici değerleri nedeniyle çok eski zamanlardan beri kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarla balın sağlığa olan faydaları bilimsel olarak kabul edilmiştir (Meo et al. 2017 b).

Bal, halk arasında yaygın olarak iltihaplanma, öksürük ve ateş tedavisinde kullanılmaktadır. Ghasm et al. (2008) yaptıkları çalışmada balın astımla ilgili semptomları azaltmada veya astımın başlamasını önlemede rol aldığını saptamışlardır. Hayvan modellemesinde kronik bronşit ve bronşiyal astım, ağızdan bal tüketimi ile tedavi edilmiştir (Ghashm et al. 2010).

Bal, hidrojen peroksit üretimi yoluyla fibroblastların proliferasyonunu uyararak yaraların hızlı iyileşmesinin sağlamaktadır (Molan 2006; Van den Berg et al. 2008; Simon et al. 2009; Chaudhary et al. 2020).

Bal, mikroorganizmaların ve mantarların gelişmesini engellemektedir. Bal antibakteriyel, antifungal ve antiviral etki göstermektedir (Clebis et al. 2021)

Bir prebiyotik olarak bal, kolonda yararlı bakterilerin büyümesini uyararak gastrointestinal sağlığı iyileştirebilen oligosakkaritlerler içermektedir (Zeynab et al. 2010). Bal tüketimi,

bifidobakterilerin gelişmesine yardımcı olmakta olup prebiyotik özelliği ile bal sindirim sistemini rahatlatmaktadır (Ustunol and Gandhi 2001; Kajiwar et al. 2002). Ana bileşenleri olan basit şekerler (glikoz ve fruktoz) nedeniyle balın sindirimi kolaydır. Böylece bal tüketicilere anında enerji artışı sağlamakta; bu nedenle özellikle sporcu, yaşlılar ve okul çağındaki çocuklar için uygun bir besin olarak düşünülmektedir (Baglio 2018). Çeşitli doku grupları ve endometriyal, prostat, renal, oral ve serviks kanseri gibi hücre hatları ile balın antikanser aktivitesi çalışılmıştır. Ham bal, siklofosfamid ve 5-florourasil gibi kemoterapötik tedavilerin etkisini uyarmaktadır (Waheed et al. 2019).

Bir yaşından büyük bebeklerde bal tüketiminin hafızayı güçlendirdiği, büyümeyi artırdığı, endişeyi azalttığı saptanmıştır (Ajibola 2015).

100 g sakkaroz yaklaşık 400 kcal enerji sağlarken, 100 g bal 300 kcal sağlamaktadır. Ayrıca sakkarozla göre bal daha yüksek oranda tatlandırma gücü göstermektedir (Singla et al. 2018).

Yaghoobi et al. (2008) yaptıkları çalışmada, doğal balın hem sağlıklı kişilerde hem de yüksek risk taşıyan hastalarda kardiyovasküler risk faktörlerini iyileştirdiğini bildirmiştir. Doğal balın, toplam kolesterolü, düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterolü (LDL-C), triaçilgliseroller, açlık kan şekerini ve C-reaktif protein (CRP) düşürdüğü ve yüksek yoğunluklu lipoprotein kolesterolü (HDL-C) artırdığı, fazla kilolu ve obez bireylerde vücut ağırlığını ise artırmadığı görülmüştür.

Balın şeker hastalığının tedavisinde yararlı etkilerini gösteren güçlü kanıtlar vardır. Diyabetik hastalarda bal, dekstroza kıyasla plazma glikoz seviyesinde önemli bir azalmaya neden olabilmektedir Klinik deneylerde, balın Tip 1 ve Tip 2 diyabet hastalarında tüketilmesi sakkaroz veya glikoza kıyasla çok daha düşük Gİ ile ilişkilendirilmiştir (Samarghandian et al. 2017).

2.11. Balın Glisemik İndeksini Saptamaya Yönelik Yapılan Çalışmalar

Ischayek ve Kern (2006) Amerika’da 12 sağlıklı bireyde balın Gİ değerini belirlemeye yönelik yaptıkları araştırmada tupelo, pamuk, karabuğday ve yonca ballarının GI değerini sırasıyla ($74,1 \pm 8,2$), ($73 \pm 6,6$), ($73,4 \pm 6,4$), ($69,2 \pm 8,1$) olarak belirlemişlerdir.

Başka bir çalışmada, balların Gİ değerlerinin 32-87 değerleri arasında değiştiği belirlenmiştir. Düşük / Orta Gİ değerine sahip balların, sofr şekerinin yerine diyabetik diyetle dahil etmek için yararlı olabileceği bildirilmiştir (Atkinson et al. 2008).

Farklı botanik kaynağa sahip bal örneklerinin incelendiği bir başka araştırmada, 10 sağlıklı (8 erkek, 2 kadın) bireyde ıhlamur, ıhlamur (ham), multifloral, akasya, püren, kestane, kolza ve salgı balının Gİ değerleri sırasıyla (49,2), (55,9), (51,3), (53), (53,3), (53,4), (64) ve (88,6) olarak saptanmıştır (Deibert et al. 2010).

Başka bir çalışmada 1 adet manuka balı örneğinin Gİ değerinin 65 olduğu tespit edilmiştir (Perry and Richardson 2011).

Manuka balının Gİ değerini *invivo* olarak belirlemeye yönelik yapılan başka bir çalışmada, yaş ortalamaları 28,4 olan 10 sağlıklı bireyle (8 erkek, 2 kadın), beş farklı Manuka balının Gİ değeri 54, 55, 57, 57 ve 59 olarak bulunmuştur (Chepulis and Francis 2013).

Balın Gİ değerinin belirlenmesiyle ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Khan et al. (2018) yaptıkları çalışmada, *Adhatoda vasica* balının Gİ değerini 65,86, *Rubus fruticosus* balının Gİ değerini ise 68,18 bulmuşlardır. Aynı çalışmada, ticari markalarda tespit edilen Gİ değerleri ise daha yüksek bulunmuştur. Yapılan bu çalışmaya göre, doğal olan balların ticari ballara kıyasla daha düşük Gİ’ye sahip olduğu saptanmıştır (Khan et al. 2018).

Lestari ve Dewi (2019) Endonezya’da üretilen balların Gİ değerini belirlemeye yönelik 12 sağlıklı birey üzerinde yaptıkları çalışmada Gİ değerlerinin 35 ve 39 olduğunu tespit etmişlerdir.

Ülkemizde de balın Gİ değeri ile ilgili ilk çalışma Silici ve ark. (2014) tarafından yapılmıştır. Araştırmada multifloral ballardan Muş, Yüksekova, Kayseri, Şemdinli ve Bingöl balları için Gİ değeri sırasıyla, (75,5), (52,6), (64,2), (47,8), (57,4) ve monofloral ballardan çam, ıhlamur, kekik, kestane, geven ve narenciye balları için Gİ değeri sırasıyla (58,8), (55,3), (55,5), (69,1), (44,9) olarak tespit edilmiştir. Yüksekova, Şemdinli, kekik, narenciye balları düşük Gİ, Kayseri, Bingöl, geven, kestane, ıhlamur, çam balları orta Gİ, Muş balı ise yüksek Gİ' li bal olarak sınıflandırılmıştır (Silici vd. 2014).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Alanının Tanımlanması

Bingöl ili Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat bölümünde yer almaktadır. 41°20' ve 39°54' kuzey enlemleriyle 38°27' ve 40°27' doğu boylamları arasında bulunmaktadır. Bingöl ilinin doğusunda Muş ili, kuzeyinde Erzurum ve Erzincan illeri, batısında Elazığ ve Tunceli illeri, güneyinde ise Diyarbakır ili yer almaktadır. Bingöl ili ortalama 1745 m yükseltiye sahip olup, toplam yüz ölçümü 8004 km² dir. Yıllık ortalama yağış miktarı 873,7 mm'dir (Avcı vd. 2018).

Bingöl ili de gerek konumu ve doğal koşulları, gerekse de üretim değerleri açısından arıcılık faaliyetleri için önemli bir yere sahiptir. Araştırma alanımız Davis'in Türkiye Florası'ndaki enlem ve boylamlara dayalı kareleme sitemine göre B8 karesi içerisinde yer almaktadır. Anadolu Diagonalı'nın doğusunda, İran-turan flora bölgesinin içinde yer alan ve topografik bakımdan farklılıklar gösteren Bingöl, sahip olduğu floristik çeşitlilik ve bunların çiçeklenme dönemlerindeki farklılıklar nedeniyle yöre ve ülkemiz arıcılığı için zengin bir potansiyele sahiptir (Sandal ve Kan 2013).

Behçet ve Yaprak (2019) Matan Dağı florasında yaptıkları çalışmada arıcılık açısından önemli, toplamda 29 familya ve 101 cinse ait 211 bitki taksonu (126 tür, 52 alttür, 33 varyete) tespit etmişlerdir.

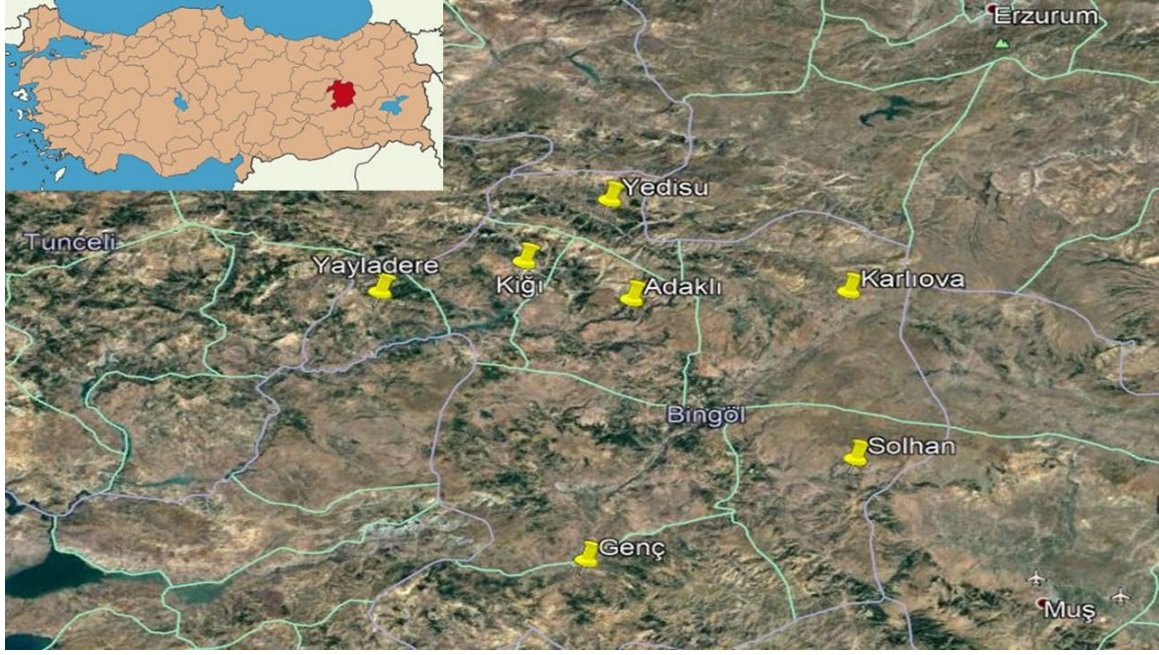
Bingöl ili zengin florası ve iklim koşullarının etkisiyle arıcılık faaliyetlerinde son yıllarda artan bir ivmeye sahiptir (Ateş ve Yaşar 2020). TEPGE (2021) verilerine göre Bingöl ilinde 2020 yılında 814 kayıtlı işletmede 1836 ton bal üretimi gerçekleşmiştir. Kovan başına bal verimi 12,4 kg olmuştur. Bu değer, Türkiye ortalamasının altındadır.



Şekil 3.1. Bingöl İli'nde bir arılık

3.2. Bal Örneklerinin Temini ve Muhafaza Edilmesi

Bu çalışmada, Bingöl İli'nin Merkez ve 7 ilçesinden (Adaklı, Genç, Karlıova, Kiğı, Solhan, Yayladere, Yedisu) 8 adet bal örneği Bingöl İli Arı Yetiştiricileri Birliği tarafından toplanmıştır. Birlik tarafından temin edilen bal örnekleri, 2020 yılı bal sezonuna ait numunelerdir. Bal numuneleri üzerine balın toplanmış olduğu ilçenin adı, toplanma tarihi ve kodu yazılmış ve analiz sürecine kadar nemsiz ve karanlık bir ortamda muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.2. Balların toplandığı alan

3.3. Bal Örneklerinin Analizleri

3.3.1. Bal Örneklerinin Polen Analizi

Balın bitkisel kaynağının belirlenmesi, palinolojinin bir alt dalı olan melissopalinojoloji ile yapılmaktadır. Melissopalinojoloji, arı ürünlerinin içerdiği polenin mikroskopik inceleme ile tanımlanmasına dayanmaktadır (D'Albore and Oddoo 1978; Moore and Webb 1978; Sawyer 1988).

3.3.1.1. Toplam Polen Sayısı (TPS-10) Analizi

10 g baldaki toplam polen sayısı aşağıda belirtilen metoda göre hazırlanmıştır (Gonnet and Vache 1992; Castro-Vázquez et al. 2010).

Bal, homojen hale gelmesi için iyice karıştırılmış, 10 g tartılıp deney tüpüne konulmuştur. 20 ml distile su ve 1 tablet (18 407 adet *Lycopodium* sp. sporu içermektedir) *Lycopodium* sp. sporu 10 g balın olduğu falkon tüpe eklenmiştir. Tüpler 45 C°'lik su banyosunda 10- 15 dakika bekletilmiştir. Bu çözeltinin üzerine bazik fuksin eklenerek, 3 500 rpm'de 45 dakika

santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilen iki faza ayrılmış çözeltinin üstte kalan fazı dökülmüştür. Dipte kalan çökelti üzerine 0,1 mL %50'lik gliserin eklenerek, homojen hale gelene kadar karıştırılmıştır. Bu çözeltiden 0,01 mL alınarak, 0,09 mL %50'lik gliserinin üzerine aktarılmış ve homojen hale gelinceye kadar karıştırılmıştır. Son olarak hazırlanan bu çözeltiden 0,01 mL alınıp lam üzerine aktarılmış ve. Hazırlanan preparatlar mikroskopta incelenmiştir. Hazırlanan preparatta 18 x 18 mm² 'lik alanın tamamı mikroskop altında taranmış, alanda bulunan tüm polenler sayılmıştır. Her bir bal örneği için iki ayrı preparat hazırlanmış, analiz edilmiş ve sonuçların ortalamaları alınmıştır. TPS-10 aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{TPS-10} = (\text{Sayılan Polen Sayısı} \times 18407^*) / \text{Sayılan } Lycopodium \text{ sp. sporu}$$

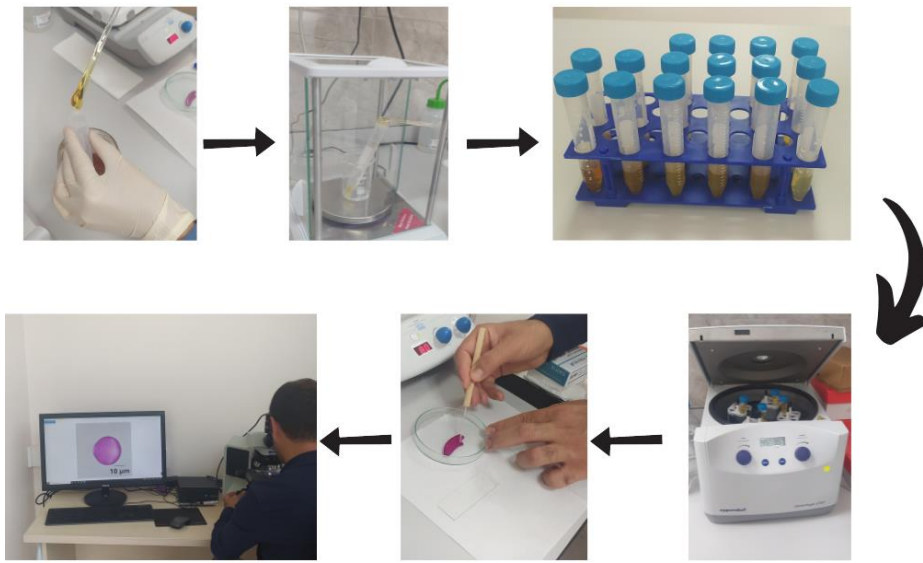
*: Bir Lycopodium sporu tabletinde bulunan *Lycopodium* sp. miktarı

3.3.1.2. Bal Örneklerinde Polen Teşhisi

Balın örneklerinin bitkisel kaynağını tespit etmek için yapılan, mikroskobik inceleme Moar (1985) ve Sorkun (2008) tarafından bildirilen metoda göre gerçekleştirilmiştir. Bal örnekleri, homojen hale getirilene kadar iyice karıştırılmış, falkon tüpe 10 g tartılmıştır. Bu tüpe 20 ml distile su eklenmiş, tüp 45 C°'lik su banyosunda 10- 15 dakika bekletilmiştir. Vorteks karıştırıcı ile homojen hale getirilen çözelti, 3500 rpm'de 45 dakika santrifüj edilmiştir. 3. İki faza ayrılan çözeltiden üstteki faz dökülmüş, falkon tüpü ters çevrilerek 30 dakika suyu süzdürülmüştür. Diseksiyon iğnesi ucuna 1-2 mm³ bazık fuksinli gliserin-jelatin alınarak çözeltinin dibinde kalan çökelti kısma sürülerek gliserin jelatin lam üzerine bırakılmıştır. Gliserin jelatin hot plate üzerinde eritilmiş, çözeltinin lam üzerinde eşit dağılması için bir miktar karıştırılmıştır. Polenleri tanımlamada immersiyon objektif kullanılmıştır (x 100). Mikroskop altında 18 x 18 mm²'lik tüm alan taranmış, polenlerin teşhisinde ilgili kaynaklardan (Martos et al. 2000; Watanabe et al. 2014) ve referans preparatlardan yararlanılmıştır. Bitki taksonlarının tanımlanmasından sonra tekrar başa dönülerek preparatta yer alan taksonlar nicelik olarak belirlenmiş, her preperatta en az 300 adet polen sayımı yapılmıştır (Çobanoğlu 2017). Teşhis edilen polenlerin fotoğrafları X 100'lük büyütmede çekilmiştir.

3.3.1.3. Bazik Fuksinli Gliserin-jelatin Hazırlanması

7 gr jelatin 2 mL ılık distile suya eklenmiş, çözelti üzerine 50 mL gliserin eklenip, karıştırılmıştır. Karışım üzerine polenlerin boyar maddesi olan bazik fuksin eklenmiş, bu çözeltinin bozulmasını önlemek için 0,5 gr karboksilik asit eklenmiştir. Ilık suda 25 dakika bekletilen karışım, petri kabına dökülerek, soğutulmuştur. Karışımın küflenmemesi için 0,5 gr karbolik asit eklenmiştir. Elde edilen karışım ılık suda 15 dakika bekletilmiştir. Daha sonra petri kabına dökülmüş ve soğuması sağlanmıştır.



Şekil 3.3. Polen analizi aşamaları

3.3.2. Bal Örneklerinin Fizikokimyasal Analizleri

Bingöl İli'nden toplanan toplam 8 bal örneğinin, şeker (g/100 gr) (fruktoz, glikoz, sakkaroz, turanoz, maltoz, izomaltoz, erloz, trehaloz, melezitoz, maltotrioz), nem (%), HMF (mg/kg), diastaz, prolin (mg/kg) değerleri tespit edilmiştir. Yapılan fizikokimyasal analizler sonucunda belirlenen değerlerin, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne uygun olduğu tespit edilmiştir.

3.3.2.1. Bal Örneklerinde Şeker Analizi

Bal örneklerinin şeker içeriği IHC (Uluslararası Bal Komisyonu) tarafından önerilen yöntem kullanılarak Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) ile tespit edilmiştir. (Beer et al. 2021). 5 gr bal örneği, 40 mL distile suda çözündürülmüş, çözelti içerisine 25 mL metanol ilave edilmiştir. Bu karışım balon jojeye aktararak distile su ile 100 mL'ye tamamlanmıştır. Tüm örnekler 0,45 µm'lik membran filtrelerden süzölmüş akış hızı 1,3 mL/ dakika, kolon sıcaklığı 30°C, enjeksiyon hacmi 50 µL ve asetonitril /su oranı 80 mL / 20 mL olan, HPLC cihazına enjekte edilmiştir.

Standart çözeltiler de bal örneklerine uygulanan ön işleme hazırlanmış ve HPLC cihazına enjekte edilmiştir.

Standart çözeltilerden ve bal örneklerinden elde edilen piklerin alanları, alıkonma zamanları kıyaslanarak, bal örneklerinde yer alan şeker miktarları nicel olarak tespit edilmiştir. (Çobanoğlu 2017).

100 gr baldaki şeker kütle yüzdesi: $W = A_1 \times V_1 \times M_1 \times 100 / A_2 \times V_2 \times M_0$ eşitliği ile hesaplanmıştır.

Bu eşitlikte;

A_1 = Bal örneğinde yer alan şekerin pik alanı,

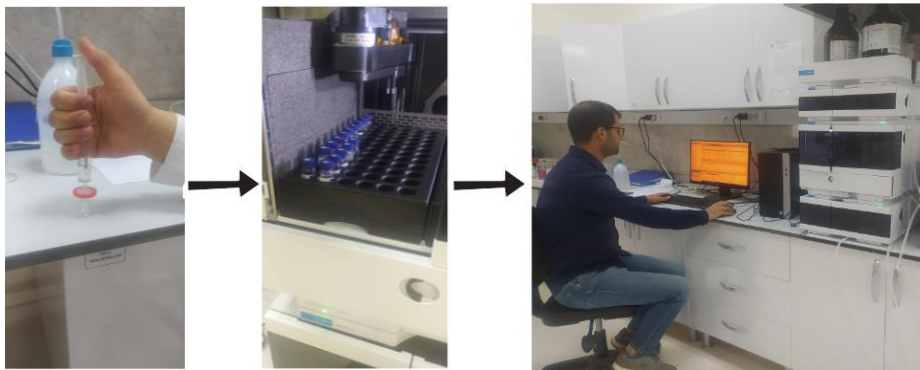
A_2 = Standardın pik alanı,

V_1 = Örnek çözeltisinin toplam hacmi (mL)

V_2 = Standart çözeltisinin toplam hacmi (mL)

M_1 = Standarttaki şeker miktarı (gr)

M_0 = Bal örneğindeki şeker miktarı (gr)



Şekil 3.4. Balların fizikokimyasal analizleri

3.3.2.2. Bal Örneklerinde HMF Miktarı Analizi

IHC tarafından önerilen HPLC yöntemi ile bal örneklerinin HMF miktarı tespit edilmiştir (Flanjak et al.2016).

10 gr bal örneği, 25 mL distile su ile çözdürülmüş ve iyice karıştırılmıştır. Çözelti 50 mL balon jojeye aktarılarak, son hacmi distile su ile 50 mL'ye ayarlanmıştır. Homojen hale getirilen çözelti 0,45 µm'lik membran filtre ile süzölmüştür. Çözelti HPLC cihazına enjekte edilmiştir.

HMF standart çözeltileri 1 ppm, 2ppm, 5 ppm ve 10 ppm ölçülerinde hazırlanmış ve akış hızı 1,5 mL / dakika, kolon sıcaklığı 30°C, enjeksiyon hacmi 20 µL ve metanol /su oranı 90 mL / 10 mL olan, HPLC cihazına enjekte edilmiştir.

3.3.2.3. Bal Örneklerinin Nem Analizi

Bal örneklerinin, nem miktarının ölçümü refraktometre cihazı ile yapılmıştır. 1 gr bal, refraktometrenin nem ölçme haznesine sürölmüş, balın nem yüzdesi mercekli bölümdeki cetvelden okunmuştur (Chen 2019).

3.3.2.4. Bal Örneklerinin Prolin Miktarı Analizi

Bal örneklerinin prolin miktarı IHC tarafından önerilen metoda göre yapılmıştır (Ough 1960; Flanjak et al. 2016).

Standart prolin çözeltisi hazırlamak için, 40 mg kuru prolin dibir miktar distile su ile çözülmüş, çözelti balon jojeye aktarılarak distile su ile 50 mL'ye kadar tamamlanmıştır. Hazırlanan prolin çözeltisinden 0,5 mL, 1 mL, ve 2 mL alınıp balon jojede 25 mL'ye kadar seyreltilmiştir. Bu çözeltilerden,0,5 mL alınıp cam tüplere aktarılmış, üzerinel mL % 3'lük ninhidrin ve 1 mLformik asit eklenerek 15 dakika boyunca çalkalanmıştır. Bundan sonra çözeltiler 15 dakika kaynayan su banyosunda, daha sonra10 dakika 70 °C'lik su banyosunda

bekletilmiştir. Tüplere 5 mL %50'lik 2-propanol çözeltisi eklenmiş, çözeltilerin absorbens değerleri 510 nm'de spektrofotometrede okunmuştur.

5 gr bal örneği tartılıp, distile suda çözülmüş, bu çözelti balon jojeye aktarılarak distile su ile 100 mL'ye seyreltilmiştir. Bal çözeltisinden 0,5 mL alınarak, deney tüpüne aktarılmış, 0,5 mL distile su kör numune olarak deney tüpüne konulmuştur.

Bu çözeltilerin üzerine 1 mL %3'lük ninhidrin ve 1 Ml formik asit eklenerek 15 dakika boyunca çalkalanmıştır. Bundan sonra çözeltiler 15 dakika kaynayan su banyosunda, daha sonra 10 dakika 70 °C'lik su banyosunda bekletilmiştir. Tüplere 5 mL % 50'lik 2-propanol çözeltisi eklenmiş, çözeltilerin absorbens değerleri 510 nm'de spektrofotometrede okunmuştur.

3.3.2.5. Bal Örneklerinin Diastaz Analizi

Bal örneklerinde diastaz analizi, IHC (İnternational Honey Comission) önerdiği metot ile UV-Spektrofometre kullanılarak yapıldı (Anon 2009).

10 g bal örneği 0,001 g'a hassas terazide tartıldı, 15 ml distile su ve 5 ml sodyum asetat tampon çözeltisi (pH 5,3) içinde çözülüp 50 ml hacminde balon jojeye eklendi. İçine 3 ml sodyum klorür eklenerek 50 ml'ye distile suyla tamamlandı, bu çözeltiden 10 ml bir tüpe alındı. Bir başka tüpe de %1'lik nişasta çözeltisinden 10 ml konulup iki tüp 40°C sıcaklıkta su banyosunda 15 dakika boyunca bekletildi. Süre bitiminde %1'lik nişasta çözeltisinden 5 ml alınarak 10 ml bal çözeltisine eklenerek iyice karışması sağlandı ve 40 °C'lik su banyosunda 5 dakika bekletildi. Bu süre sonunda nişasta-bal çözeltisinden 0,5 ml alınıp çözelti tekrar su banyosuna alındı. 0,5 ml nişasta-bal çözeltisine hemen 5 ml seyreltilmiş şahit çözelti ve kalibrasyonda belirlenen su miktarı kadar distile su eklenerek 1 cm'lik kuartz küvete aktarılarak 660 nm dalga boyunda UV- spektrofotometrede 5. dakika için absorbens değeri belirlendi. Bu işlem su banyosunda bekletilen nişasta bal çözeltisi için 5 dakika aralıklarla 10, 15 ve 20'nci dakikalarda 3 tekrar yapıldı ve 4 ayrı absorbens değeri belirlendi. 10 ml bal çözeltisi ve nişasta çözeltisi yerine 5 ml distile su karıştırılarak kör noktanın değerlendirilmiştir. 0,5 ml karışım alınıp belirli olan su miktarı ve seyreltilen 5

ml şahit çözelti eklenerek 660 nm dalga boyutunda absorpsiyonu okundu. Spesifik absorbansa (0,235) ulaşılması için gereken zamanın (tx) tespit edilmesi için absorbans-süre eğrisi çizilerek ve formülde kör nokta yerine konulup hesaplanmıştır (Kahraman 2012).

3.4. Araştırmaya Katılacak Bireylerin Belirlenmesi

Bu çalışma, Fırat Üniversitesi Girişimsel Olmayan Etik Kurulu’nun 05/03/2020 tarih ve 383391 sayılı etik kurul izni alınarak yapılmıştır. Araştırmaya katılacak gönüllü bireylere çalışma hakkında detaylı bilgilendirilme verilmiş ve onay alınan bireylerle çalışılmıştır. Her gönüllü birey “Gönüllü Onam Formu”nu okuduktan sonra imzalayıp araştırmaya katılmıştır.

Bu çalışma, Ağustos 2020 – Ocak 2021 tarihleri arasında, 24-34 yaş arası 20 sağlıklı (10 erkek, 10 kadın) yetişkin birey üzerinde gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya katılan gönüllüler hekim tarafından endokrin ve metabolik açıdan değerlendirilmiştir. Endokrin ve metabolik hastalığı olanlar (diyabet, bozulmuş glikoz toleransı, BKİ ≥ 25 gibi), gebe ve emzikli kadınlar, sürekli ilaç kullananlar, sigara kullananlar, sporcular, 19 yaş altı ve 35 yaş üstü bireyler çalışma dışı bırakılmışlardır.

Bu araştırmada, 10 erkek 10 kadın 20 sağlıklı gönüllü birey ile çalışılmıştır. Tablo 3.1’ de çalışmaya katılan bireylerin cinsiyetleri ve sayısı verilmektedir.

Tablo 3.1. Çalışmaya katılan gönüllü bireylerin cinsiyete göre dağılımı

Cinsiyet	n	%
Erkek	10	50
Kadın	10	50

3.4.1. Biyokimyasal Bulgular

Araştırmaya katılan gönüllü bireylerden 12 saat açlıktan sonra sabah aç karına Yenişehir Aile Sağlığı Merkezi’nde bazı biyokimyasal tetkikler (HbA1c, açlık kan glikozu, tokluk kan glikozu, total kolesterol, HDL kolesterol, LDL kolesterol, ALT, AST, GGT, trigliserit, üre, kreatin, TSH, serbest T3, serbest T4) yapılmış ve tetkik sonuçları hekim tarafından değerlendirildikten sonra, araştırmada yer alacak kişiler belirlenmiştir.

3.4.2. Antropometrik Ölçümler

Araştırmaya katılan gönüllülerin çalışma öncesi vücut ağırlığı (kg), boy uzunluğu (cm), beden kütle indeksi (BKİ) (kg/m^2), kalça çevresi (cm), bel çevresi (cm), bel / kalça (BKO) oranı, vücut analizleri (vücut yağ, kas yüzdesi, BMH (Bazal Metabolizma Hızı) gibi bazı antropometrik ölçümler yapılarak, çalışmaya katılacak gönüllüler arasından araştırmaya uygun bireyler belirlenmiştir.

Boy uzunluğu: Gönüllülerin boy uzunluğu, baş Frankfurt düzlemde ve ayaklar yan yana iken ölçülmüştür (Çil vd. 2020).

Vücut ağırlığı: Bireylerin ağırlık ölçümleri TANİTA BC 418 model terazi ile yapılmıştır. Ağırlık ölçümü aç karına, hafif giysiler ile yapılmıştır (Çil vd. 2020).

Beden kütle indeksi: Bireylerin beden kütle indeksi, vücut ağırlığının (kg), boy uzunluğunun metre karesine (m^2) bölünmesiyle hesaplanmıştır ($\text{BKİ}=\text{kg/m}^2$) (Yeşil vd. 2019).

Bel çevresi: Bel çevresi ölçümü yapılırken, gönüllü ayakta ve karını gevşek durumda kollar iki yanda kaldırılmış ve ayaklar yan yana iken kristaliak ve en alt kaburga kemiği arası, bir mezür (0,1 cm duyarlı) ile baskı uygulamadan ölçülmüştür (Pekcan 1995).

Tablo 3.2. Bel çevresi risk değerleri

	Risk	Yüksek risk
Erkek	≥ 94 cm	≥ 102 cm
Kadın	≥ 80 cm	≥ 88 cm

Kalça çevresi: Kalça çevresi ölçümünde, gönüllü ayakta kollar iki yanda kaldırılmış ve ayaklar yan yana iken dik pozisyonda, kalçanın en geniş çevresi ölçülmüştür (Pekcan 1995).

Bel/Kalça oranı: Gönüllü bireylerin ölçülen bel ve kalça değerleri ile Bel/Kalça (BKO) oranı hesaplanarak, gönüllü bireyler arasından araştırmada yer alabilecek kişiler belirlenmiştir. (Pekcan 1995).

Tablo 3.3. Bel kalça oranı değerlendirme düzeyleri

	Erkek	Kadın
Normal	< 1	$< 0,85$
Obezite tanısı	≥ 1	$\geq 0,85$

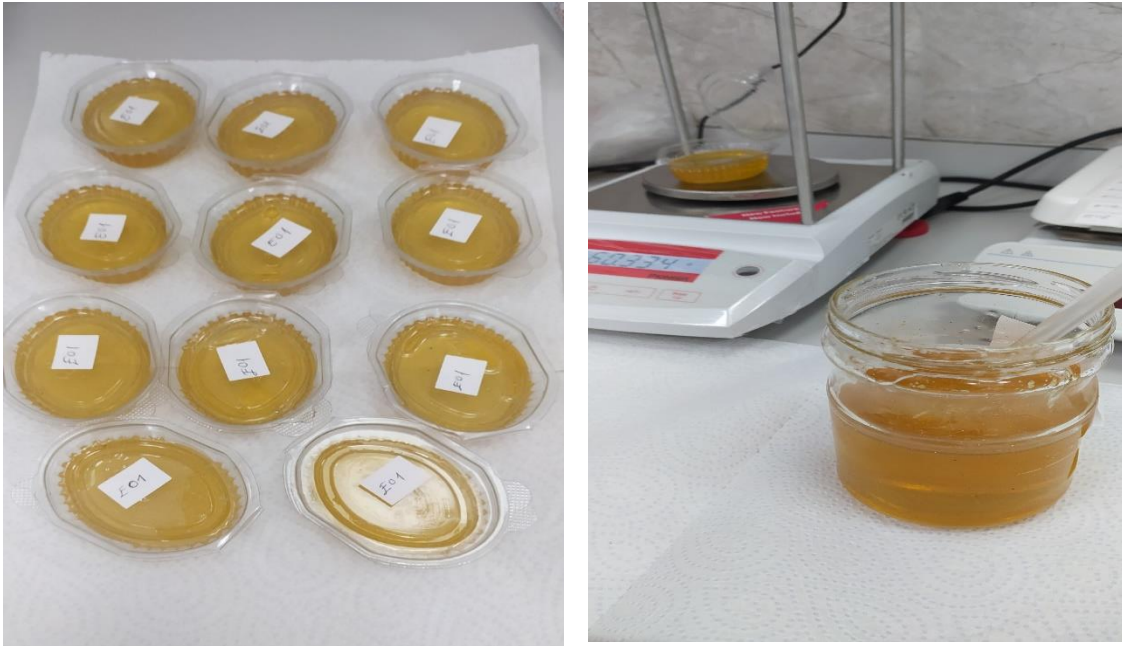
Vücut bileşimi: Tanita BC 418 model vücut analizi aleti kullanılarak, gönüllülerin ölçümleri yapılmıştır. Vücut analiz cihazı ile gönüllülerin ağırlığı, BKİ, BMH, bel, kalça, Bel/Kalça, yağ miktarı, yağ yüzdesi ölçülmüştür

3.5. Bal ve Glikozun Glisemik İndeks Değerlerinin Hesaplanması

3.5.1. Glikoz ve Balların Miktarlarının Belirlenmesi

Çalışmada referans besin olarak 50 gr glikoz kullanılmıştır. Gönüllülere verilecek 50 gr sindirilebilir bal miktarları ise şu formüle göre hesaplanmıştır.

$$50 \text{ g sindirilebilir CHO içeren besin miktarı} = (50 \times 100) / (\text{Sindirilebilir CHO \% 'si})$$



Şekil 3.2. Gönüllülerin tüketmesi gereken miktarlardaki balların kaplarda hazırlanması

3.5.2. Kan Şekeri Ölçümlerinin Yapılması

Çalışmaya katılan gönüllülerin kan şeker ölçümleri, steril koşullarda Bingöl Üniversitesi Arı ve Doğal Ürünler Ar-Ge Ür-Ge Merkezi'nde gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya katılan gönüllülerin, kan şeker ölçümleri 12 saat açlıktan sonra gerçekleştirilmiştir. Gönüllülerden, ölçüm yapılmadan önceki birkaç gün boyunca alkol kullanmaması, ağır fiziksel aktivitelerden kaçınması, karbonhidrat içeren besinleri diyetlerinde kısmaması ve kafeinden zengin içecekleri tüketmemesi talep edilmiştir. Çalışma sırasında, gönüllülere

herhangi bir mağduriyet yaşatmamak için her türlü hijyen kurallarına riayet edilmiştir. Referans besin ve balların Gİ hesaplanması için kan şekeri ölçümleri birer hafta arayla yapılmıştır. Gönüllülerin önce açlık kan şekerleri ölçülmüş, hemen sonrasında 50 gr karbonhidrat içeren referans besin veya bal örneklerinin 5 dakika içerisinde tüketilmesi sağlanmıştır. Ölçüm esnasında bireylerin oturur pozisyonda stabil olmaları istenmiş ve 15, 30, 45, 60, 90, 120' nci dakikalarda kapiller kan şekeri ölçümleri yapılmıştır.



Şekil 3.6. Kan şekeri ölçümü

Bal örnekleri, ölçüm yapılmadan önce gönüllünün tüketeceği miktarda, 0,0001 grama duyarlı WSA-224 marka analitik terazide tartılmış, tek kullanımlık kapalı plastik kaplara aktarılmıştır. Gönüllünün tüketeceği miktardaki bal numunesinin hepsini tüketmesi sağlanmıştır. Kan şekeri ölçümlerinde, Clever Check marka TD-4231 kan şekeri ölçüm cihazı, strip, parmak delme kalemi, lanset kullanılmıştır.



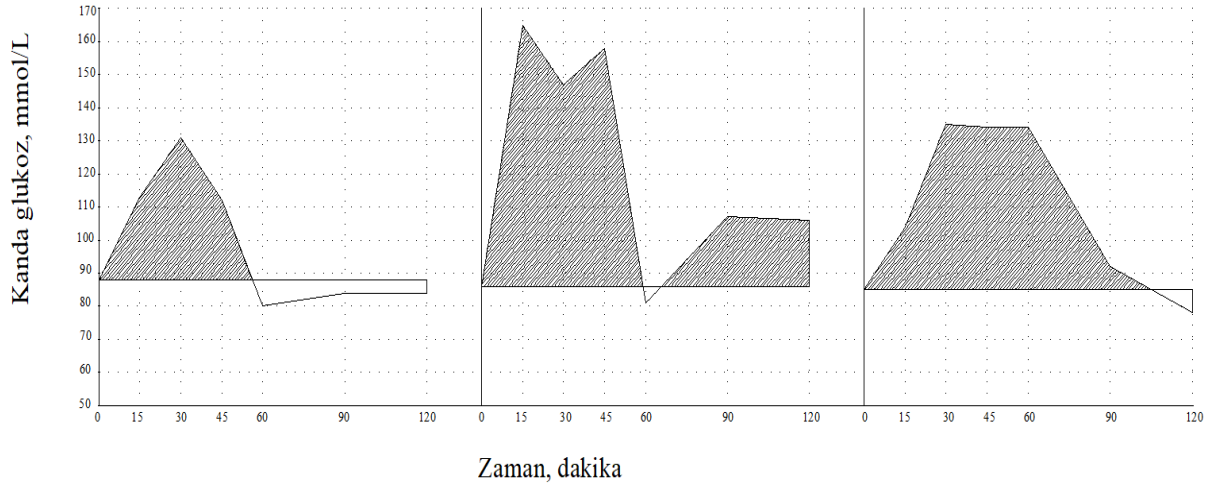
Şekil 3.7. Clever Check TD-4231 kan şekeri ölçüm cihazı, Clever Check strip, parmak delme kalemi ve lanset

3.5.3. Bal Örneklerinin Glisemik İndeks Değerlerinin Hesaplanması

Bu çalışmada, balların glisemik indeks değerlerinin belirlenmesinde FAO/WHO uzman komitesinin önermiş olduğu, başlangıç noktasında elde edilen alanın dahil edilmediği, kan şekeri ölçümleri sonuçları ile elde edilen grafik eğrisi altında kalan alanın hesaplandığı yöntem kullanılmıştır (FAO/WHO 1998). Glisemik artış referans besin ile test besininin tüketiminden sonra kan şekeri değerinin en yüksek kan şekeri seviyesine ulaşması şeklinde ifade edilmektedir (Floch et al.1990).

Bu çalışmada, örneklerin Gİ değerlerinin hesaplanması için, gönüllü bireylerin glikoz ve bal örneklerinin 50 gram karbonhidrat içeren miktarlarını tüketmesi sağanmıştır. Tüketilen örneklerin gönüllü bireylerin kan şekerinde 2 saat içerisinde yapmış olduğu değişim 0, 15, 30, 45, 60, 90, 120' nci dakikalarda kapiller kan şekeri ölçümü yapılarak tespit edilmiştir.. Her bir gönüllünün 120 dakika içerisindeki kan şekeri seviyesindeki değişim için ayrı ayrı kan şekeri eğrisi çizilmiştir.

0, 15, 30, 45, 60, 90, 120' nci dakikalarda ölçülen kan şekeri değerlerinin değişimlerini gösteren eğriler, AutoCAD programı kullanılarak çizilmiştir. Bu veriler ile Gİ eğrisi elde edilmiştir. Açlık kan glikoz değerinin altında kalan alanlar ihmal edilmiş, açlık kan glikoz değerinin üzerinde kalan taralı alan program yardımıyla (Area komutu) hesaplanmıştır.



Şekil 3.7. Zamana karşı kan glikoz değerlerinin verdiği glisemi eğrisinin altında kalan alan

3 gönüllü birey için Yedisu bölgesine ait bal örneği yedirildikten sonraki kan şekeri değişimlerinden elde edilen örnek Gİ eğrisi Şekil 3.7’de verilmiştir.

Bal örneklerinin Gİ değerleri, gönüllü bireylere 50 gr glikoz yedirilerek 2 saat içerisindeki kan şeker değişimlerinin ölçülmesi ve elde edilen verilerle çizilen Gİ eğrisinin altındaki alanın, bal örneklerinin tüketiminden sonraki şeker ölçümlerinden elde edilen verilerden çizilen eğri altındaki alana oranı ile hesaplanmıştır (FAO 1998). Gİ hesaplaması aşağıdaki formüle göre hesaplanmaktadır.

$Gİ = \left(\frac{\text{Test besini verildikten sonra kan şekeri düzeyi}}{\text{Referans besin verildikten sonra kan glikoz düzeyi}} \right) \times 100.$

3.6. İstatiksel Analizler

İstatiksel analizler hazırlanmasında IBM SPSS STATİSTİC 25 programı kullanılarak yapılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Bulgular

4.1.1. Balların Mikroskopik Analizleri

Bingöl ilinin Merkez dahil 7 ilçesinden toplanan 8 bal örneğinin mikroskopik analizleri sonucunda içerdiği polenlere ait bitki taksonları tespit edilmiş, her bir bitki taksonuna ait polenlerin bulunma yüzdeleri ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bal örneklerinde yer alan polen taksonları bulunma sıklıklarına göre Dominant ($\geq \%45$), Sekonder (%16 – 44), Minör (%3-15) ve Eser ($\leq \%3$) olarak değerlendirilip tablolastırılmıştır (Corvucci et al. 2015.) Her bir bal örneği için, polen taksonları ve bulunma yüzdeleri tablolar halinde verilmiştir. (Tablo 4.1 - Tablo 4.8).

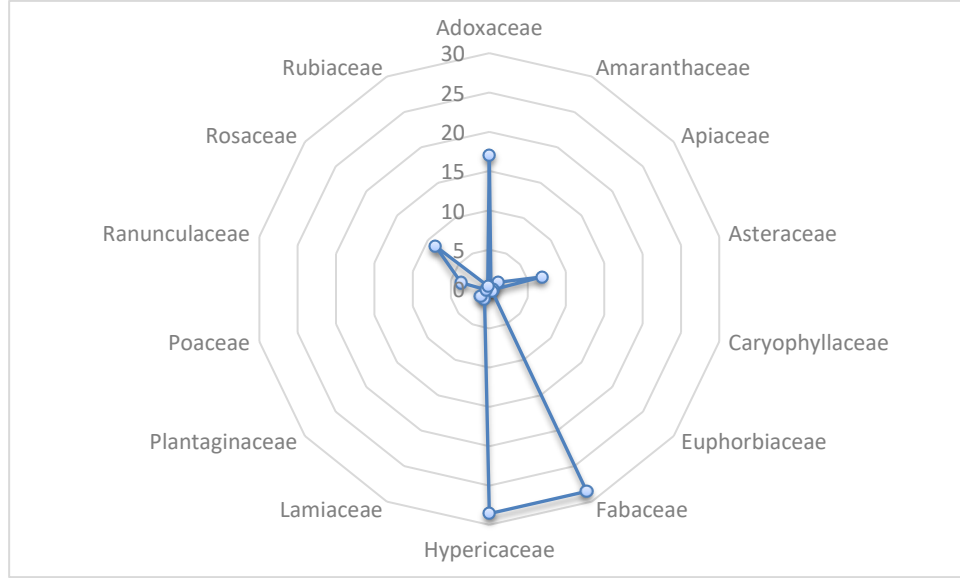
Bu çalışmada, mikroskopik analiz sonucunda, Bingöl ilinden elde edilen Adoxaceae, Alliaceae, Amaranthaceae, Apiaceae, Asteraceae, Boraginaceae, Brassicaceae, Campanulaceae, Caprifoliaceae, Caryophyllaceae, Chenopodiaceae, Cistaceae, Convolvulaceae, Eleagnaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Hypericaceae, Lamiaceae, Moraceae, Papaveraceae, Plantaginaceae, Poaceae, Polygonaceae, Ranunculaceae, Rhamnaceae, Rutaceae, Rosaceae, Rubiaceae, Salicaceae, Scrophulariaceae ve Xanthorrhoeaceae olmak üzere toplamda 31 familyaya ait polen saptanmıştır.

Yedisu İlçesi'nden toplanan bal örneğinde 15 familyaya ait 28 bitki taksonunun polenleri teşhis edilmiştir. *Sambucus* sp., *Hypericum* sp. sekonder, *Centaurea* sp., *Lotus* sp., *Onobrychis* sp., *Trifolium* sp., *Ranunculus* sp. ve *Creteagus* sp.'ye ait polenler minor, diğer taksonların polenleri ise eser miktarda bulunmuştur.

Yedisu İlçe'sinden toplanan örneğinin botanik kaynakları, polenlerin % bulunma sıklıkları ve sınıflandırılması Tablo 4.1'de Şekil 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Yedisu bal örneğinin polen analiz sonucu

Yedisu				
Bitki familyası	Bitki taksonu	Polen sayısı	Polen yüzdesi	Polen durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> sp.	37	17,05	Sekonder
Amaranthaceae	T	1	0,46	Eser
Apiaceae	T	3	1,38	Eser
	<i>Centaurea</i> sp.	10	4,61	Minör
Asteraceae	<i>Senecio</i> type	3	1,38	Eser
	<i>Taraxacum</i> type	2	0,92	Eser
Caryophyllaceae	T	1	0,46	Eser
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i> sp.	1	0,46	Eser
	<i>Astragalus</i> sp.	19	8,76	Minör
	<i>Hedysarum</i> sp.	4	1,84	Eser
Fabaceae	<i>Melilotus</i> sp.	6	2,76	Eser
	<i>Lotus</i> sp.	11	5,07	Minör
	<i>Onobrychis</i> sp.	7	3,23	Minör
	<i>Trifolium</i> sp.	14	6,45	Minör
	<i>Verbascum</i> sp.	1	0,46	Eser
Hypericaceae	<i>Hypericum</i> sp.	62	28,57	Sekonder
Lamiaceae	<i>Salvia</i> sp.	1	0,46	Eser
	<i>Thymus</i> sp.	1	0,46	Eser
	<i>Phlomis</i>	1	0,46	Eser
Plantaginaceae	<i>Plantago</i> sp.	3	1,38	Eser
Poaceae	T	1	0,46	Eser
Ranunculaceae	<i>Ranunculus</i> sp.	8	3,69	Minör
	T	2	0,46	Eser
	<i>Crataegus</i> sp.	10	4,61	Minör
Rosaceae	<i>Fragaria</i> sp.	1	0,46	Eser
	<i>Pyrus</i> sp.	6	2,76	Eser
	<i>Sanguisorba</i> sp.	1	0,46	Eser
Rubiaceae	<i>Galium</i> sp.	1	0,46	Eser
Scrophulariaceae	<i>Verbascum</i> sp.	1	0,46	Eser
TOPLAM		217	100	



Şekil 4.1. Yedisu ilçesine ait bal örneğinin polen analizi sonucu saptanan familyaların bulunma yüzdeleri

Genç İlçesi'nden toplanan bal örneğinde 17 familyaya ait 31 bitki taksonunun polenleri teşhis edilmiştir. *Sambucus* sp., *Trifolium* sp. sekonder, Apiaceae, *Astragalus* sp.'ye ait polenler minor, diğer taksonların polenleri ise eser miktarda bulunmuştur.

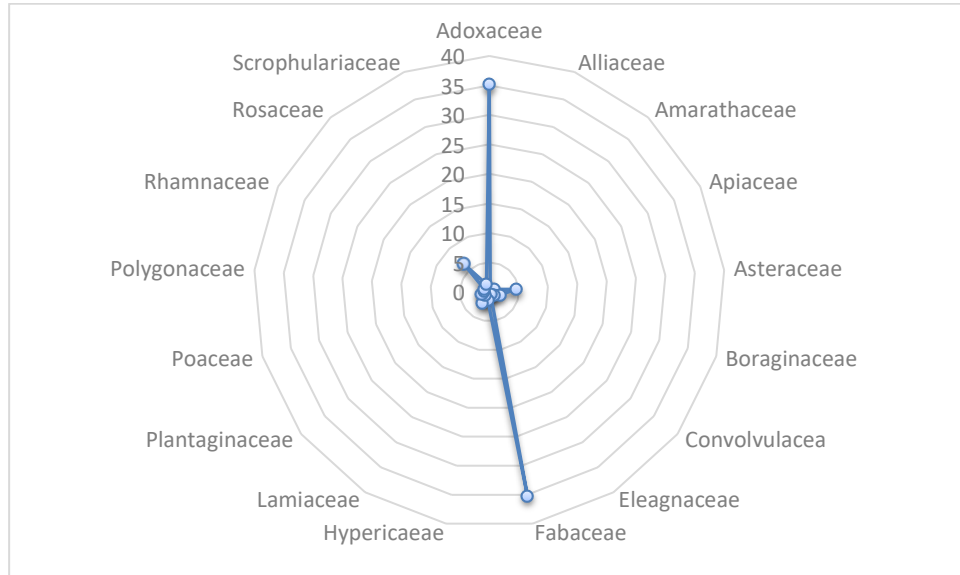
Genç İlçe'sinden toplanan örneğinin botanik kaynakları, polenlerin % bulunma sıklıkları ve sınıflandırılması Tablo 4.2'de Şekil 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2. Genç bal örneğinin polen analiz sonucu

Genç				
Bitki familyası	Bitki taksonu	Polen sayısı	Polen yüzdesi	Polen durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> sp.	76	35,19	Sekonder
Alliaceae	<i>Allium</i> sp.	1	0,46	Eser
Amarathaceae	T	1	0,46	Eser
Apiaceae	T	7	3,24	Minör
	<i>Pimpinella</i> sp.	4	1,85	Eser
Asteraceae	<i>Xeranthemum</i> sp.	4	1,85	Eser
	<i>Taraxacum</i> type	4	1,85	Eser
	<i>Centaurea</i> sp.	2	0,93	Eser
Boraginaceae	<i>Myosotis</i> sp.	1	0,46	Eser
	<i>Onosma</i> sp.	3	1,39	Eser
Convolvulaceae	<i>Convolvulus</i> sp.	2	0,93	Eser
Eleagnaceae	<i>Eleagnus</i> sp.	1	0,46	Eser

Tablo 4.2. (Devam): Genç bal örneğinin polen analiz sonucu

Genç				
Bitki familyası	Bitki taksonu	Polen sayısı	Polen yüzdesi	Polen durumu
Fabaceae	<i>Astragalus</i> sp.	14	6,48	Minör
	<i>Hedysarum</i> sp.	2	0,93	Eser
	<i>Melilotus</i> sp.	4	1,85	Eser
	<i>Onobrychis</i> sp.	5	2,31	Eser
	<i>Trifolium nigrescens</i>	1	0,46	Eser
	<i>Trifolium</i> sp.	45	20,83	Sekonder
	<i>Trifolium pratense</i>	5	2,31	Eser
Hypericaceae	<i>Hypericum</i> sp.	3	1,39	Eser
Lamiaceae	T	4	1,85	Eser
	<i>Thymus</i> sp.	1	0,46	Eser
Plantaginaceae	<i>Plantago</i> sp.	2	0,93	Eser
Polygonaceae	<i>Rehum</i> sp.	2	0,93	Eser
Poaceae	T	3	1,38	Eser
Rhamnaceae	<i>Paliurus</i> sp.	2	0,93	Eser
Rosaceae	T	1	0,46	Eser
	<i>Fragaria</i> sp.	5	2,31	Eser
	<i>Rosa</i> sp.	2	0,93	Eser
	<i>Sanguisorba</i> sp.	6	2,78	Eser
Scrophulariaceae	<i>Verbascum</i> sp.	3	1,39	Eser
TOPLAM		216	100	



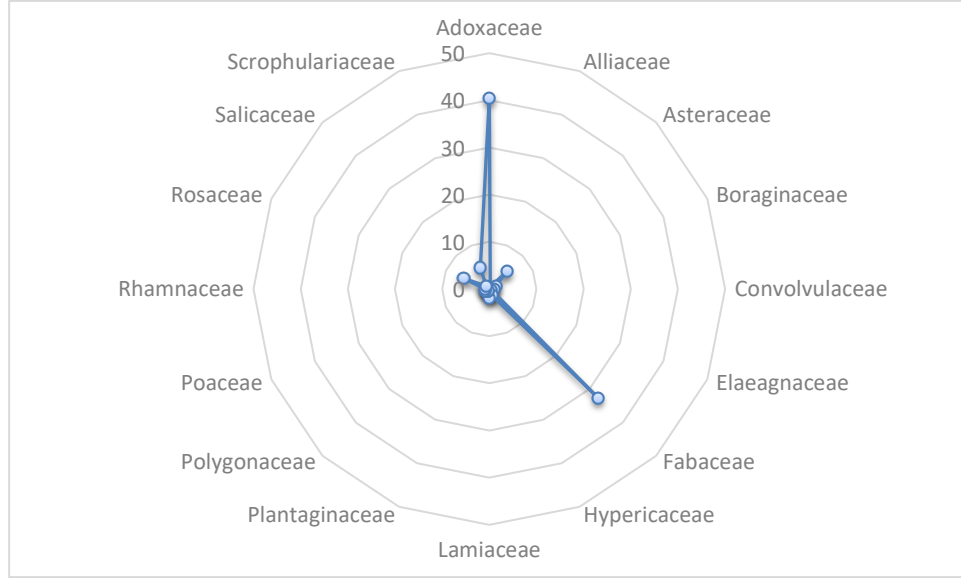
Şekil 4.2. Genç ilçesine ait bal örneğinin polen analizi sonucu saptanan familyaların bulunma yüzdeleri

Yayladere İlçesi'nden toplanan bal örneğinde 16 familyaya ait 26 bitki taksonunun polenleri teşhis edilmiştir. *Sambucus* sp. sekonder, *Astragalus* sp., *Melilotus* sp., *Onobrychis* sp., *Trifolium* sp., *Verbascum* sp.'ye ait polenler minor, diğer taksonların polenleri ise eser miktarda bulunmuştur.

Yayladere İlçe'sinden toplanan örneğin botanik kaynakları, polenlerin % bulunma sıklıkları ve sınıflandırılması Tablo 4.3'de Şekil 4.3'de verilmiştir.

Tablo 4.3. Yayladere bal örneğinin polen analiz sonucu

Yayladere				
Bitki familyası	Bitki taksonu	Polen sayısı	Polen yüzdesi	Polen durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> sp.	83	40,49	Sekonder
Alliaceae	<i>Allium</i> sp.	1	0,49	Eser
	<i>Cichorum</i> sp.	5	2,44	Eser
Asteraceae	<i>Taraxacum</i> sp.	3	1,46	Eser
	<i>Xeranthemum</i> sp.	3	1,46	Eser
Boraginaceae	<i>Echium</i> sp.	3	1,46	Eser
Convolvulaceae	<i>Convolvulus</i> sp.	2	0,98	Eser
Elaeagnaceae	<i>Elaeagnus</i> sp.	1	0,49	Eser
	<i>Astragalus</i> sp.	20	9,76	Minör
	<i>Hedysarum</i> sp.	2	0,98	Eser
Fabaceae	<i>Melilotus</i> sp.	9	4,39	Minör
	<i>Onobrychis</i> sp.	7	3,41	Minör
	<i>Trifolium</i> sp.	27	13,17	Minör
	<i>Trifolium pratense</i>	2	0,98	Eser
Hypericaceae	<i>Hypericum</i> sp.	3	1,46	Eser
Lamiaceae	T	4	1,95	Eser
Plantaginaceae	<i>Plantago</i> sp.	1	0,49	Eser
Polygonaceae	<i>Rumex</i> sp.	1	0,49	Eser
Poaceae	T	2	0,98	Eser
Rhamnaceae	T	2	0,98	Eser
	T	2	0,98	Eser
	<i>Potentilla</i> sp.	3	1,46	Eser
Rosaceae	<i>Sanguisorba minor</i>	6	2,93	Eser
	<i>Sanguisorba officinalis</i>	1	0,49	Eser
Salicaceae	<i>Salix</i> sp.	2	0,98	Eser
Scrophulariaceae	<i>Verbascum</i> sp.	10	4,88	Minör
TOPLAM		205	100	



Şekil 4.3. Yayladere ilçesine ait bal örneğinin polen analizi sonucu saptanan familyaların bulunma yüzdeleri

Karlıova İlçesi'nden toplanan bal örneğinde 11 familyaya ait 23 bitki taksonunun polenleri teşhis edilmiştir. *Verbascum* sp. dominant, *Astragalus* sp., *Hypericum* sp.' ye ait polenler minor, diğer taksonların polenleri ise eser miktarda bulunmuştur.

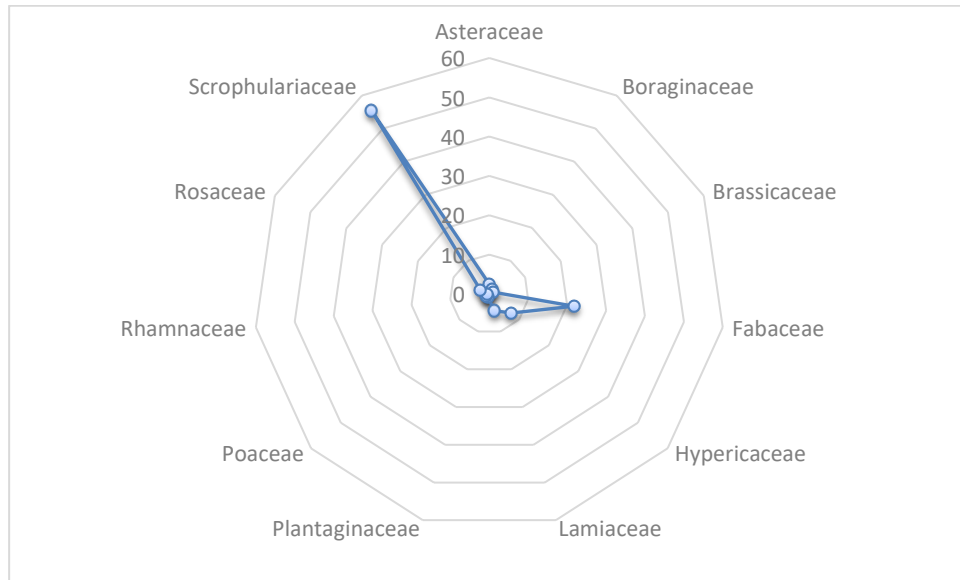
Karlıova İlçe'sinden toplanan örneğinin botanik kaynakları, polenlerin % bulunma sıklıkları ve sınıflandırılması Tablo 4.4'de Şekil 4.4'de verilmiştir.

Tablo 4.4. Karlıova bal örneğinin polen analizi

Karlıova				
Bitki familyası	Bitki taksonu	Polen sayısı	Polen yüzdesi	Polen durumu
Asteraceae	<i>Senecio</i> type	2	0,99	Eser
	<i>Taraxacum</i> type	2	0,99	Eser
	<i>Xeranthemum</i> sp.	1	0,50	Eser
Boraginaceae	T	3	1,49	Eser
Brassicaceae	T	2	0,99	Eser
	<i>Astragalus</i> sp.	30	14,85	Minör
Fabaceae	<i>Genista</i> sp.	2	0,99	Eser
	<i>Hedysarum</i> sp.	2	0,99	Eser
	<i>Lathyrus</i> sp.	1	0,50	Eser
	<i>Trifolium</i> sp.	3	1,49	Eser
	<i>Trifolium pratense</i>	6	2,97	Eser
	<i>Vicia</i> sp.	2	0,99	Eser

Tablo 4.4. (Devam): Karlıova bal örneğinin polen analizi

Karlıova				
Bitki familyası	Bitki taksonu	Polen sayısı	Polen yüzdesi	Polen durumu
Hypericaceae	<i>Hypericum</i> sp.	15	7,43	Minör
Lamiaceae	T	3	1,49	Eser
	<i>Origanum</i> sp.	1	0,50	Eser
	<i>Salvia</i> sp.	1	0,50	Eser
	<i>Lamium</i> sp.	3	1,49	Eser
	<i>Thymus</i> sp.	1	0,50	Eser
Plantaginaceae	<i>Plantago</i> sp.	2	0,99	Eser
Poaceae	<i>Poa</i> sp.	2	0,99	Eser
Rhamnaceae	T	1	0,50	Eser
Rosaceae	<i>Sanguisorba</i> sp.	5	2,48	Eser
Scrophulariaceae	<i>Verbascum</i> sp.	112	55,45	Dominant
TOPLAM		202	100	



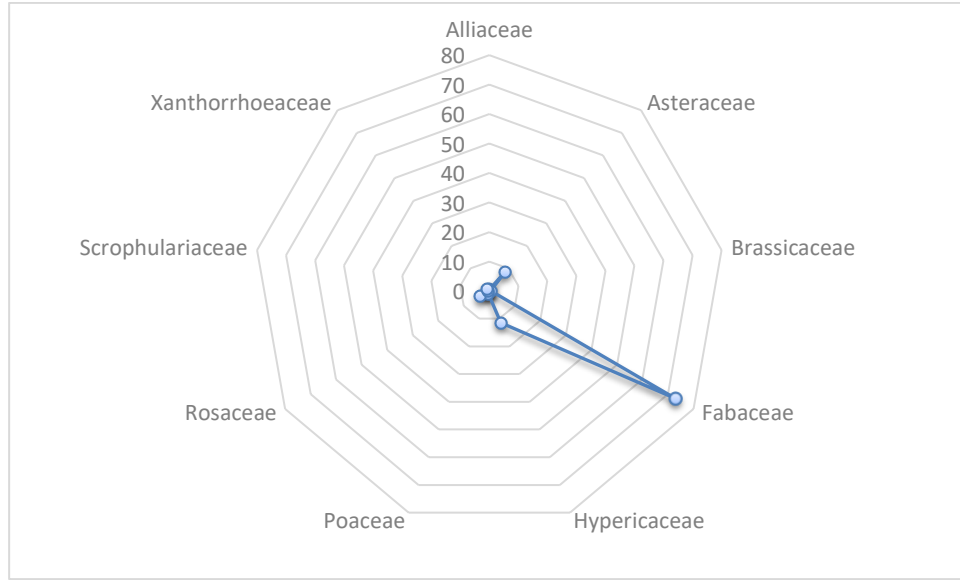
Şekil 4.4. Karlıova ilçesine ait bal örneğinin polen analizi sonucu saptanan familyaların bulunma yüzdeleri

Solhan İlçesi'nden toplanan bal örneğinde 9 familyaya ait 21 bitki taksonunun polenleri teşhis edilmiştir. *Astragalus* sp. ve *Trifolium* sp. sekonder, *Senecio type*, Fabaceae (T), *Lotus* sp., *Hypericum* sp.'ye ait polenler minor, diğer taksonların polenleri ise eser miktarda bulunmuştur.

Solhan İlçe'sinden toplanan örneğinin örneklerin botanik kaynakları, polenlerin % bulunma sıklıkları ve sınıflandırılması Tablo 4.5'de Şekil 4.5'de verilmiştir.

Tablo 4.5. Solhan bal örneğinin polen analizi

Solhan				
Bitki familyası	Bitki taksonu	Polen sayısı	Polen yüzdesi	Polen durumu
Alliaceae	<i>Allium</i> sp.	1	0,5	Eser
Asteraceae	<i>Centaurea</i> sp.	1	0,5	Eser
	<i>Senecio type</i>	8	4	Minör
	<i>Taraxacum</i> sp.	3	1,5	Eser
	<i>Cichorium</i> sp.	3	1,5	Eser
	<i>Xeranthemum</i> sp.	2	1	Eser
Brassicaceae	T	1	0,5	Eser
Fabaceae	T	7	3,5	Minör
	<i>Astragalus</i> sp.	37	18,5	Sekonder
	<i>Astragalus suberosus</i>	1	0,5	Eser
	<i>Genista</i> sp.	1	0,5	Eser
	<i>Lotus</i> sp.	11	5,5	Minör
	<i>Melilotus</i> sp.	2	1	Eser
	<i>Trifolium</i> sp.	87	43,5	Sekonder
Hypericaceae	<i>Hypericum</i> sp.	23	11,5	Minör
Poaceae	T	2	1	Eser
Rosaceae	T	2	1	Eser
	<i>Crataegus</i> sp.	2	1	Eser
	<i>Sanguisorba</i> sp.	3	1,5	Eser
Scrophulariaceae	T	1	0,5	Eser
Xanthorrhoeaceae	<i>Eremurus</i> sp.	2	1	Eser
TOPLAM		200	100	



Şekil 4.5. Solhan ilçesine ait bal örneğinin polen analizi sonucu saptanan familyaların bulunma yüzdeleri

Adaklı İlçesi'nden toplanan bal örneğinde 12 familyaya ait 21 bitki taksonunun polenleri teşhis edilmiştir. *Astragalus* sp. ve *Verbascum* sp. sekonder, *Senecio type*, *Lotus* sp., *Hypericum* sp.'ye ait polenler minor, diğer taksonların polenleri ise eser miktarda bulunmuştur.

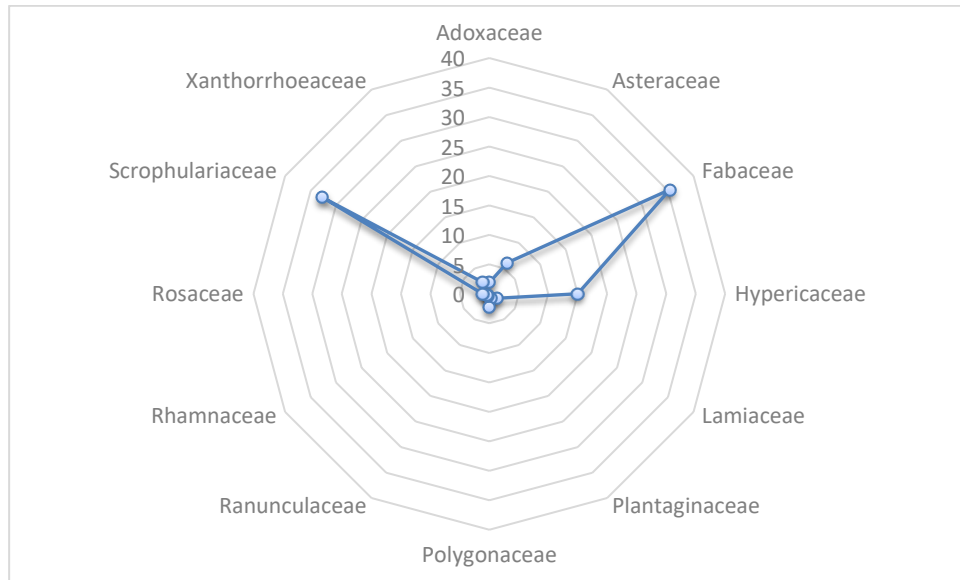
Adaklı İlçe'sinden toplanan örneğinin botanik kaynakları, polenlerin % bulunma sıklıkları ve sınıflandırılması Tablo 4.6'de Şekil 4.6'de verilmiştir.

Tablo 4.6. Adaklı bal örneğinin polen analizi

Adaklı				
Bitki familyası	Bitki taksonu	Polen sayısı	Polen yüzdesi	Polen durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> sp.	5	1,92	Eser
Asteraceae	<i>Centaurea</i> sp.	5	1,92	Eser
	<i>Senecio type</i>	8	3,07	Minör
	<i>Taraxacum type</i>	2	0,76	Eser
	<i>Xeranthemum</i> sp.	1	0,38	Eser
	T	3	1,15	Eser
Fabaceae	<i>Astragalus</i> sp.	64	24,61	Sekonder
	<i>Lotus</i> sp.	14	5,38	Minör
	<i>Melilotus</i> sp.	4	1,53	Eser
	<i>Trifolium</i> sp.	7	2,69	Eser

Tablo 4.6. (Devam): Adaklı bal örneğinin polen analizi

Adaklı				
Bitki familyası	Bitki taksonu	Polen sayısı	Polen yüzdesi	Polen durumu
Hypericaceae	<i>Hypericum</i> sp.	39	15	Minör
Lamiaceae	T	1	0,38	Eser
	<i>Thymus</i> sp.	3	1,15	Eser
Plantaginaceae	<i>Plantago</i> sp.	2	0,76	Eser
Polygonaceae	<i>Rumex</i> sp.	6	2,3	Eser
Ranunculaceae	<i>Ranunculus</i> sp.	1	0,38	Eser
Rhamnaceae	T	1	0,38	Eser
Rosaceae	T	2	0,76	Eser
	<i>Sanguisorba</i> sp.	1	0,38	Eser
Scrophulariaceae	<i>Verbascum</i> sp.	85	32,69	Sekonder
Xanthorrhoeaceae	<i>Eremerus</i> sp.	6	2,3	Eser
TOPLAM		260	100	



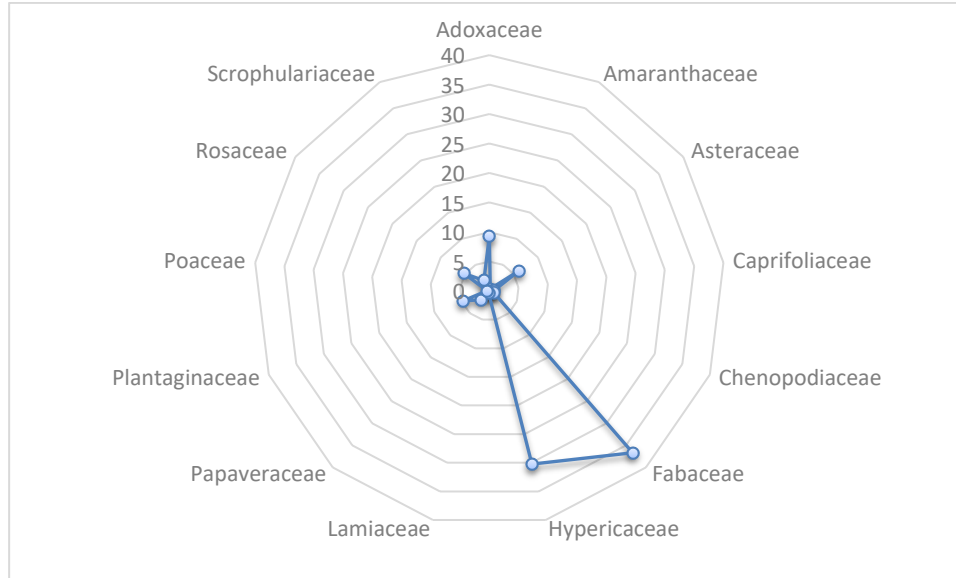
Şekil 4.6. Adaklı ilçesine ait bal örneğinin polen analizi sonucu saptanan familyaların bulunma yüzdeleri

Bingöl merkez' den toplanan bal örneğinde 13 familyaya ait 22 bitki taksonunun polenleri teşhis edilmiştir. *Hypericum* sp. sekonder, *Sambucus* sp., *Centaurea* sp., *Astragalus* sp., *Trifolium* sp., *Plantago* sp. ve Rosaceae (T) 'ye ait polenler minor, diğer taksonların polenleri ise eser miktarda bulunmuştur.

Bingöl merkez’den toplanan örneğinin botanik kaynakları, polenlerin % bulunma sıklıkları ve sınıflandırılması Tablo 4.7’de Şekil 4.7’de verilmiştir.

Tablo 4.7. Bingöl merkez bal örneğinin polen analizi

Merkez				
Bitki familyası	Bitki taksonu	Polen sayısı	Polen yüzdesi	Polen durumu
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> sp.	23	9,27	Minör
Amaranthaceae	T	1	0,40	Eser
Asteraceae	<i>Centaurea</i> sp.	13	5,24	Minör
	<i>Taraxacum</i> type	2	0,80	Eser
Caprifoliaceae	<i>Scabiosa</i> sp.	2	0,80	Eser
Chenopodiaceae	T	2	0,80	Eser
Fabaceae	T	5	2,01	Eser
	<i>Astragalus</i> sp.	20	8,06	Minör
	<i>Genista</i> sp.	1	0,40	Eser
	<i>Lotus</i> sp.	34	13,70	Minör
	<i>Melilotus</i> sp.	2	0,80	Eser
	<i>Onobrychis</i> sp.	4	1,61	Eser
	<i>Trifolium</i> sp.	25	10,08	Minör
Hypericaceae	<i>Hypericum</i> sp.	75	30,24	Sekonder
Lamiaceae	T	1	0,40	Eser
Papaveraceae	<i>Papaver</i> sp.	5	2,01	Eser
Plantaginaceae	<i>Plantago</i> sp.	12	4,83	Minör
Poaceae	T	1	0,40	Eser
Rosaceae	T	8	3,22	Minör
	<i>Crataegus</i> sp.	3	1,20	Eser
	<i>Sanguisorba</i> sp.	2	0,80	Eser
Scrophulariaceae	<i>Verbascum</i> sp.	5	2,01	Eser
TOPLAM		246	100	



Şekil 4.7. Bingöl Merkez’e ait bal örneğinin polen analizi sonucu saptanan familyaların bulunma yüzdeler

Kiğı İlçesi’nden toplanan bal örneğinde 17 familyaya ait 32 bitki taksonunun polenleri teşhis edilmiştir. Astragalus sp. ve Trifolium sp. sekonder, Onobrychis sp., Hypericum sp., Verbascum sp. ve Salix sp.’ye ait polenler minor, diğer taksonların polenleri ise eser miktarda bulunmuştur.

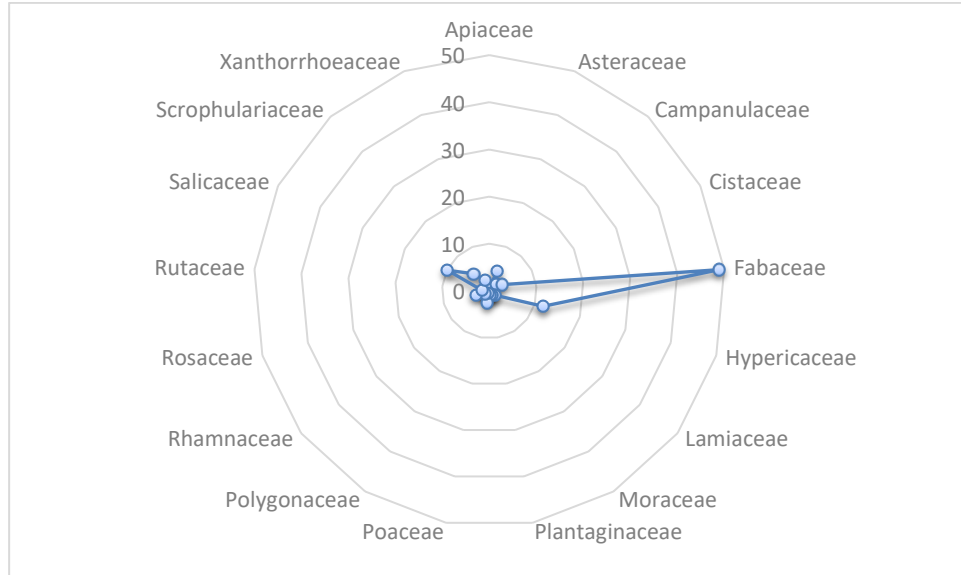
Kiğı İlçe’sinden toplanan örneğinin botanik kaynakları, polenlerin % bulunma sıklıkları ve sınıflandırılması Tablo 4.8’de Şekil 4.8’de verilmiştir.

Tablo 4.8. Kiğı bal örneğinin polen analizi

Kiğı				
Bitki familyası	Bitki taksonu	Polen sayısı	Polen yüzdesi %	Polen durumu
Apiaceae	T	1	0,50	Eser
Asteraceae	T	2	0,99	Eser
	<i>Centaurea</i> sp.	1	0,50	Eser
	<i>Taraxacum</i> type	4	1,98	Eser
	<i>Xeranthemum</i> sp.	2	0,99	Eser
Campanulaceae	<i>Campanula</i> sp.	4	1,98	Eser
Cistaceae	<i>Cistus</i> sp.	6	2,97	Eser
Fabaceae	T	5	2,48	Eser
	<i>Astragalus</i> sp.	33	16,34	Sekonder
	<i>Genista</i> sp.	3	1,49	Eser
	<i>Hedysarum</i> sp.	1	0,50	Eser
	<i>Lotus</i> sp.	5	2,48	Eser
	<i>Melilotus</i> sp.	1	0,50	Eser

Tablo 4.8. (Devam): Kiğı bal örneğinin polen analizi

Kiğı				
Bitki familyası	Bitki taksonu	Polen sayısı	Polen yüzdesi %	Polen durumu
	<i>Onobrychis</i> sp.	9	4,46	Minör
	<i>Trifolium</i> sp.	40	19,80	Sekonder
	<i>Trifolium pratense</i>	1	0,50	Eser
	<i>Vicia</i> sp.	1	0,50	Eser
Hypericaceae	<i>Hypericum</i> sp.	24	11,88	Minör
Lamiaceae	Type I	1	0,50	Eser
	Type II	1	0,50	Eser
	<i>Thymus</i> sp.	1	0,50	Eser
Moraceae	<i>Morus</i> sp.	2	0,99	Eser
Plantaginaceae	<i>Plantago</i> sp.	2	0,99	Eser
Poaceae	T	5	2,48	Eser
Polygonaceae	<i>Rumex</i> sp.	1	0,50	Eser
Rhamnaceae	T	2	0,99	Eser
Rosaceae	T	4	1,98	Eser
	<i>Sanguisorba</i> sp.	2	0,99	Eser
Rutaceae	<i>Citrus</i> sp.	3	1,49	Eser
Salicaceae	<i>Salix</i> sp.	20	9,90	Minör
Scrophulariaceae	<i>Verbascum</i> sp.	10	4,95	Minör
Xanthorrhoeaceae	<i>Eremerus</i> sp.	5	2,48	Eser
TOPLAM		202	100	



Şekil 4.8. Kiğı ilçesine ait bal örneğinin polen analizi sonucu saptanan familyaların bulunma yüzdeleri

Tablo 4.9. TPS-10 sonuçları

Bal örneği	TPS-10
Yedisu	21558
Genç	52511
Yayladere	33833
Karlıova	132483
Solhan	19489
Adaklı	19800
Merkez	33622
Kığı	54994
Ortalama	46036
Minimum değer	19489
Maximum değer	132483

Tablo 4.10. Ballarda dominant, sekonder, minör ve eser miktarda rastlanan polenler

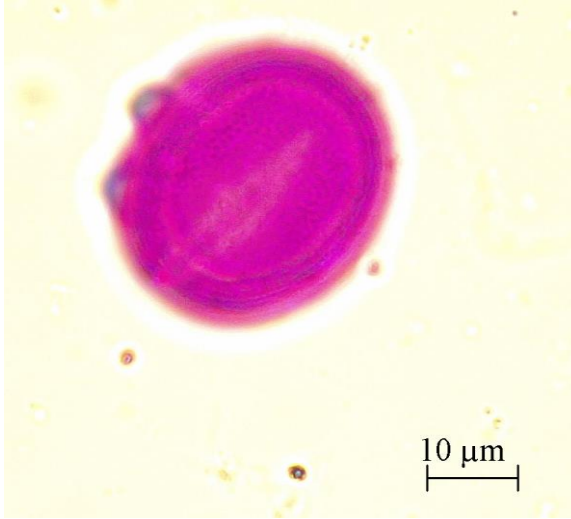
Bitki Familyası	Takson	Yedisu	Genç	Yayladere	Karlıova	Solhan	Adaklı	Merkez	Kığı
Adoxaceae	<i>Sambucus</i> sp.	S	S	S			E	M	
Alliaceae	<i>Allium</i> sp.		E	E		E			
Amaranthaceae	T	E	E					E	
Apiaceae	T	E	M						E
	<i>Pimpinella</i> sp.		E						
Asteraceae	T								E
	<i>Centaurea</i> sp.	M	E			E	E	M	E
	<i>Cichorum</i> sp.			E		E			
	<i>Senecio</i> type	E			E	M	M		

Tablo 4.10. (Devam): Ballarda dominant, sekonder, minör ve eser miktarda rastlanan polenler

Bitki Familyası	Takson	Yedisu	Genç	Yayladere	Karhoava	Solhan	Adaklı	Merkez	Kığı
Asteraceae	<i>Taraxacum type</i>	E			E		E	E	E
	<i>Taraxacum sp.</i>		E	E					
	<i>Xeranthemum sp.</i>		E	E	E	E	E		E
Boraginaceae	T				E				
	<i>Echium sp.</i>			E					
	<i>Myosotis sp.</i>		E						
	<i>Onosma sp.</i>		E						
Brassicaceae	T				E	E			
Campanulaceae	<i>Campanula sp.</i>								E
Caprifoliaceae	<i>Scabiosa sp.</i>							E	
Caryophyllaceae	T	E							
Chenopodiaceae	T							E	
Cistaceae	<i>Cistus sp.</i>								E
Convolvulaceae	<i>Convolvulus sp.</i>		E	E					
Elaeagnaceae	<i>Elaeagnus sp.</i>		E	E					
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia sp.</i>	E							
Fabaceae	T					M	E	E	E
	<i>Astragalus sp.</i>	M	M	M	M	S	S	M	S
	<i>Astragalus suberosus</i>					E			
	<i>Genista sp.</i>				E	E		E	E
	<i>Hedysarum sp.</i>	E	E	E	E				E
	<i>Lathyrus sp.</i>				E				
	<i>Lotus sp.</i>	M				M	M	M	E
	<i>Melilotus sp.</i>	E	E	M		E	E	E	E
	<i>Onobrychis sp.</i>	M	E	M				E	M
	<i>Trifolium sp.</i>	M	S	M	E	S	E	M	S
	<i>Trifolium nigrescens</i>		E						
	<i>Trifolium Pratense</i>		E	E	E				E
	<i>Vicia sp.</i>				E				E
Hypericaceae	<i>Hypericum sp.</i>	S	E	E	M	M	M	S	M
Lamiaceae	T		E	E	E		E	E	E
	Type I								E
	Type II								E
	<i>Lamium sp.</i>				E				

Tablo 4.10. (Devam): Ballarda dominant, sekonder, minör ve eser miktarda rastlanan polenler

	<i>Origanum</i> sp.				E				
Bitki Familyası	Takson	Yedisu	Genç	Yayladere	Karhoava	Solhan	Adaklı	Merkez	Kığı
Lamiaceae	<i>Salvia</i> sp.	E			E				
	<i>Thymus</i> sp.	E	E		E		E		E
	<i>Phlomis</i>	E							
Moraceae	<i>Morus</i> sp.								E
Papaveraceae	<i>Papaver</i> sp.				E			E	
Plantaginaceae	<i>Plantago</i> sp.	E	E	E	E		E	M	E
Polygonaceae	<i>Rumex</i> sp.		E	E					
Poaceae	T	E	E	E	E	E		E	E
	<i>Poa</i> sp.				E				
Ranunculaceae	<i>Ranunculus</i> sp.	M					E		
Rhamnaceae	T			E	E		E		E
	<i>Paliurus</i> sp.		E						
Rosaceae	T	E	E	E		E	E	M	E
	<i>Crataegus</i> sp.	M				E		E	
	<i>Fragaria</i> sp.	E	E						
	<i>Potentilla</i> sp.			E					
	<i>Pyrus</i> sp.	E							
	<i>Rosa</i> sp.		E						
	<i>Sanguisorba</i> sp.	E	E		E	E	E	E	E
	<i>Sanguisorba minor</i>			E					
	<i>Sanguisorba officinalis</i>			E					
Rubiaceae	<i>Galium</i> sp.	E							
Rutaceae	<i>Citrus</i> sp.								E
Salicaceae	<i>Salix</i> sp.			E					M
Scrophulariaceae	T					E			
	<i>Verbascum</i> sp.	E	E	M	D		S	E	M
Xanthorrhoeaceae	<i>Eremerus</i> sp.					E	E		E

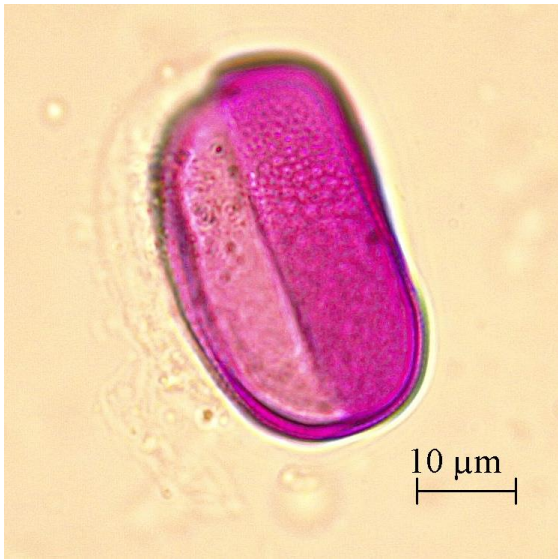


Astragalus sp. (100x)



Apiaceae (100 x)

Şekil 4.9. *Astragalus* sp. (100x) ve *Apiaceae* (100 x) polenleri



Eremurus sp. (100x)



Thymus sp. (100x)

Şekil 4.10. *Eremurus* sp. (100x) ve *Thymus* sp. (100x) polenleri

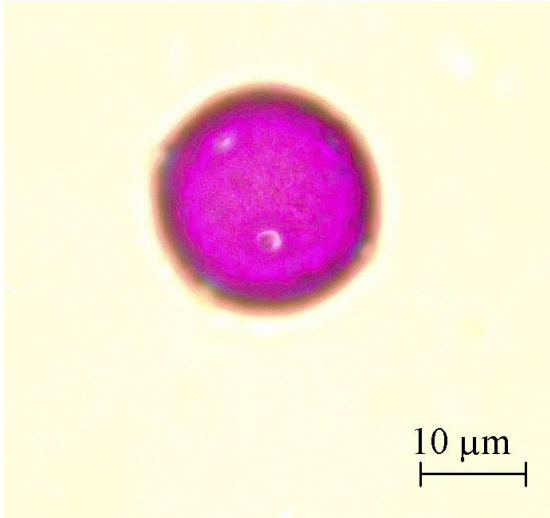


Lotus sp. (100x)



Verbascum sp. (100x)

Şekil 4.11. *Lotus* sp. (100x) ve *Verbascum* sp. (100x) polenleri

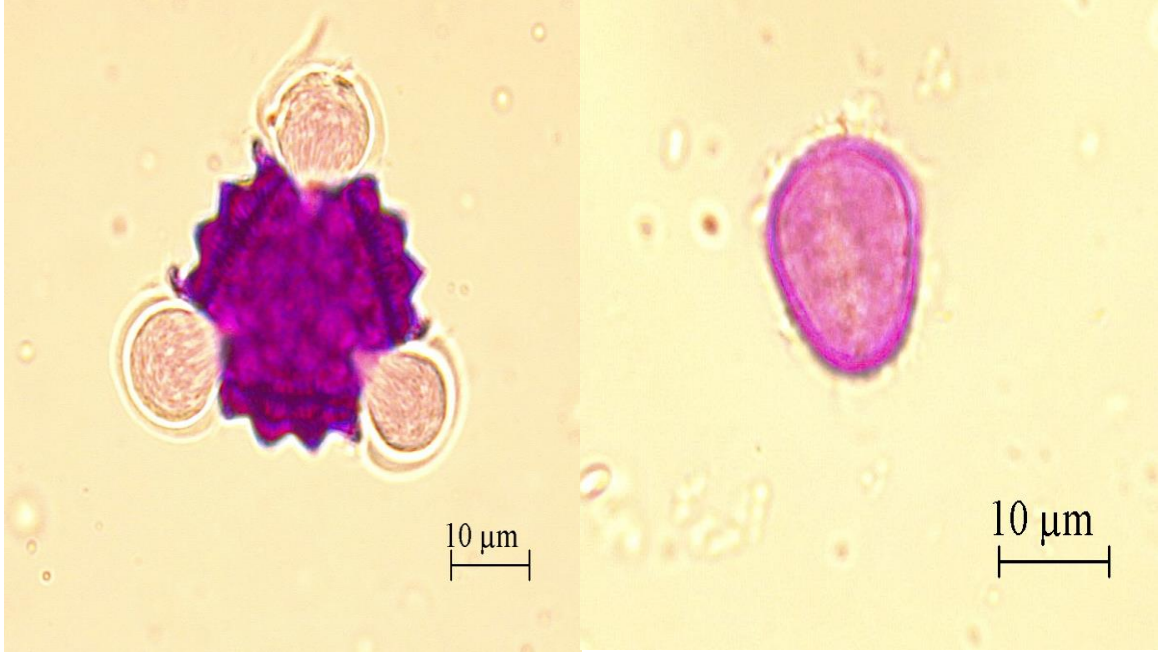


Plantago sp. (100x)



Sambucus sp. (100x)

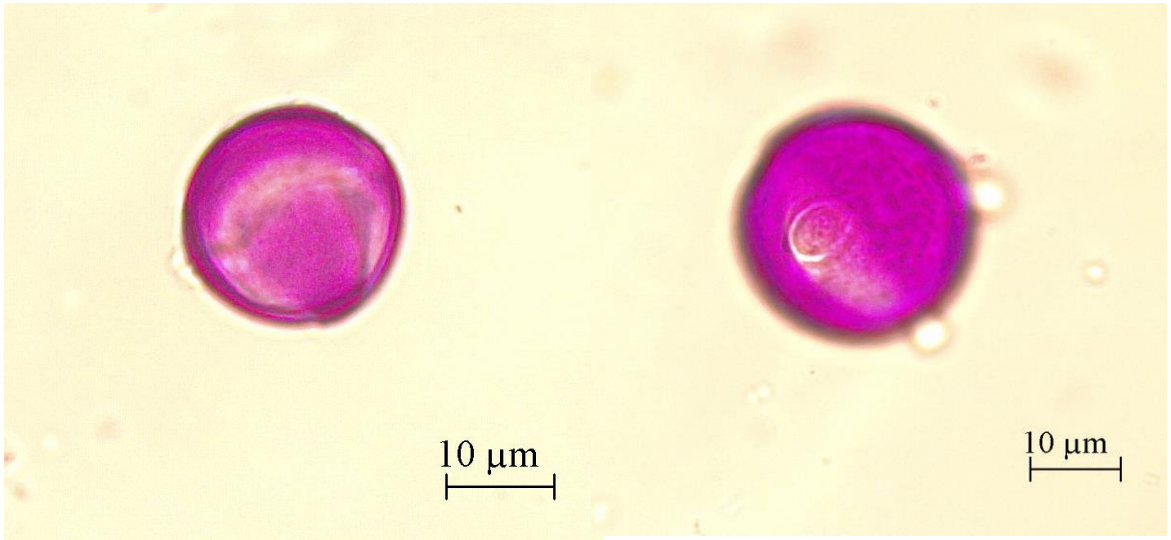
Şekil 4.12. *Plantago* sp. (100x) ve *Sambucus* sp. (100x) polenleri



Xeranthemum sp. (100x)

Echium sp. (100x)

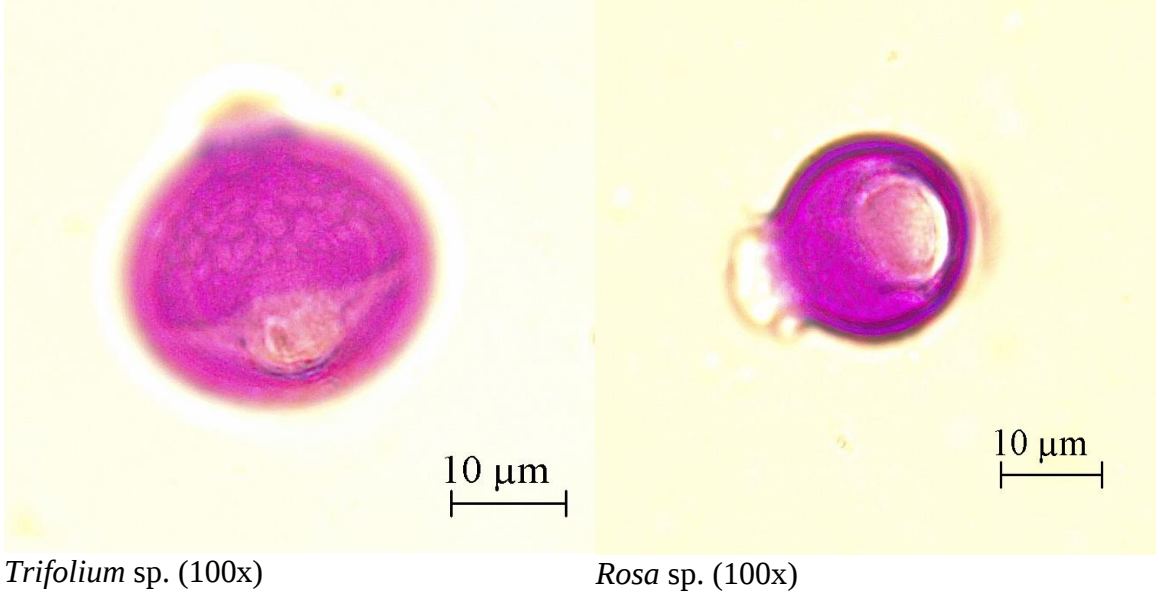
Şekil 4.13. *Xeranthemum* sp. (100x) ve *Echium* sp. (100x) polenleri



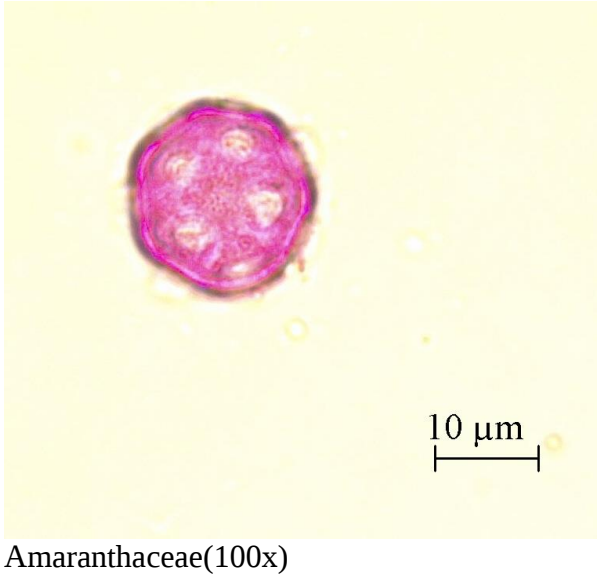
Hypericum sp. (100x)

Centaurea sp. (100x)

Şekil 4.14. *Hypericum* sp. (100x) ve *Centaurea* sp. (100x) polenleri



Şekil 4.15. *Trifolium* sp. (100x) ve *Rosa* sp. (100x) polenleri



Şekil 4.16. *Amaranthaceae* (100x) poleni

4.1.2. Balların Fizikokimyasal Analiz sonuçları

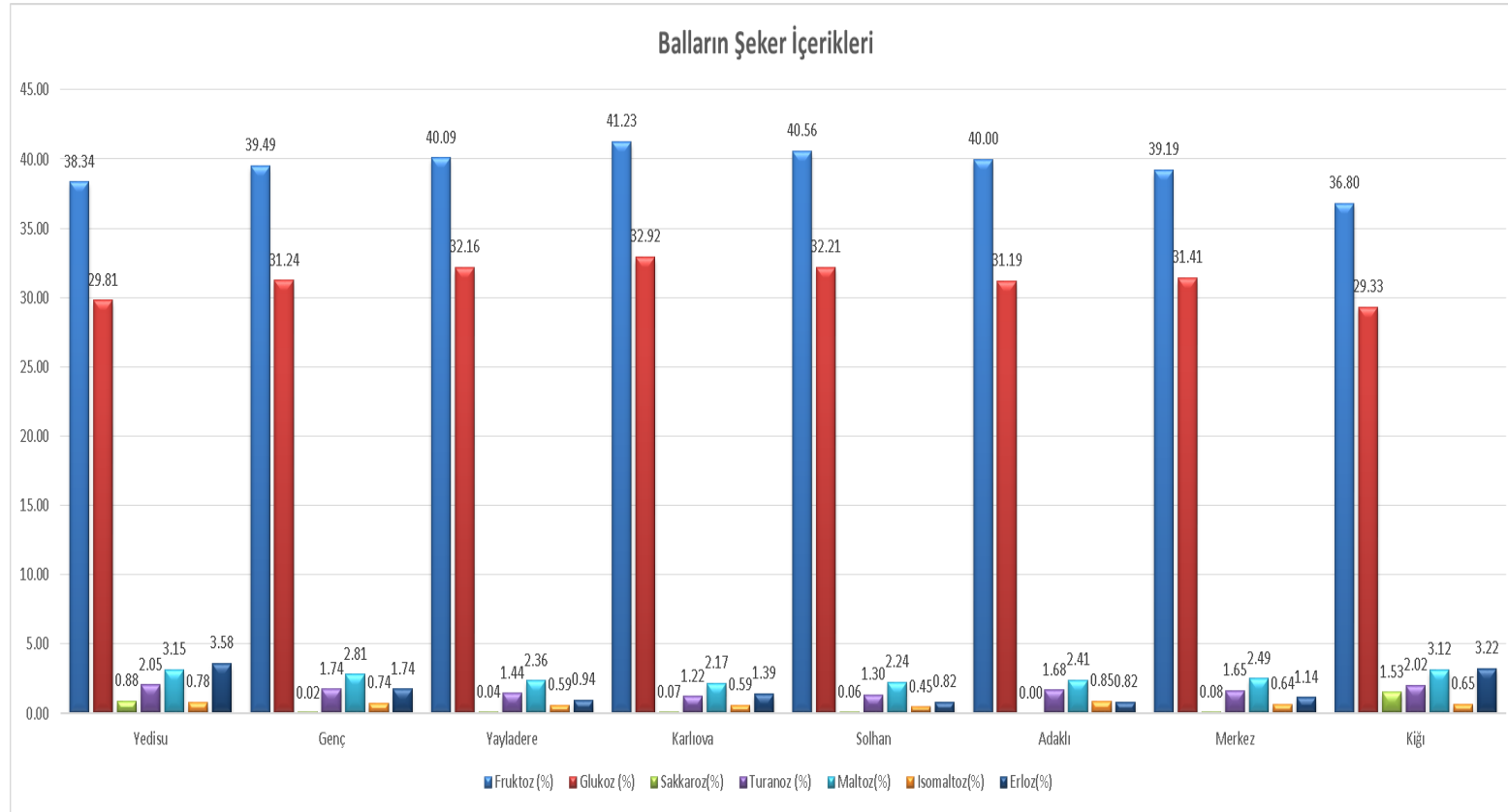
Bingöl İli'nden toplanan toplam 8 bal örneğinin, şeker (g/100 gr) (fruktoz, glikoz, sakkaroz, turanoz, maltoz, izomaltoz, erloz, trehaloz, melezitoz, maltotrioz), nem (%), HMF (mg/kg), diastaz, prolin (mg/kg) değerleri tespit edilmiştir. Yapılan fizikokimyasal analizler sonucunda belirlenen değerlerin, Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne uygun olduğu tespit edilmiştir.

4.1.2.1. Şeker Analizleri

Bu çalışmada, ballar glikoz, fruktoz, sakkaroz, turanoz, maltoz, erloz, izomaltoz, trehaloz, melezitoz, maltotrioz değerleri olmak üzere toplamda 10 adet şeker içeriği açısından değerlendirilmiştir. Balların glikoz oranları %29,3 – 32,9 arasında olup; en yüksek glikoz oranı Karlıova'ya ait bal örneğinde, en düşük glikoz oranı ise Kiğı'ya ait bal örneğinde görülmüştür. Fruktoz oranları %36,8 – 41,2 arasında olup; en yüksek fruktoz içeriği Karlıova'ya ait bal örneğinde, en düşük fruktoz içeriği ise Kiğı'ya ait bal örneğinde görülmüştür. Fruktoz + glikoz oranı %66,13 – 74,15 arasında olup, Fruktoz + glikoz içeriği en düşük Kiğı'dan, en yüksek Karlıova'dan toplanan bal örneğinde saptanmıştır. Fruktoz / glikoz oranları 1,25 – 1,29 arasında olup, en yüksek orana sahip bal Yedisu'dan toplanan bal olup, en düşük oranlar Yayladere, Merkez, Karlova ve Kiğı bal örneklerinde belirlenmiştir. Sakkaroz içeriği Adaklı bal örneğinde hiç görülmezken, Yedisu, Genç, Yayladere, Karlıova, Solhan, Merkez ve Kiğı bal örneklerinde sırasıyla %0,88, %0,02, %0,04, %0,07, %0,06, %0,08 ve %1,53 oranında tespit edilmiştir. Turanoz oranları %1,22-2,05 arasında olup; en fazla turanoz oranı Yedisu bal örneğinde görülürken, en düşük turanoz oranı ise Karlıova bal örneğinde görülmüştür. Maltoz oranları %2,17 – 3,15 arasında değişmekte olup; en yüksek oran Yedisu bal örneğinde, en düşük oran ise Karlıova bal örneğinde bulunmuştur. İzomaltoz değeri %0,45 – 0,85 arasında değişmektedir, en yüksek izomaltoz değeri Adaklı bal örneğinde görülürken, en düşük izomaltoz değeri ise Solhan bal örneğinde belirlenmiştir. Erloz oranları %0,82-3,58 arasında olup; en yüksek oran Yedisu bal örneğinde, en düşük oranlar ise Solhan ve Adaklı bal örneklerinde görülmüştür. Glikoz/ su oranı 1,81-2,19 arasında olup, en yüksek orana sahip bal örneği Karlıova bal örneğinde, en düşük orana sahip bal ise Kiğı bal örneği olmuştur. Bal örneklerinin hiç birinde trehaloz, melezitoz ve maltotrioza rastlanılamamıştır (Tablo 4.11).

Tablo 4.11. Balların şeker analizleri

Parametre	Bal çeşidi							
	Yedis u	Genç	Yayladere	Karlıova	Solhan	Adaklı	Merkez	Kığı
Glikoz (%)	29,81	31,24	32,16	32,92	32,21	31,19	31,41	29,33
Fruktoz (%)	38,34	39,49	40,09	41,23	40,56	40,00	39,19	36,80
Sakkaroz(%)	0,88	0,02	0,04	0,07	0,06	-	0,08	1,53
Turanoz (%)	2,05	1,74	1,44	1,22	1,30	1,68	1,65	2,02
Maltoz(%)	3,15	2,81	2,36	2,17	2,24	2,41	2,49	3,12
Isomaltoz(%)	0,78	0,74	0,59	0,59	0,45	0,85	0,64	0,65
Erloz(%)	3,58	1,74	0,94	1,39	0,82	0,82	1,14	3,22
Trehaloz	-	-	-	-	-	-	-	-
Melezitoz	-	-	-	-	-	-	-	-
Maltotrioz	-	-	-	-	-	-	-	-
Fuktoz+glikoz	68,15	70,73	72,25	74,15	72,77	71,19	71,41	66,13
Fruktoz/glikoz	1,29	1,26	1,25	1,25	1,26	1,28	1,25	1,25
Glikoz/su	2,17	2,01	1,96	2,19	2,05	1,94	2,0	1,81



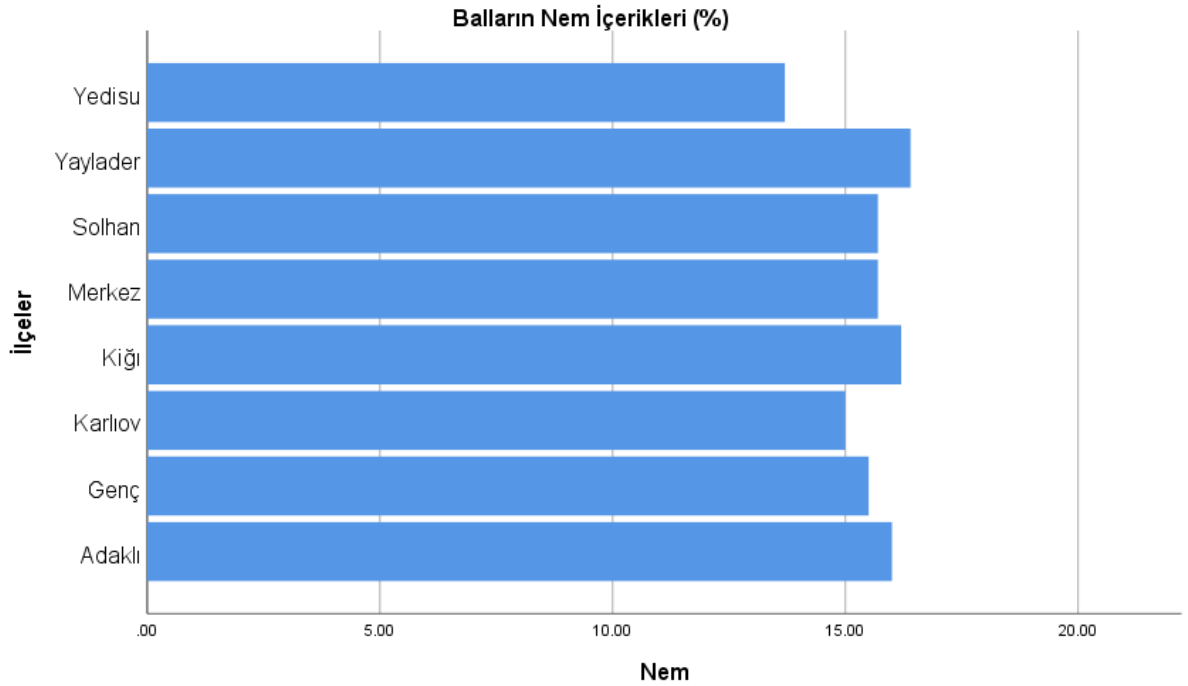
Şekil 4.17. Balların şeker içerikleri

4.1.2.2. Nem Analizleri

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine (2020) göre balın nem oranı %20' yi aşmamalıdır. Bal örneklerinin tümü nem analiz açısından normal aralıktadır. Nem oranları %13,7 – 16,4 arasında olup; en yüksek nem oranı Yayladere bal örneğinde, en düşük nem oranı ise Yedisu bal örneğinde tespit edilmiştir (Tablo 4.12).

Tablo 4.12. Balların nem analizleri

Nem(%)	Bal çeşidi							
	Yedisu	Genç	Yayladere	Karlıova	Solhan	Adaklı	Merkez	Kığı
	13,7	15,5	16,4	15	15,7	16	15,7	16,2



Şekil 4.18. Balların nem içerikleri

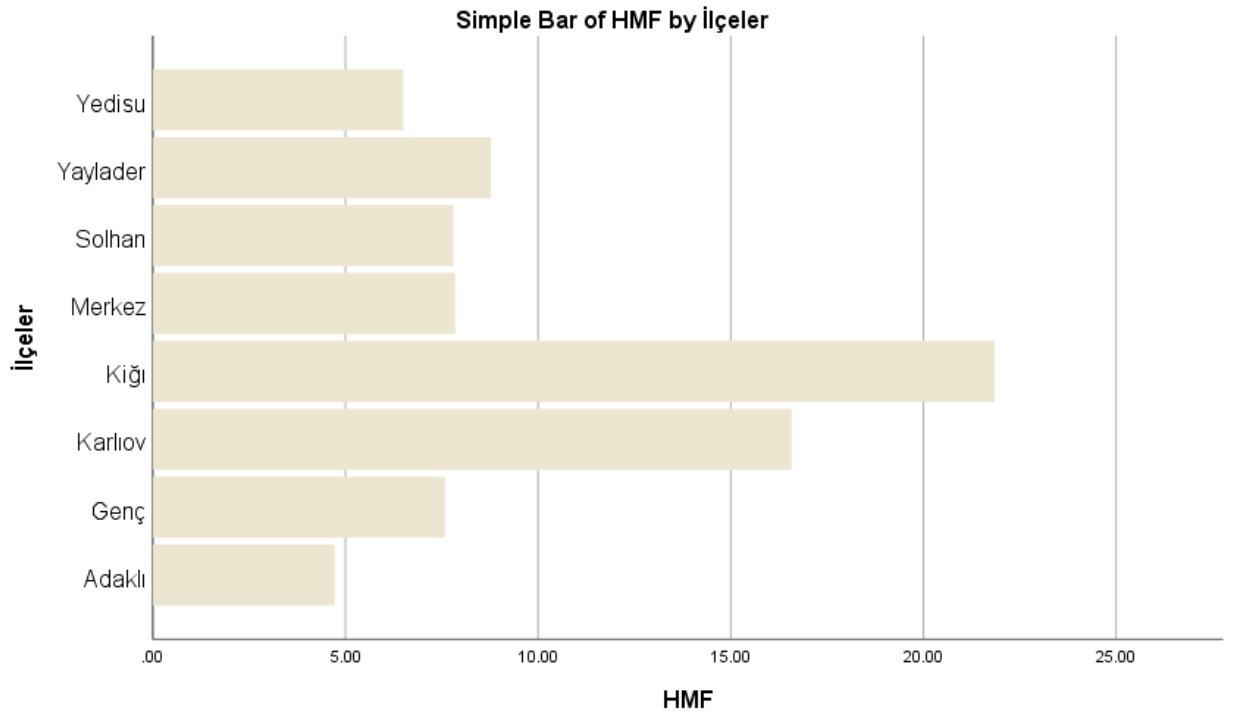
4.1.2.3. HMF Analizleri

8 adet bal örneğinin HMF analizi HPLC cihazı ile yapılmış olup, bal örneklerine ait HMF değerleri Tablo 4.6'da verilmiştir. HMF, Yedisu, Genç, Yayladere, Karlıova, Solhan,

Adaklı, Merkez ve Kiğı bal örneklerinde sırasıyla (6,5), (7,5), (8,7), (16,5), (7,8), (4,7), (7,8) ve (21,8) mg/kg olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.13).

Tablo 4.13. Balların HMF analizleri

Bal çeşidi								
HMF(mg/kg)	Yedisu	Genç	Yayladere	Karlıova	Solhan	Adaklı	Merkez	Kiğı
	6,5	7,58	8,78	16,58	7,8	4,72	7,85	21,85



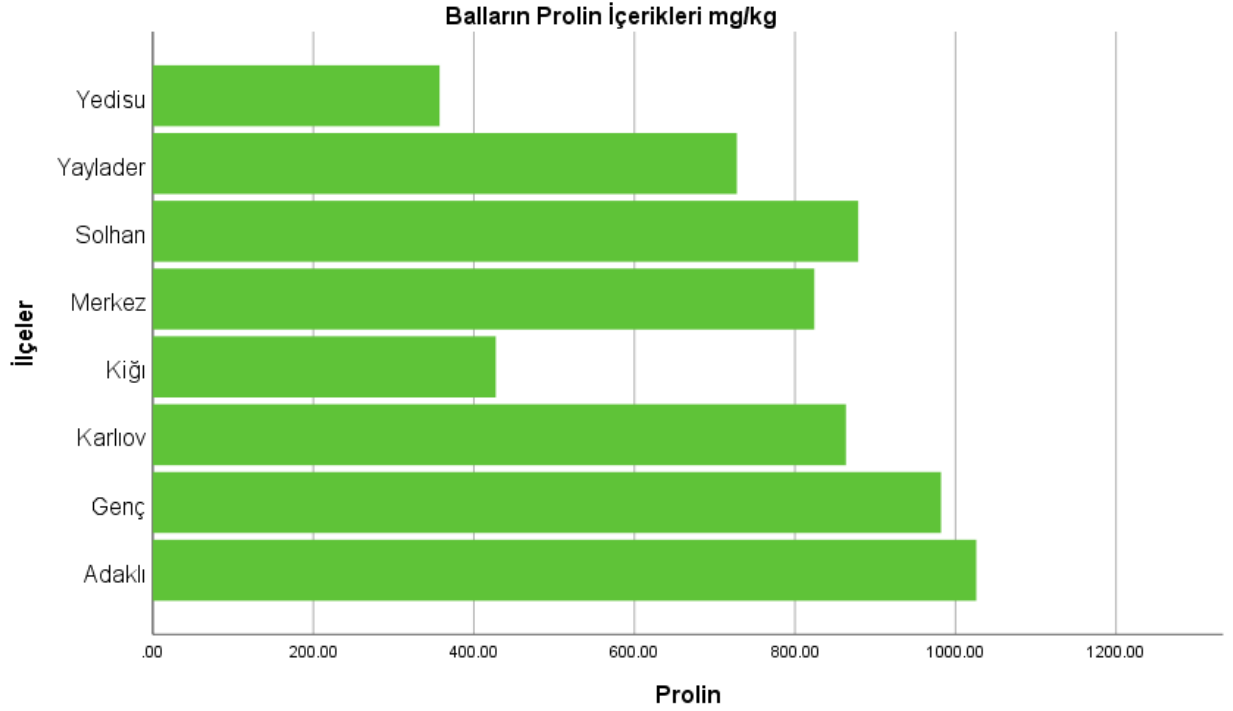
Şekil 4.19. Balların HMF içerikleri

4.1.2.4. Prolin Analizleri

Bingöl İli Merkez dahil, Yedisu, Genç, Yayladere, Karlıova, Solhan, Adaklı ve Kiğı toplam 8 bölgeden toplanan bal örneklerine ait prolin değerleri Tablo 4.14'te verilmiştir. Bal örneklerinin prolin miktarları 357,3- 1025,8 arasında olup; en yüksek prolin Adaklı bal örneğinde, en düşük prolin ise Yedisu bal örneğinde tespit edilmiştir.

Tablo 4.14. Balların prolin analizleri

Bal çeşidi								
Prolin (mg/kg)	Yedisu	Genç	Yayladere	Karlıova	Solhan	Adaklı	Merkez	Kığı
	357,3	981,9	727,7	863,6	878,9	1025,8	824,1	427,4



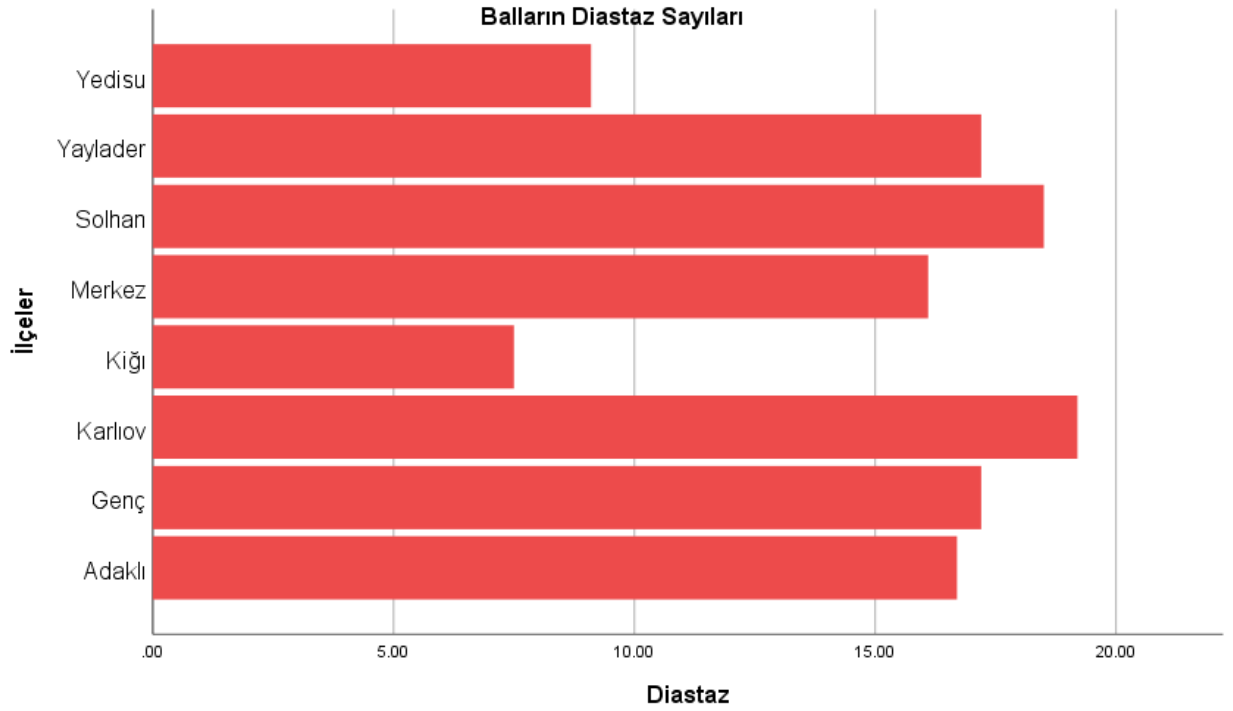
Şekil 4.20. Balların prolin içerikleri

4.1.2.5. Diastaz Sayısı Analizleri

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine (2020) göre Diastaz sayısı en az 8 olmalıdır. Kığı bal örneği dışında bal örneklerinin tümü diastaz açısından normaldir. Bal örneklerinin diastaz sayısı Yedisu, Genç, Yayladere, Karlıova, Solhan, Adaklı, Merkez ve Kığı bal örneklerinde sırasıyla (9,1), (17,2), (17,2), (19,2), (18,5), (16,7), (16,1) ve (7,5)'tir.

Tablo 4.15. Balların diastaz sayısı

Diastaz Sayısı-Schade	Bal çeşidi							
	Yedisu	Genç	Yayladere	Karlıova	Solhan	Adaklı	Merkez	Kığı
	9,1	17,2	17,2	19,2	18,5	16,7	16,1	7,5



Şekil 4.21. Balların diastaz içerikleri

4.1.3. Bireylerin Antropometrik Ölçümleri

Araştırmada gönüllü olan bireylerin antropometrik ölçümlerine ait sonuçlar tablo 4.16’da verilmiştir. Çalışmaya beden kütle indeksi (BKİ) normal aralıkta (18,5-25) olan bireyler dahil edilmiştir. Erkeklerde BKİ minimum (19,40), maximum (24,80) ve ortalama (23,13±1,65), kadınlarda ise minimum (18,80), maximum (24,80) ortalama (22,11±1,69)’dur.

Çalışmaya katılan erkeklerde minimum ağırlık 58,10 kg, maximum ağırlık 80,30 kg ve ortalama ağırlık $70,76 \pm 7,68$ kg, kadınlarda minimum ağırlık 53,60 kg, maximum ağırlık 70,50 kg ve ortalama ağırlık $59,63 \pm 5,35$ kg’dır. Boy uzunluğu erkeklerde minimum 164 cm, maksimum 180 cm ve ortalama $174,70 \pm 5,41$ cm, kadınlarda minimum 159 cm, maksimum 172 cm ve ortalama $164,20 \pm 4,63$ cm’dir. Bel çevresi erkeklerde minimum 82 cm, maximum 93 cm ve ortalama $87,60 \pm 4,14$ cm, kadınlarda minimum 68 cm, maximum 93 cm ve ortalama $75,90 \pm 7,20$ cm’dir. Kalça çevresi erkeklerde minimum 90 cm, maximum 108 cm ve ortalama $98,40 \pm 5,27$ cm, kadınlarda minimum 90 cm, maximum 104 cm ve ortalama $96,60 \pm 4,35$ cm’dir. Bel çevresinin erkeklerde 94 cm üstü, kadınlarda ise

80 cm üstünde olmaması önerilmektedir. Kalça çevresinin erkeklerde 102 cm ve kadınlarda 88 cm üstünde olması sağlık için riskli olmaktadır. Kalça çevresi ortalamaları erkeklerde $98,40 \pm 5,27$ kadınlarda $96,60 \pm 4,35$ 'tir. Bel/kalça oranı ortalamaları erkeklerde $0,89 \pm 0,31$ kadınlarda $0,78 \pm 0,55$ 'tir. Erkeklerin BKO ($0,89 \pm 0,31$), kadınların BKO' na ($0,78 \pm 0,55$) daha yüksektir. Vücut yağ yüzdesi ortalamaları erkeklerde $\%15,85 \pm 3,99$ kadınlarda $\%26,49 \pm 3,98$ 'dir. Kadınların yağ yüzdesi ($26,49 \pm 3,98$), erkeklerin yağ yüzdesine ($15,85 \pm 3,99$) daha yüksektir.

Tablo 4.16. Gönüllü bireylerin antropometrik ölçümleri

Antropometrik Ölçümler	Erkek(n=10)		Kadın(n=10)		Toplam(n=20)	
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Alt-Üst	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Alt-Üst	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Alt-Üst
Yaş (yıl)	29,10 $\pm$ 2,99	24-34	28,80 $\pm$ 2,78	25-33	28,95 $\pm$ 2,81	24-34
Ağırlık (kg)	70,76 $\pm$ 7,68	58,10-80,30	59,63 $\pm$ 5,35	53,60-70,50	65,19 $\pm$ 8,61	53,60-80,30
Boy (cm)	174,70 $\pm$ 5,41	164-180	164,20 $\pm$ 4,63	159-172	169,45 $\pm$ 7,28	159-180
Bki (kg/m ²)	23,13 $\pm$ 1,65	19,40-24,80	22,11 $\pm$ 1,69	18,80-24,80	22,62 $\pm$ 1,71	18,80-24,80
Bmh	1744,50 $\pm$ 185,48	1520-1954	1330,30 $\pm$ 82,15	1258-1462	1537,40 $\pm$ 254,24	1258-1954
Bel (cm)	87,60 $\pm$ 4,14	82-93	75,90 $\pm$ 7,20	68-93	81,75 $\pm$ 8,28	68-93
Kalça (cm)	98,40 $\pm$ 5,27	90-108	96,60 $\pm$ 4,35	90-104	97,50 $\pm$ 4,79	90-108
BKO	0,89 $\pm$ 0,31	0,83-0,93	0,78 $\pm$ 0,55	0,71-0,90	0,83 $\pm$ 0,06	0,71-0,93
Yağ miktarı (kg)	11,33 $\pm$ 3,34	6,5-17,60	16,04 $\pm$ 3,67	11-23,30	13,68 $\pm$ 4,18	6,5-23,30
Yağ yüzdesi (%)	15,85 $\pm$ 3,99	10,8-23,5	26,49 $\pm$ 3,98	20,5-33	21,17 $\pm$ 6,70	10,8-33

4.1.4. Bireylerin Biyokimyasal Verileri

Bireylerin biyokimyasal verileri aşağıda Tablo 4.17’de verilmiştir. Bingöl Halk Sağlığı Laboratuvarı’nda gönüllü bireylere yapılan biyokimyasal kan analizleri sonucunda, Bingöl Halk Sağlığı Laboratuvarının referans değerleri ile bireylere ait açlık glikozu, Hbalc, ALT, AST, GGT, Total Kolesterol, HDL-K, LDL-K, Trigliserit, BUN, Kreatinin, TSH, Serbest T3, Serbest T4 değerleri değerlendirilmiş olup, endokrin ve metabolik hastalıklar bakımından risk grubunda olmayan bireyler çalışmaya dahil edilmiştir. Bireylere ait minimum, maximum ve ortalama biyokimya değerleri Tablo 4.17’de gösterilmiştir.

Tablo 4.17. Bireylerin biyokimyasal verileri

Biyokimyasal Veriler	Erkek(n=10)		Kadın(n=10)		Toplam(n=20)		Referans Aralık
	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Alt-Üst	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Alt-Üst	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	Alt-Üst	
AKŞ (mg/dL)	81,5±4,5	73-87	79,6±7,4	73-99	80,5±6,1	73-99	74-106
TKŞ (mg/dL)	102±6,5	94-115	104,7±5,8	98-118	103,3±6,2	94-118	<140
HbA1c (%)	4,7±0,4	3,6-5,2	4,3±1,0	2,3-5,4	4,5±0,7	2,3-5,4	4,5-5,9
ALT (U/L)	23,1±9,7	13-48	13,4±3,6	8-20	18,2±8,7	8-48	0-34
AST (U/L)	20,6±5,6	16-36	17,3±2,9	13-22	18,9±4,7	13-36	0-31
GGT (U/L)	33,5±11,6	19-55	12,3±3,2	8-20	21,7±13,3	8-55	0-49
Total kolesterol (mg/dL)	177,5±22,6	150-221	161,2±25,5	124-205	169,3±24,9	124-221	0-200
HDL-K (mg/dL)	48,1±6,1	41-60	63,7±10,5	47-82	55,9±11,5	41-82	40-82
LDL-K (mg/dL)	98,4±20,4	78-139	81,8±22,5	51-125	90,±22,6	51-139	0-130
Trigliserit (mg/dL)	132±49,2	64-213	67,7±42,6	33-172	101,5±55,7	33-213	0-150
BUN (mg/dL)	14,4±2,6	11-20	9,6±2,5	7-15	12,05±3,5	7-20	7-20
Kreatinin (mg/dL)	0,85±0,09	0,65-0,97	0,73±0,07	0,60-0,82	0,79±0,10	0,60-0,97	0,6-1,1
TSH (μIU/mL)	1,46±0,53	0,39-2,06	2,04±1,25	1,04-4,65	1,75±0,98	0,39-4,65	0,27-4,20
Serbest T3 (pg/mL)	3,6±0,4	2,9-4,6	3,0±0,5	2,1-3,7	3,3±0,6	2,1-4,6	2-4,4
Serbest T4 (ng/dL)	1,4±0,1	1,2-1,5	1,2±0,1	1-1,4	1,3±0,1	1-1,5	0,93-1,7

4.1.5. Kan Şekeri Ölçüm sonuçları

Tablo 4.18. Yedisu bal örneğinin kan şekeri ölçümleri

Gönüllü Birey	Zaman						
	AKŞ	15.dakika	30.dakika	45.dakika	60. dakika	90.dakika	120.dakika
E1	88	113	131	112	80	84	84
E2	86	165	147	158	81	107	106
E3	85	104	135	134	134	92	78
E4	91	119	156	145	84	89	91
E5	92	123	131	132	132	86	84
E6	99	109	158	109	97	79	84
E7							
E8							
E9	78	103	153	115	110	96	86
E10							
K1	92	112	171	106	84	115	95
K2	89	80	124	114	96	124	111
K3	98	152	170	109	112	96	121
K4	97	135	148	108	97	93	96
K5							
K6	88	111	139	138	115	100	92
K7	80	105	154	133	110	98	87
K8							
K9							
K10							

Tablo 4.19. Genç bal örneğinin kan şekeri ölçümleri

Gönüllü Birey	Zaman						
	AKŞ	15.dakika	30.dakika	45.dakika	60. dakika	90.dakika	120.dakika
E1	89	149	129	121	104	81	93
E2	98	119	211	164	183	107	101
E3	95	119	141	124	118	100	70
E4	95	137	167	126	99	85	92
E5	96	107	166	103	87	92	104
E6	95	129	173	161	107	78	90
E7	90	74	116	112	112	58	86
E8							
E9	78	103	155	142	124	100	85
E10							
K1	87	149	152	140	151	114	108
K2	94	106	109	107	108	113	95
K3	99	122	143	145	155	137	121
K4	82	123	137	130	116	95	88
K5	97	113	97	138	121	106	90
K6	77	122	142	125	120	93	85
K7	74	115	136	120	113	85	88
K8							
K9							
K10							

Tablo 4.20. Yayladere bal örneğinin kan şekeri ölçümleri

Gönüllü Birey	Zaman						
	AKŞ	15.dakika	30.dakika	45.dakika	60. dakika	90.dakika	120.dakika
E1	89	170	140	105	91	91	90
E2	83	127	122	104	97	94	115
E3	87	116	128	116	108	89	84
E4	99	130	162	160	104	98	95
E5	96	138	167	128	94	104	106
E6	90	154	138	121	112	101	101
E7	93	77	113	104	101	92	70
E8							
E9	76	110	118	114	95	88	88
E10							
K1	82	130	162	176	117	116	100
K2	80	113	123	118	117	103	93
K3	96	187	137	151	120	118	106
K4	85	122	126	119	98	93	85
K5	98	85	122	105	92	98	70
K6	89	131	149	151	132	110	107
K7	91	126	140	131	105	100	92
K8							
K9							
K10							

Tablo 4.21. Karlıova bal örneğinin kan şekeri ölçümleri

Gönüllü Birey	Zaman						
	AKŞ	15.dakika	30.dakika	45.dakika	60. dakika	90.dakika	120.dakika
E1	95	111	125	107	102	91	87
E2	96	119	124	124	99	101	120
E3	85	112	130	120	108	91	89
E4	95	111	167	153	90	85	100
E5	90	104	143	124	96	90	90
E6	97	151	178	176	135	111	104
E7	99	98	109	107	81	61	85
E8							
E9	93	120	135	126	113	101	102
E10							
K1	96	134	143	111	97	87	87
K2	99	120	119	105	109	100	107
K3	86	115	129	121	107	93	92
K4	88	114	128	169	160	117	98
K5	100	148	100	85	122	112	95
K6	86	94	123	115	92	86	90
K7	89	110	123	115	98	82	86
K8	87	117	122	118	100	85	90
K9							
K10							

Tablo 4.22. Solhan bal örneğinin kan şekeri ölçümleri

Gönüllü Birey	Zaman						
	AKŞ	15.dakika	30.dakika	45.dakika	60. dakika	90.dakika	120.dakika
E1	87	141	147	114	87	91	88
E2	91	98	127	158	133	95	95
E3	92	125	143	132	114	95	89
E4	95	164	183	127	95	103	95
E5	98	120	146	111	103	90	96
E6	97	155	174	140	88	98	100
E7	87	95	111	87	78	86	96
E8	93	131	150	122	115	93	85
E9	89	120	125	114	104	87	81
E10	96	119	105	89	88	89	91
K1	85	122	140	125	105	97	93
K2	99	96	97	116	92	122	122
K3	87	112	123	118	101	88	85
K4	97	122	151	191	162	136	110
K5	88	115	134	124	102	93	91
K6	98	138	156	194	222	138	92
K7	81	112	103	81	86	77	73
K8	89	130	129	116	95	82	82
K9	98	171	220	182	146	107	99
K10	98	129	153	129	124	98	99

Tablo 4.23. Adaklı bal örneğinin kan şekeri ölçümleri

Gönüllü Birey	Zaman						
	AKŞ	15.dakika	30.dakika	45.dakika	60. dakika	90.dakika	120.dakika
E1	94	110	136	105	101	70	86
E2	91	125	136	135	106	105	105
E3	95	112	134	117	96	81	83
E4	98	116	147	137	100	99	109
E5	95	115	165	120	111	95	98
E6	88	115	125	110	98	83	88
E7							
E8	89	101	118	135	126	101	86
E9	82	108	136	123	110	93	90
E10	90	114	107	109	95	93	87
K1	89	120	128	109	95	86	86
K2	96	125	117	117	103	124	100
K3	85	109	148	131	101	85	85
K4	92	104	139	120	102	85	86
K5							
K6	90	120	180	141	130	102	93

Tablo 4.23. (Devam): Adaklı bal örneğinin kan şekeri ölçümleri

Gönüllü Birey	Zaman						
	AKŞ	15.dakika	30.dakika	45.dakika	60. dakika	90.dakika	120.dakika
K7	85	112	108	70	83	82	70
K8							
K9	98	166	205	179	114	89	115
K10	85	114	146	145	126	100	89

Tablo 4.24. Merkez bal örneğinin kan şekeri ölçümleri

Gönüllü Birey	Zaman						
	AKŞ	15.dakika	30.dakika	45.dakika	60. dakika	90.dakika	120.dakika
E1	84	112	142	97	84	97	88
E2	99	147	130	101	116	98	105
E3	87	108	136	123	110	93	86
E4	86	114	168	116	86	101	111
E5	96	124	155	157	94	87	92
E6	85	110	148	130	102	85	92
E7	96	82	126	97	100	89	84
E8	93	124	165	113	103	109	89
E9	95	120	128	110	95	86	81
E10	100	115	137	128	121	96	99
K1	86	105	134	118	104	97	87
K2	98	116	102	92	106	100	110
K3	88	112	141	110	98	83	88
K4	93	108	132	181	128	116	102
K5	86	108	125	125	105	102	85
K6	96	83	114	127	85	81	88
K7	89	115	134	117	96	81	83
K8	97	112	120	114	92	82	106
K9	99	191	257	236	156	99	93
K10	99	123	115	117	115	94	90

Tablo 4.25. Kiğı bal örneğinin kan şekeri ölçümleri

Gönüllü Birey	Zaman						
	AKŞ	15.dakika	30.dakika	45.dakika	60. dakika	90.dakika	120.dakika
E1	83	125	154	109	97	90	86
E2	94	105	139	118	125	101	92
E3	82	120	146	120	98	84	82
E4	87	122	134	124	16	120	114
E5	86	113	137	130	84	88	86
E6	86	116	154	131	104	83	85

Tablo 4.25. (Devam): Kığı bal örneğinin kan şekeri ölçümleri

Gönüllü Birey	Zaman						
	AKŞ	15.dakika	30.dakika	45.dakika	60. dakika	90.dakika	120.dakika
E7	86	86	106	123	107	84	87
E8	96	146	174	167	127	92	84
E9	91	134	165	150	133	100	95
E10	99	111	115	108	101	89	91
K1	89	116	138	114	100	88	82
K2	94	92	142	110	88	107	108
K3	88	128	145	128	117	92	87
K4	90	125	149	127	102	85	86
K5	85	121	139	118	105	90	90
K6	85	117	128	182	146	104	91
K7	93	130	154	142	120	99	91
K8	81	100	111	100	80	83	80
K9	98	274	320	194	164	112	101
K10	95	145	165	133	133	97	91

Tablo 4.26. Glikoz tüketiminin sona kan şekeri ölçümleri

Gönüllü Birey	Zaman						
	AKŞ	15.dakika	30.dakika	45.dakika	60. dakika	90.dakika	120.dakika
E1	99	133	164	136	125	106	99
E2	89	95	150	147	147	128	109
E3	88	134	165	156	152	125	100
E4	89	133	163	151	144	109	84
E5	99	105	165	131	162	104	85
E6	94	155	159	158	157	88	82
E7	87	102	121	126	93	94	86
E8	91	120	161	197	209	172	98
E9	90	128	155	158	145	110	95
E10	86	146	131	127	124	128	119
K1	93	132	152	167	141	113	88
K2	95	111	153	135	126	170	128
K3	88	177	141	153	166	127	106
K4	87	141	166	153	150	104	92
K5	95	147	129	99	109	93	88
K6	81	115	143	146	155	102	101
K7	85	136	165	204	182	98	90
K8	93	125	135	127	90	101	78
K9	99	173	304	270	260	142	85
K10	78	102	161	182	150	122	113

4.1.6. Balların Glisemik İndeks Değerleri

Bingöl İlinde 8 farklı aralıktan alınan bal örneklerinin Gİ değerleri $41,2 \pm 18,0$ ile $72,3 \pm 28,6$ arasında bulunmuştur. Yedisu, Karlıova, Adaklı ve Bingöl merkezden alınan bal örnekleri düşük Gİ sınıflamasına girerken, Yayladere, Solhan ve Kiğı'dan alınan bal örnekleri orta, Genç'ten alınan bal örneği yüksek Gİ sınıflamasına girmiştir (Tablo 4.27).

Tablo 4.27. Balların Gİ değerleri ve sınıflandırılması

Bal Örneği	n	Gİ ($\bar{X} \pm S\bar{x}$)	En az	En fazla	Gİ sınıflaması
Yedisu	13	$54,3 \pm 17,7$	28,0	86,3	Düşük
Genç	15	$72,3 \pm 28,6$	29,1	125,3	Yüksek
Yayladere	15	$62,4 \pm 27,1$	23,0	86,3	Orta
Karlıova	16	$51,1 \pm 30,5$	13,4	97,9	Düşük
Solhan	20	$57,3 \pm 37,1$	9,3	136,1	Orta
Adaklı	17	$41,2 \pm 18,0$	10,2	77,2	Düşük
Merkez	20	$46,1 \pm 31,1$	12,3	146,0	Düşük
Kiğı	20	$60,9 \pm 30,6$	11,9	153,7	Orta

Bal örneklerinin Gİ değerleri büyükten küçüğe doğru sırasıyla, Genç (72,3), Yayladere (62,4), Kiğı (60,9), Solhan (57,3), Yedisu (54,3), Karlıova (51,1), Merkez (46,1) ve Adaklı (41,2), Glisemik indeks sınıflamasına göre Yedisu, Karlıova, Adaklı ve Bingöl merkezden alınan bal örnekleri düşük Gİ (0-55) sınıflamasına girerken, Yayladere, Solhan ve Kiğı'dan alınan bal örnekleri orta (56-69), Genç'ten alınan bal örneği yüksek Gİ (>70) sınıflamasına girmiştir.

Erkek bireylerin ortalama ($\bar{X} \pm S$) Gİ değerleri sırasıyla şu şekildedir: Genç ($70,1 \pm 28,6$), Yayladere ($60,7 \pm 19,5$), Yedisu ($60,1 \pm 21,4$), Kiğı ($58,5 \pm 24,1$), Karlıova ($49,1 \pm 27,6$), Solhan ($46,9 \pm 20,9$), Merkez ($44,8 \pm 19,1$), Adaklı ($42,5 \pm 18,1$). Kadın bireylerin ortalama ($\bar{X} \pm S$) Gİ değerleri ise sırasıyla şu şekildedir: Genç ($74,9 \pm 30,7$), Solhan ($67,6 \pm 47,3$), Yayladere ($64,2 \pm 35,5$), Kiğı ($63,2 \pm 37,2$), Karlıova ($53,1 \pm 35$), Merkez ($47,5 \pm 40,9$), Yedisu ($47,5 \pm 10,3$), Adaklı ($39,7 \pm 19$). Balların Gİ değerleri bireylerin cinsiyetine göre değişmemiştir ($p > 0,05$). Glikoz ve bal örneklerini tüketmeden önce ve tükettikten sonra 15, 30, 45, 60, 90, 120. dk' daki kan şekeri ölçümleri cinsiyetler arasında farklı bulunmamıştır ($p > 0,05$).

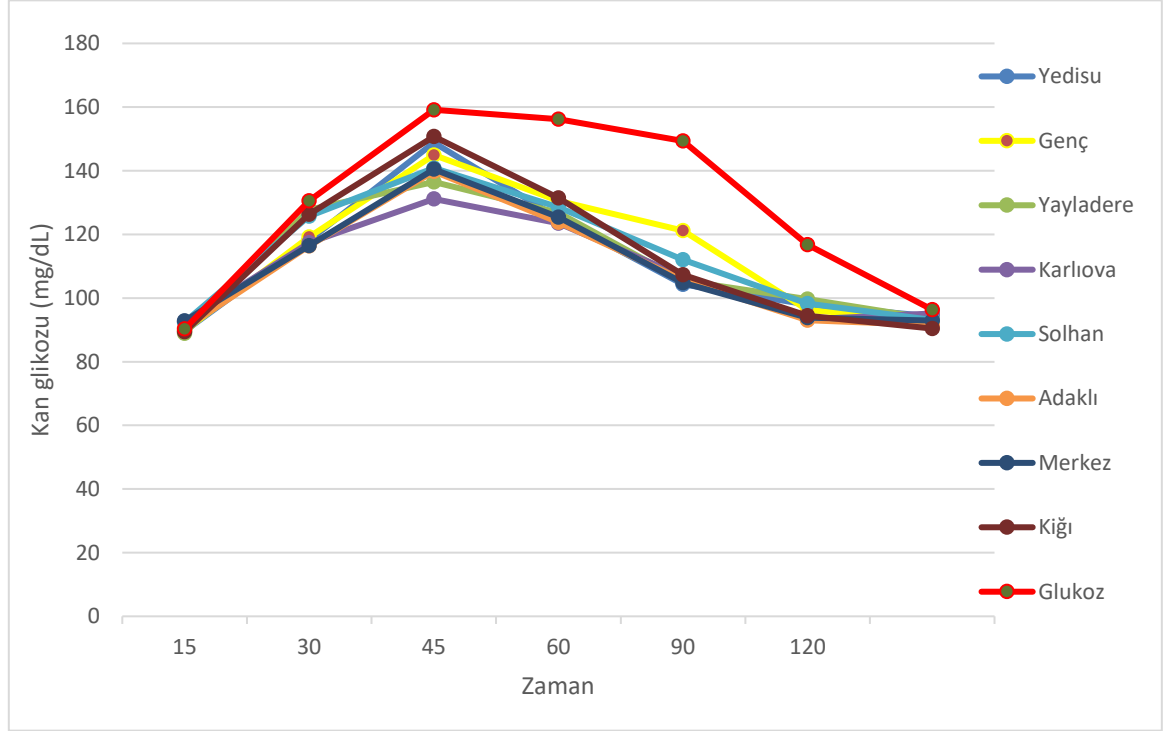
Tablo 4.28. Cinsiyete göre Gİ değerleri

Bal Örneği	Erkek		Kadın	
	n	Gİ ($\bar{X} \pm S\bar{x}$)	n	Gİ ($\bar{X} \pm S\bar{x}$)
Yedisu	7	60,1 $\pm$ 21,4	6	47,5 $\pm$ 10,3
Genç	8	70,1 $\pm$ 28,6	7	74,9 $\pm$ 30,7
Yayladere	8	60,7 $\pm$ 19,5	7	64,2 $\pm$ 35,5
Karhova	8	49,1 $\pm$ 27,6	8	53,1 $\pm$ 35
Solhan	10	46,9 $\pm$ 20,9	10	67,6 $\pm$ 47,3
Adaklı	9	42,5 $\pm$ 18,1	8	39,7 $\pm$ 19
Merkez	10	44,8 $\pm$ 19,1	10	47,5 $\pm$ 40,9
Kığı	10	58,5 $\pm$ 24,1	10	63,2 $\pm$ 37,2

Tablo 4.29. Gönüllü bireylerin her bir bal örneğine ait Gİ değerleri

Gönüllü birey	Bal Örnekleri							
	Yedisu	Genç	Yayladere	Karhova	Solhan	Adaklı	Merkez	Kığı
E1	47,08	90,27	82,53	34,89	79,36	39,19	68,25	93,65
E2	86,33	118,8	57,74	37,90	59,67	60,48	27,63	44,82
E3	54,15	37,35	35,73	42,22	43,29	21,06	40,65	45,04
E4	48,20	49,62	54,15	48,69	68,67	40,87	65,32	59,39
E5	80,45	44,60	82,24	53,70	42,68	69,33	71,78	60,56
E6	28,01	67,72	79,68	109,66	63,93	35,00	59,31	60,00
E7		57,21	34,20	13,41	36,41		26,95	79,00
E8					28,49	29,78	30,27	43,91
E9	76,71	95,81	59,79	52,59	37,76	64,65	24,45	87,43
E10					9,38	22,5	33,79	11,97
K1	54,82	125,35	128,75	35,92	69,28	34,64	53,21	41,63
K2	46,26	29,11	66,52	20,96	16,88	41,19	13,70	28,16
K3	42,24	70,23	65,95	37,73	27,22	37,38	26,34	44,69
K4	30,07	68,27	42,35	97,14	108,72	29,43	75,03	43,75
K5		97,99	23,03	88,79	130,89		146,05	153,77
K6	57,63	78,59	86,37	26,04	136,16	77,24	12,32	92,06
K7	53,99	54,78	36,89	20,37	13,11	10,22	23,79	45,55
K8				97,93	96,40		50,69	60,61
K9					47,53	37,09	59,10	80,18
K10					30,32	50,76	15,00	41,90

Bal örneklerinin ve glikozun kan şekeri değişimleri Şekil 4.22’de gösterilmektedir.



Şekil 4.22. Glikoz ve balların tüketimi sonrası zamana karşı kan glikozu (mg/dL) eğrisi

4.2. Tartışma

Karbonhidratların insan sağlığı üzerindeki etkisi, özellikle belirli bir gıdanın karbonhidratlarının kan şekeri seviyesini nasıl etkilediğinin anlaşılması günümüzde en önemli tartışma konularından biri olmuştur. Günümüzde karbonhidratların beslenmedeki önemi genellikle glisemik indeks (Gİ) cinsinden belirtilmektedir. Düşük Gİ’li karbonhidratlar kanda küçük bir glikoz artışına neden olurken, yüksek Gİ’li karbonhidratlar yüksek kan şekeri seviyesini indüklemektedir.

Yüksek fruktoz içeriği nedeniyle balın glisemik indeksi düşüktür, balın glisemik indeksi fruktoz içeriğinden bağımsız da olabilmektedir (Sadeghi et al. 2019). Ancak balın farklı

hastalıklarda koruyucu etkilerini bildiren çeşitli preklinik ve klinik çalışmalar mevcuttur. Bu çalışma ile, melissopalinojik analizlerle botanik kaynağı tespit edilen Bingöl İli ballarının Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne uygunluğu saptanmış ve Gİ değerleri 20 gönüllü birey ile yapılan *invivo* çalışmalar ile tespit edilmiştir.

4.2.1. Mikroskobik Analizler

Bu çalışma ile Bingöl İli Merkez, Genç, Kığı, Karlıova, Solhan, Yedisu, Yayladere bölgelerinden toplanan bal örneklerinin melissopalinojik analizleri sonucunda, bal örneklerinde toplam 31 bitki familyasına ait, 74 bitki taksonunun poleni tespit edilmiştir. Karlıova İlçesi'nden toplanan bal örneğinde dominant oranda *Verbascum* sp. bitkisine ait polen saptanmış olup, bu bal monofloral olarak değerlendirilmiştir. Diğer bölgelerden toplanan bal örneklerinin ise multifloral bal olduğu belirlenmiştir.

Gümüş vd. (1999) Türkiye'de üretilen balların en çok Fabaceae, Asteraceae, Brassicaceae, Fagaceae ve Lamiaceae familyalarına ait polenler içerdiğini saptamışlardır.

Yurtsever ve Sorkun (2005) Erzincan, Kemaliye yöresine ait ballarda yaptıkları polen analizleri sonucunda, balların Fabaceae, Rosaceae, Berberidaceae, Asteraceae, Lamiaceae familyaları ile temsil edildiğini belirtmişlerdir.

Konya bölgesinde üretilen ballarda yapılan mikroskobik analiz sonucunda Asteraceae, Apiaceae, Boraginaceae, Fabaceae ve Lamiaceae familyalarının ağırlıklı olarak temsil edildiği belirtilmiştir (Bağcı ve Tunç 2006).

Ardahan bölgesinde üretilen bal örneklerinde, Asteraceae, Apiaceae, Boraginaceae, Betulaceae, Brassicaceae, Caryophyllaceae, Campanulaceae, Cistaceae, Cyperaceae, Chenopodiaceae, Dipsacaceae, Euphorbiaceae, Ericaceae, Fagaceae, Fabaceae, Geraniaceae, Liliaceae, Lamiaceae, Poaceae, Onagraceae, Polygonaceae, Rhamnaceae, Pinaceae, Rutaceae, Rosaceae, Solanaceae ve Salicaceae bitki familyalarına ait polenler belirlenmiştir (Sorkun et al. 2014).

Kanbur vd. (2016) Düzce İli Yığılca İlçesi'nde arıcılardan rastgele toplamış oldukları 10 adet bal örneğine ait polen analiz çalışmalarında en çok Fagaceae, Fabaceae, Ericaceae, Poaceae, Asteraceae ve Rosaceae bitki familyalarına ait olduğunu tespit etmişlerdir.

Ardahan bölgesinden toplanan bal örneklerinde yapılan polen analizleri sonucunda, *Astragalus* sp., Apiaceae, Brassicaceae, Fabaceae ve Lamiaceae familyalarına ait polen tanelerine rastlanılmıştır (Şık et al. 2017).

Siirt İline ait bal örneklerinde yapılan polen analizlerine göre, bal örneklerinde en sık rastlanan familyalar Asteraceae, Fabaceae ve Lamiaceae'dir (Gürbüz et al. 2019).

Çakır vd. (2020) Türkiye'nin çeşitli bölgelerinden topladıkları bal örneklerinde, Apiaceae, Asteraceae, Betulaceae, Boraginaceae, Brassicaceae, Campanulcaeeae, Caprifoliaceae, Caryophyllaceae, Cistaceae, Ericaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Moraceae, Onagraceae, Plantaginaceae, Ranunculaceae, Rosaceae, Salicaceae familyalarına ait polenleri değişik oranlarda saptamışlardır.

Bu çalışma ile bal örneklerinde en çok sırasıyla Fabaceae (%38,43), Scrophulariaceae (%13,32) Adoxaceae (%11,44), Hypericaceae (%10,38) ve Asteraceae (%9,50) bitki familyalarının polenlerine rastlanılmıştır. Bulunan sonuçlar literatür ile uyumludur.

Bal örneklerinde *Sambucus* sp. (Genç), *Trifolium* sp. (Genç, Solhan), *Astragalus* sp. (Adaklı, Solhan), *Hypericum* sp. (Yedisu, Merkez), *Verbascum* sp. (Adaklı, Karlıova) bitki taksonlarının polenlerine sekonder oranda rastlanılmıştır.

Bu çalışmada, balda polenine rastlanılan bitki taksonları ile Behçet ve Yapar (2019) tarafından Matan Dağı (Bingöl) florasında tespit edilen arıcılık açısından önemli bitkiler ile uyumluluk göstermektedir. Yapılan analizler sonucunda, polen içeriğinde görülen çeşitliliğin, Bingöl ili arı florasının zengin olmasından kaynaklandığı düşünülmüştür.

Bal, karbonhidrat açısından zengin bir gıda olup, balın ana içeriği, kütesinin yaklaşık %80'i karbonhidratlardan, özellikle fruktoz ve glikozdan oluşmaktadır. Bununla birlikte, son zamanlarda yayınlanan araştırmalar, balın Gİ'sinin bitki kaynağına bağlı olarak değişebileceğini ve bazı bal çeşitlerinin diğerlerinden daha düşük Gİ gösterdiğini ileri

sürmüştür (Samanta et al. 1985; Foster-Powell et al. 2002; Henry et al. 2005; Ischayek and Kern 2006). Balın Glisemik İndeksi, botanik kaynağa bağlı olarak 32 ile 85 arasında değişir. Akasya balı gibi fruktoz açısından zengin ballar düşük bir Gİ'ye sahiptir (Bogdanov et al. 2008)

Farklı botanik kaynağa ait balların glisemik indeksini belirlemeye birçok çalışma yapılmıştır. Chepulis ve Francis (2013) çalışmalarında Manuka balının 5 farklı örneğinde Gİ değerlerini 54, 55, 57, 57 ve 59 olarak saptamışlardır. Deibert ve ark. (2010) farklı botanik kaynağa sahip bal örneklerinin inceledikleri araştırmada, ıhlamur, multifloral, akasya, püren, ıhlamur (ham), kestane, kolza ve salgı balının Gİ değerlerini (49,2), (51,3), (53), (53,3), (53,4), (55,9), (64) ve (88,6) olarak tespit etmişlerdir. Ischayek ve Kern (2006) balın Gİ belirlemeye yönelik yaptıkları araştırmada tupelo, pamuk, karabuğday ve yonca balları için sırasıyla (74,1±8,2), (73±6,6), (73,4±6,4), (69,2 ±8,1) olarak tespit etmişlerdir.

Ülkemizde balın Gİ ile ilgili ilk çalışma Silici ve ark. (2014) tarafından yapılmıştır. Araştırmada multifloral ballardan Muş, Yüksekova, Kayseri, Şemdinli ve Bingöl için sırasıyla, (75,5), (52,6), (64,2), (47,8), (57,4) ve monofloral ballardan çam, ıhlamur, kekik, kestane, geven ve narenciye için sırasıyla (58,8), (55,3), (55,5), (69,1), (44,9) olarak tespit edilmiştir.

Bu çalışmada elde edilen bulgular Silici ve ark. (2014) yaptığı çalışmasıyla kıyaslanacak olursa; Silici ve ark. (2010) 1 adet Bingöl balı için Gİ değerini 57,4 tespit ederken, bu çalışmada Bingöl'ün 8 farklı coğrafik bölgesinden 8 bal örneğine ait Gİ değerleri Genç (72,3), Yayladere (62,4), Kiğı (60,9), Solhan (57,3), Yedisu (54,3), Karlıova (51,1), Merkez (46,1) ve Adaklı (41,2) olarak saptanmıştır. Glisemik indeks değeri en düşük olan Adaklı bal örneğinde sekonder oranda *Verbascum* sp. (%32,69), *Astragalus* (%24,61) bitkilerine ait polenler tespit edilmiştir. Glisemik indeks değeri en yüksek olan Genç bal örneğinde ise sekonder olarak *Sambucus* sp. (%35,19), *Trifolium* sp. (%20,83) bitkilerine ait polenler tespit edilmiştir.

Karlıova bal örneğinde *Verbascum* sp. poleni dominant olarak temsil edilmektedir. Bu çalışma ülkemizde *Verbascum* sp. balının Gİ değerini belirlenmesi yönünden ilk olma

özelliğini taşımaktadır. *Verbascum* sp. balının Gİ değeri 51,1 olup düşük Gİ sınıflamasına girmektedir.

4.2.2.Balların Fizikokimyasal Analizleri

Bu çalışmada, ballar glikoz, fruktoz, sakkaroz, turanoz, maltoz, erloz, izomaltoz, trehaloz, melezitoz, maltotrioz olmak üzere toplamda 10 adet şeker içeriği açısından değerlendirilmiştir.

Analiz edilen balların glikoz oranları ortalama %31,92 olup, en yüksek glikoz oranı Karlıova'ya ait bal örneğinde %32,9, en düşük glikoz oranı ise Kiğı'ya ait bal örneğinde %29,3 görülmüştür. Fruktoz oranları ortalama % 39.46 olup; en yüksek fruktoz içeriği Karlıova'ya ait bal örneğinde %41,2, en düşük fruktoz içeriği ise Kiğı'ya ait bal örneğinde %36,8 görülmüştür.

Sakkaroz Adaklı bal örneğinde hiç görülmezken, Yedisu, Genç, Yayladere, Karlıova, Solhan, Merkez ve Kiğı bal örneklerinde sırasıyla %0,88, %0,02, %0,04, %0,07, %0,06, %0,08 ve %1,53 oranında tespit edilmiştir. Bal örneklerinin tümü sakkaroz içeriği Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nde belirtilen %5 sakkaroz sınırına uygundur.

Turanoz miktarı Yedisu, Genç, Yayladere, Karlıova, Solhan, Merkez ve Kiğı bal örneklerinde sırasıyla (%2,05), (%1,74), (%1,44), (%1,22), (%1,30), (%1,68), (%1,65) ve (%2,02) olarak bulunmuştur. Maltoz Yedisu, Genç, Yayladere, Karlıova, Solhan, Merkez ve Kiğı bal örneklerinde sırasıyla (%3,15), (%2,81), (%2,36), (%2,17), (%2,24), (%2,41), (% 2,49) ve (%3,12) şeklinde saptanmıştır. Isomaltoz Yedisu, Genç, Yayladere, Karlıova, Solhan, Merkez ve Kiğı bal örneklerinde sırasıyla (%0,78), (%0,74), (%0,59), (%0,59), (%0,45), (%0,85), (%0,64) ve (%0,65)'tir. Erloz Yedisu, Genç, Yayladere, Karlıova, Solhan, Merkez ve Kiğı bal örneklerinde sırasıyla (%3,58), (%1,74), (%0,94), (%1,39), (%0,82), (%0,82), (%1,14) ve (%3,22)' dir.

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne göre fruktoz + glikoz miktarı 100 gram balda 60 gram üzerinde olmalıdır. Analiz edilen bal örneklerinin fruktoz + glikoz oranı %66,13 – 74,15

arasında olup, fruktoz + glikoz içeriği en düşük Kiğı'dan, en yüksek Karlıova'dan toplanan bal örneğinde saptanmıştır. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne göre fruktoz / glikoz oranı 0,9 – 1,4 değerleri arasında olmalıdır. Bal örneklerinin fruktoz / glikoz oranları 1,25 – 1,29 arasında değişmektedir. Fruktoz/ glikoz oranı en yüksek Yedisu bal örneğinde, en düşük Karlıova, Kiğı, Merkez ve Yayladere bal örneklerinde belirlenmiştir. Bütün ballar kalite kriterlerine uygun bulunmuştur.

Fruktoz ve glikoz balın şeker içeriğini oluşturan ana şekerlerdir. Yapılan çalışmaların balda fruktozun glikozdan daha fazla miktarda bulunduğunu göstermektedir. Bizim çalışmamızda, bal örneklerinin tümünde fruktozun glikozdan daha fazla olduğu saptanmıştır.

Anjos vd. (2015) 11 adet multifloral balda fruktozu ortalama ($35,10 \pm 4,15$), glikozu ortalama ($23,21 \pm 4,53$), sakkarozu ortalama ($1,06 \pm 0,44$), melezitozu ortalama ($3,30 \pm 1,92$), turanozu ortalama ($3,05 \pm 0,68$), maltozu ortalama ($1,28 \pm 0,69$) ve fruktoz / glikoz oranını ise $1,54 \pm 0,14$ olarak bulmuşlardır.

İlker vd. (2016)'nin yayla balının şeker içeriği üzerine yapmış oldukları çalışmada $70,71 \pm 0,69$ fruktoz+ glikoz, $1,13 \pm 0,02$ fruktoz/ glikoz, $3,08 \pm 0,08$ sakkaroz saptanmıştır

Dong et al. (2016) ABD, Türkiye, Arjantin ve Hindistan ballarında sakkaroz miktarını $0,95 \pm 0,11$, $1,80 \pm 0,18$, $2,05 \pm 0,16$ ve $3,09 \pm 0,32$ şeklinde bulmuşlardır.

Özkök (2019) Diyarbakır ve Bingöl illerinde üretilen *Verbascum* sp. ve *Euphorbia* sp. ballarına ait antioksidan kapasite, kimyasal bileşim ve melissopalinolojik karakterizasyonun belirlenmesi çalışmasında; *Verbascum* sp. balının $45,7$ fruktoz, $24,8$ glikoz, $0,81$ melezitoz ve fruktoz /glikoz oranını $1,84 \pm 0,17$ olarak saptamıştır. Bu çalışmada ise monofloral olarak *Verbascum* sp.'ye ait Karlıova bal örneğinde $41,2$ fruktoz, $31,2$ glikoz, $0,07$ sakkaroz, $1,22$ turanoz, $2,17$ maltoz, $0,59$ izomaltoz, $1,39$ erloz ve fruktoz / glikoz oranı $1,25$ olarak belirlenmiş olup, bu bal örneğinde trehaloz, melezitoz ve maltotrioza rastlanılmamıştır.

Özgüven vd. (2020) Türkiye'nin çeşitli bölgelerinden topladıkları 12 adet balın fizikokimyasal özelliklerini incelemişler, çalışmada fruktoz+ glikoz miktarını 10 adet bal örneğinde 65,32-81,61 değer aralığında, 2 bal örneğinde ise 56,31 ve 59,58 olarak bulmuşlardır. Bu çalışmada 10 bal örneğinin fruktoz + glikoz miktarı kalite kriterlerine uygun iken, 2 adet bal örneğinin fruktoz+glukoz oranı ise kalite kriterlerine uygun bulunmamıştır. Balların fruktoz/glikoz oranı 1,20 – 1,49 arasında bulunmuştur. Aynı çalışmada balların sakkaroz içerikleri %0 – 2,88 arasında bulunmuş ve balların kalite kriterlerine uygun olduğu ifade edilmiştir. Bizim çalışmamızda tüm balların kalite kriterlerine uygun olduğu belirlenmiştir.

Yurt ve Çakır (2020)'ın Iğdır ve yöresinde üretilen çiçek ballarının bazı fizikokimyasal özelliklerini inceledikleri çalışmalarında fruktozu $38,62 \pm 2,36$, glukozu $32,46 \pm 2,24$, fruktoz / glukoz oranını $1,20 \pm 0,10$ ve fruktoz+ glikoz miktarını $71,09 \pm 3,66$ olarak saptanmıştır.

Abebe and Megerssa (2021) Etiyopya ballarında fruktoz, glikoz, sakkaroz, maltoz ve fruktoz/glikoz miktarını sırasıyla (%34,61), (%30,91), (%1,96), (%1,36), (1,13) olarak saptamışlardır.

Nabati et al. (2021) İran' da ticari olarak satılan 9 balın fruktoz, glikoz, sakkaroz, fruktoz/glukoz miktarını sırasıyla (%26,65 – 41,93), (%21,11 – 34,32), (%0,3- 4,7), (1,0- 1,3) değer aralığında tespit etmişlerdir. Bu çalışmada, 9 bal örneğinden 1' i fruktoz+ glukoz standardı olan %60 değerinin altında saptanmıştır. Bizim çalışmamızda ise, bal örneklerinin fruktoz + glikoz miktarı Bal Kodeksi'ne uygun olarak tespit edilmiştir. Abebe ve Megerssa (2021) Etiyopya ballarında %34,61 fruktoz, %30,91 glikoz, %1,96 sakkaroz, %1,36 maltoz, fruktoz/ glikoz oranını ise 1,13 olarak saptamışlardır.

TGK Bal Tebliği'nde balın nem oranında, %20 üst sınır olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada nem oranları %13,7 – 16,4 arasında olup; en yüksek nem oranı Yayladere bal örneğinde, en düşük nem oranı ise Yedisu bal örneğinde tespit edilmiştir.

Balın nem içeriğinin düşük olması balın olgunluğunu göstermekte olup, düşük nem içeriğine sahip balların raf ömrü daha uzundur.(Çetin vd. 2014).

Kutlu ve Bengü (2015) Gaziantep bölgesinde üretilen balların nem içeriklerini %13- 20,4 arasında saptamışlardır. Kutlu ve Bengü (2015) çalışmalarında 1 adet bal örneğinin nem içeriğini %20,4 bulduklarını ve buna neden olan faktörün balın erken hasat edilmesi olduğunu ifade etmişlerdir.

İlker vd. (2016) Yayla balları ile yaptıkları çalışmada balın nem içeriğini ortalama %19,03 $\pm$ 0,15 olarak saptamışlardır.

Çiftçi ve Parlat (2018) Konya’ da marketlerde satılan çiçek ballarının kimyasal içeriklerini inceledikleri araştırmada, balların nem içeriklerini %15,48 – 17,63 arasında belirlemişlerdir.

Yurt ve Çakır (2020) Iğdır ve yöresinde üretilen çiçek ballarının bazı fizikokimyasal özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, balların nem miktarını %15,06 $\pm$ 0,75 olarak tespit etmişlerdir.

Abebe and Megerssa (2021) Etiyopya ballarında nem miktarını %19,75 olarak saptamışlardır.

Nabati et al. (2021) İran’ da ticari olarak satılan 9 bal örneğinde nem içeriğini %14,80 $\pm$ 0,20- 16,50 $\pm$ 0,96 olarak tespit etmiştir.

Balda nem ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında çalışmamızda elde edilen nem analiz sonuçları diğer literatür çalışmaları ile de uyumludur. Bu çalışmada analiz edilen ballar nem içeriği açısından kalite kriterlerine uymaktadır.

Bu çalışmada, analiz edilen balların HMF düzeyleri 4,7- 21,8 mg/kg arasında değişmekte olup, ortalama 10,2 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

İlker vd. (2016) yayla ile yapmış oldukları çalışmada HMF düzeyini 2,73 $\pm$ 0,06 mg/kg bulmuşlardır.

Akgün (2017) Ordu ilinde üretimi yapılan orman gülü, akasya, yayla ve kestane ballarının fiziksel ve kimyasal aktivitelerini incelediği çalışmasında, balların HMF miktarını sırasıyla (8,02), (11,83), (3,64), (3,64) mg/kg olarak belirlemiştir.

Belli (2019) Muğla'nın bazı ilçelerinden topladığı balların fiziksel ve kimyasal özelliklerini araştırdığı çalışmasında, balların HMF içeriğini 0-93,8 mg/kg arasında saptamıştır.

Yurt ve Çakır (2020) Iğdır ve yöresinde üretilen çiçek ballarının bazı fizikokimyasal özelliklerini inceledikleri çalışmalarında HMF düzeylerini ortalama $39,85 \pm 30,41$ mg/kg arasında bulmuşlardır.

Abebe and Megerssa (2021) Etiyopya ballarında HMF düzeyini 3,78 mg/kg olarak saptamışlardır.

Nabati et al. (2021) ticari olarak satılan 9 bal örneğinin HMF düzeylerini $1,37 \pm 0,25$ - $74,32 \pm 0,67$ mg / kg şeklinde tespit etmişlerdir.

Enita et al. (2021) Endonezya'da 4 adet balın HMF miktarını $(1,33 \pm 0,02)$, $(1,78 \pm 0,08)$, $(3,40 \pm 0,00)$ ve $(4,45 \pm 0,13)$ mg / kg olarak bulmuşlardır.

Bal ısıtıldığında ya da uzun süre depolandığında monosakkaritlerin bozulması ile HMF oluşmaktadır (Castro-Vázquez et al. 2006). Bala invert şeker eklenmesi gibi balda sahtecilik işlemleri, balın HMF miktarının yüksek olmasına sebep olmaktadır (Capuano and Fogliano 2011).

Bu çalışmada analiz edilen balların sağıp sezonunda arıcıdan direkt temin edilmesi, saklama koşullarının uygun olması ve depolama süresinin kısa olması gibi etkenlerle analiz sonuçlarında da görüldüğü üzere HMF düzeyleri Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne uygun değerler arasında yer almaktadır.

Bal örneklerinin prolin miktarları 357,3 – 1025,8 mg / kg arasında olup; ortalama 760,8 mg/kg olarak bulunmuştur. En yüksek prolin Adaklı bal örneğinde, en düşük prolin ise Yedisu bal örneğinde tespit edilmiştir. Bal örneklerinin tümü TGK Bal Tebliği'nin en az 300 mg/kg kriterini sağlamaktadır.

Balda düşük miktarda da olsa protein bulunmaktadır. Proteinin baldaki varlığı, balın doğallığının tespitinde önem taşımaktadır (İslam et al. 2012).

Akgün (2017) çalışmasında Yayla ballarında prolin miktarını 692,67 mg/kg olarak analiz etmiştir.

Nispet vd. (2018) Erzurum ilinde doğal balların ve kovan başına 10 kg şeker şurubu ilave edilmiş bal örneklerinin fizikokimyasal içerik analizlerinde; prolinin doğal ballarda ortalama $202,2 \pm 26,1$ mg/kg, şeker şurubu eklenmiş ballarda ise $71,1 \pm 21,6$ mg / kg olarak bulunmuştur. Araştırma sonucu prolin ve diğer parametrelerin doğal balın ayırt edilmesinde önemli bir faktör olduğu anlaşılmıştır.

Belli (2019) Muğla'nın bazı ilçelerinden topladığı balların prolin içeriğini 158,45 – 1217,45 mg/kg arasında saptamıştır.

Malkoç vd. (2019) Marmara Bölgesi'nde 18 adet karaçalı balının fizikokimyasal özelliğini araştırdıkları çalışmalarında prolin miktarını $807,57 \pm 213,50$ mg/kg olarak tespit etmişlerdir.

Bal arıları, balın olgunlaşması sırasında diastaz enzimini salgırlar. Yüksek ısıya maruz kalan ballarda diastaz sayısı düşmektedir (Tolon 1999). Doğu Anadolu Bölgesi'nde üretilen bazı balların diastaz sayısı ortalama 20,19 olarak belirlenmiştir (Gül 2008). Başka bir çalışmada is salgı ve çiçek ballarının diastaz sayıları 25,29 ve 22,68 olarak bulunmuştur (Sorkun vd. 2002).

Batu vd. (2013) Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz Bölgeleri'nde topladıkları balların fizikokimyasal ve biyokimyasal özelliklerini çalışmışlardır. Araştırmada diastaz sayısı 8,30 – 17,9 ve ortalama 13,09 arasında bulunmuştur.

İlker vd. (2016) yayla ballarında diastaz sayısını ortalama $20,72 \pm 0,82$ olarak tespit etmişlerdir.

Nabati et al. (2021) İran’da piyasada satılan 9 bal örneğinde diastaz sayısını 0,2 – 12,2 olarak tespit etmiştir. 9 bal örneğinden 7’sinin Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği’ne uygun olmadığı görülmüştür.

Enita et al. (2021) Endonezya’da 4 adet balda diastaz sayısını $(11,82 \pm 0,14)$, $(13,94 \pm 0,06)$, $(17,95 \pm 0,05)$ ve $(25,53 \pm 0,84)$ olarak bulmuşlardır.

Bu çalışmada diastaz sayısı 7,5 – 19,2 arasında, ortalama diastaz sayısı 15,18 olarak bulunmuştur. Bal örneklerinin diastaz sayısı en fazla Karlıova ilçesine ait balda, en düşük ise Kiğı ilçesine ait balda belirlenmiştir. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği göre diastaz sayısı en az 8 olmalıdır. Çalışmamızda Kiğı ilçesine ait bal örneği dışında bütün balların diastaz sayısı tebliğe uygun bulunmuştur. Kiğı bal örneğinin HMF miktarı da, kalite sınırları içerisinde bulunmasına rağmen, diğer bölge ballarına nazaran daha yüksek saptanmıştır. Bu da balın ısıtılma işlemine tabi tutulmuş olabileceğini düşündürmektedir.

4.2.3. Glisemik İndeks Saptama Yöntemi

FAO’ nun (1998) “İnsan Beslenmesinde Karbonhidratlar” adlı raporunda Gİ hesaplamasında dikkat edilmesi gereken hususlar belirtilmiştir. Bilimsel araştırmalarda kişi sayısı arttıkça, araştırmanın daha iyi sonuç vereceği bilinse de, Gİ belirleme araştırmalarında zaman, maliyet ve bireyin konforu düşünülerek ortalama 20 bireyin bu araştırmalarda yeterli olduğu belirlenmiştir. Wolever et al. (2003) 47 birey ile Gİ belirleme çalışması yapmış fakat sonucun daha az bireyle yapılan çalışmalardan çok da farklı olmadığı anlaşılmıştır. Bu sebeple bizim çalışmamızda 20 sağlıklı gönüllü birey ile balın Gİ’si *invivo* olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda gönüllü olan bireylerin herhangi bir endokrin ve metabolik hastalıklarının olmamasına dikkat edilmiştir.

Gİ hesaplamada referans besin olarak beyaz ekmek veya glikoz kullanılmaktadır. Beyaz ekmekte kullanılan unun ülkeler arası ve yöresel farklılıklara yol açacağı düşünüldüğü için, çalışmada referans besin olarak glikoz kullanılmıştır.

Karbonhidrat miktarının 50 gramdan az olması kan şekeri artışının takibi açısından yeterli olmayabilmektedir. Bu nedenle çalışmamızda tüketilecek glikoz ve bal örneklerinin 50 g

sindirilebilir karbonhidrat içermesine dikkat edilmiştir (FAO 1998). Daha az miktarda karbonhidrat tüketimi, emilim ve sindirim gibi farklılıklardan dolayı, tokluk kan şekerinin açlık kan şekerine ulaşma süresinin 2 saatten daha az sürede olmasına yol açabilmektedir. Bu da bal örneklerinin Gİ değerlerinin doğru saptanmamasına yol açabilmektedir.

Kan şekeri ölçümleri parmaktan kapiller veya damardan venöz olabilmektedir. Venöz olarak alınan kandaki glikoz konsantrasyonu, deri ve iskelet kasında glikozun kullanılması sebebiyle, kapiller olarak alınan kana göre daha düşük olabilmektedir. Gİ saptama çalışmalarında parmaktan kapiller kan ölçümü daha az varyasyona sebep olduğu için tavsiye edilmektedir (Alfenas and Mattes 2005). Kan şekeri ölçümü bu çalışmada kapiller olarak yapılmıştır. Bu yöntemle sonuç daha kısa sürede alınmaktadır ve maliyetler de daha az olmaktadır.

Gİ belirleme çalışmaları kan şekeri ölçümlerinin, 10 ile 14 saat açlıktan sonra, sabah saat 10:00 öncesinde yapılması önerilmektedir (FAO 1998). Bu çalışmada bireylerin 12 saat açlıktan sonra sabah 09:00 da kan şekeri ölçümleri yapılmaya başlanmıştır. Açlık kan şekerinin 100 mg/dL' nin altında olması bireyin aç olduğunu göstermektedir.

Gİ saptama çalışmalarında sağlıklı bireylerde 2 saat, şeker hastalarında 3 saat sürede yapılmaktadır. Kan şekerinin açlık düzeyine inmesi sağlıklı bireylerde 1,5 saat iken, şeker hastalarında bu süre 3 saat olmaktadır (Gannon and Nuttal 1987). Kan şekeri ölçümlerinin 0, 15, 30, 45, 60, 90 ve 120'nci dakikalarda yapılması yeterlidir (Brouns et al. 2005). Bu çalışmada referans besin ve bal örnekleri tüketilmeden önce ve tüketimden sonra 15, 30, 45, 60, 90 ve 120'nci dakikalarda toplamda 7 defa kan şekeri ölçümleri yapılmıştır. Ölçümlerde 2 saat sonunda tokluk kan şekerlerinin açlık seviyesine ulaştığı görülmüştür.

Bu çalışmada glikoz ve bal örnekleri tüketildikten sonra kapiller kan şekeri ölçümleri 1'er defa yapılmıştır. Ölçümlerin 2 veya 3 tekrar halinde yapılmasını öneren araştırmacılar, bu sayede Gİ hesaplamasında daha doğru veriler edileceğini öngörmektedirler (FAO 1998). Her ne kadar tekrarlı çalışmalarda daha doğru veriler elde edilse de, literatürde yapılan çalışmaların çoğu 1 tekrar olacak şekilde yapılmıştır.

4.2.4.Bal Örneklerinin Glisemik İndeksinin Değerlendirilmesi

Balın glisemik indeksinin belirlenmesiyle ilgili birçok çalışma yapılmıştır.

Ischayek and Kern (2006) tupelo, pamuk, karabuğday ve yonca ballarının Gİ değerlerini sırasıyla $(74,1 \pm 8,2)$, $(7,3 \pm 6,6)$, $(73,4 \pm 6,4)$, $(69,2 \pm 8,1)$ olarak tespit etmişlerdir.

Deibert et al. (2010) ıhlamur, multifloral, akasya, püren, ıhlamur (ham), kestane, kolza ve salgi balının Gİ değerlerini $(49,2)$, $(51,3)$, (53) , $(53,3)$, $(53,4)$, (64) ve $(88,6)$ bulmuşlardır.

Perry and Richardson (2011) ise 1 adet Manuka balının Gİ değerini 65 olarak saptamıştır.

Chepulis and Francis (2013) Manuka balının Gİ değerini 54, 55, 57, 57 ve 59 bulmuştur.

Khan et al. (2018) yaptıkları çalışmada, *Justicia adhatoda* bitkisine ait balın Gİ değerini 65,86, ahududu ballarının Gİ değerini ise 68,18 belirlemiştir.

Ülkemizde bu konuda ilk olarak Silici ve arkadaşları 2014 yılında çalışmışlardır. Bu çalışmada Bingöl balının da Gİ değerine bakılmış ve Bingöl balının Gİ değeri 57,4 olarak saptanmıştır.

Bizim yaptığımız çalışmada ise Bingöl'ün 8 ayrı bölgesinden toplanan bal örnekleri ile Bingöl Balının Gİ değerinin saptanması amaçlanmıştır. Bingöl'ün 8 farklı coğrafik bölgesinden aralıklardan bal temin edilmiştir. Bal örneklerinin Gİ değerleri büyükten küçüğe doğru sırasıyla, Genç $(72,3)$, Yayladere $(62,4)$, Kiğı $(60,9)$, Solhan $(57,3)$, Yedisu $(54,3)$, Karlıova $(51,1)$, Merkez $(46,1)$ ve Adaklı $(41,2)$ olarak bulunmuştur. Glisemik indeks sınıflandırmasına göre; Yedisu, Karlıova, Adaklı ve Bingöl merkezden alınan bal örnekleri düşük Gİ sınıflamasına girerken, Yayladere, Solhan ve Kiğı'dan alınan bal örnekleri orta, Genç'ten alınan bal örneği yüksek Gİ sınıflamasına girmiştir.

4.2.5. Glisemik İndeks Değeri ve Balın Şeker İçeriği Arasındaki İlişki

Bu çalışmada balların glikoz oranları %29,3 - 32,9 arasında, fruktoz oranları %36,8 - 41,2 arasında olup; fruktoz/glikoz oranları 1,25 - 1,29 arasında değişmektedir. Bal örneklerinin tümünde fruktoz oranı glikoz oranından fazladır. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda balların Gİ değerleri ve şeker değerleri arasında anlamlı bir korelasyon görülmemiştir ($p>0,05$). Yani şeker miktarları değiştikçe Gİ değerleri artmamış veya azalmamıştır.

Bal, yaygın olarak kullanılan sofr şekerine eşit tatlandırma kapasitesine sahip olduğundan, her iki tatlandırıcı maddenin karşılaştırılması uygundur. Literatürde balın ortalama Gİ değeri 55 ± 5 iken, sofr şekerinin ortalama Gİ değeri 68 ± 5 'tir. Bu, balın sofr şekerine göre daha düşük kan şekeri tepkisine sahip olabileceği anlamına gelmektedir (Foster-Powel et al. 2002). Bu çalışmada 8 bal örneğinin 4'ü düşük Gİ (<55), 3'ü orta Gİ (56-69) ve 1'i yüksek Gİ (>70) değerindedir. Yani 8 bal örneğinin 7'si sofr şekerine göre düşük Gİ'ye sahiptir.

Arcot and Brand-Miller (2005) yaptıkları çalışmada Gİ ile toplam şeker, fruktoz seviyesi, organik asit içeriği, pH veya ozmolalite arasında önemli bir korelasyon gözlemlenmediğini belirtmiştir.

Ischayek and Kern (2006) yaptıkları çalışmada balların fruktoz / glikoz oranı ile glisemik tepkileri arasında bir ilişki saptanmadığını belirtmektedirler.

Deibert et al. (2010) bazı Alman bal çeşitlerinin glisemik ve insülinemik özellikleri ile ilgili yaptıkları çalışmada fruktoz/glikoz oranından ziyade fruktoz içeriğinin Gİ indeks ile anlamlı bir ilişkide olduğunu belirtmektedir.

Balın fruktoz oranı, glikoz oranından biraz daha yüksektir. Ancak balın fruktoz içeriği nektar kaynağına göre farklılık gösterebilir. Literatürden elde edilen veriler, fruktozun Gİ değerinin 19 ± 2 olduğunu ve bu değerin glikozun Gİ değerinden daha düşük olduğunu belirtmektedir (Foster-Powel et al. 2002). Bazı bulgular, saf fruktozun bir glikoz ölçeğine göre ölçüldüğünde 12 Gİ değerine sahip olduğunu belirtmektedir. Bunun nedeni, fruktozun

tek başına tüketildiğinde diğer karbonhidratlarla birlikte tüketildiğinden çok daha yavaş emilmesidir (Uusitupa 1994; Shi et al. 1997).

Silici vd. (2014) Türkiye’de üretilen monofloral ve multifloral balların glisemik indeks değerlerini saptadıkları çalışmada; fruktoz/glikoz oranı ile Gİ değeri arasında bir ilişki bulunmadığını belirtmektedirler. Bu da bizim çalışmamızla uyum arz etmektedir.

4.2.6. Glisemik İndeks Değerlerinin Besin Etiketlerinde Yer Alması

Besin etiketlemesinde amaç tüketiciye besinin içeriği hakkında bilgi sunmak ve besinin diğer ürünlerden farklı olan noktalarını belirtmektir. Tüketiciler etiket okumada daha çok ürünlerin farklı olan kısımlarıyla ilgilenmektedirler. Gİ değeri de bu farklılıklardan birisi olup, birçok ülke gıda etiketlerinde Gİ değeri yer almaktadır. Avustralya’da Gİ değeri uzun zamandır etiketlerde yer almaktadır. Üreticiler ve tüketiciler besinlerin Gİ değeri konusunda bilgi sahibidirler (Brand-Miller and Gilbertson 2001).

Kanada Sağlık Bakanlığı Gİ değerinin etiketlerde yer almasının tüketicilerin beslenmelerinde daha sağlıklı kararlar vereceğini yayınlarında belirtmektedir. Ayrıca karbonhidrat içeriği düşük sağlıklı birçok besinin de olduğunu vurgulamaktadır. Sonuç olarak Kanada Sağlık Bakanlığı Gİ değerinin besin etiketlerinde yer alması yerine, daha çok tüketicilerin Gİ ile ilgili makale ve yayınlarla bilgilendirilmesinin tüketicilerin sağlıklı beslenmesine daha yararlı olacağını belirtmektedir (Aziz vd. 2013).

Kanada Sağlık bakanlığı Gİ değerinin etiketlerde yer almasının şeker hastaları ve bozulmuş glikoz toleransı olan kişilerde postprandiyal hiperinsülineminin kontrol edilmesinde faydalı olacağını belirtmiştir. Her geçen gün sedanter yaşam ve obezite ile birlikte şeker hastalığı ve bozulmuş glikoz toleransı olan kişilerin sayısı artmaktadır. Besin etiketlemede amaç tüketicilerin sağlıklı besin seçimi olduğundan, postprandiyal gliseminin toplum sağlığını korumada öneminin fazla olduğu vurgusu yapılmıştır (Health Canada 2013).

Gİ değerinin saptanmasıyla ilgili ülkemizde çok fazla çalışma yapılmadığından, besin etiketlerinde Gİ değerinin yer almasıyla alakalı tartışmalar ülkemiz gündeminde henüz yer

almamaktadır. Ülkemizde Gİ konusunda çalışmaların yapılması, üretici ve tüketicilerin bilgilendirilmesi gerekmektedir. Fakat sağlık beslenme tercihlerinde Gİ değeri tek başına yeterli bir faktör değildir, besinlerin diğer içeriklerine de dikkat ederek değerlendirme yapılmalıdır.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Gİ değerine göre beslenme ilk başta şeker hastalarının kan şekeri kontrolü için düşünülen bir yöntem olsa da; son yıllarda sağlıklı insanların da obezite, diyabet ve kardiyovasküler hastalıklara karşı korunması amacıyla da tavsiye edilmektedir. FAO/ WHO uzman konsültasyonu, Gİ kavramının, sağlığın korunması ve çeşitli hastalıkların tedavisi için en uygun karbonhidrat içeren gıdaların seçilmesine yardımcı olmak için yararlı bir araç sağlayabileceğini öne sürmektedir (FAO and WHO 1998). Diyet planlamasında besinlerin Gİ değerine de dikkat edilmelidir (Powell-Foster and Susana 2002).

Bal, yüksek fruktoz içeriği nedeni ile sofraya şekerinden daha düşük Gİ değerine sahip doğal tatlandırıcı bir üründür. Araştırmalar, balın insanlarda oksidatif stresi azaltabilen chrysin, pinobanksin, C vitamini, katalaz ve pinokembin gibi doğal antioksidanlara sahip olduğunu bildirmektedir (Gheldof and Engeseth 2002 ; Gheldof et al.2003). Bazı araştırmalar, balın prebiyotik olarak işlev görebilecek çeşitli oligosakkaritler içerdiğini de göstermektedir. Prebiyotikler, bağırsakta faydalı bakterilerin (lactobacillus ve bifidus) büyümesini teşvik edebilen, sindirilemeyen diyet maddeleridir. Bu yararlı mikroplar, zararlı patojenlerin aşırı büyümesini baskılayarak bağırsak sağlığını iyileştirebilir (Ustunol and Gandhi 2001). Bal, besin ve tedavi edici değerleri nedeniyle çok eski zamanlardan beri kullanılmaktadır. Balın sağlığa olan birçok faydasından dolayı hem çocukların hem de yetişkinlerin günlük beslenmesinde yer almalıdır. Diyabet hastalarının orta ve düşük glisemik indekse sahip balları beslenme uzmanlarının tavsiye ettiği miktarlarda tüketmeleri önerilmektedir. Düşük Gİ değerine sahip bal türlerinin tüketimi örneğin akasya balı, faydalı fizyolojik etkilere sahip olabilir ve tip-2 diyabet hastaları tarafından kullanılabilir. Sağlıklı insanlar ve diyabet hastaları tarafından belirtilmemiş tipte 50 gr bal alımı, aynı miktarlarda glikoz veya bala benzer bir şeker karışımının tüketiminden daha az kan insülini ve glikoz artışına neden olmaktadır (Al-Khalidi et al. 1980; Jawad et al. 1981).

Bal tüketiminin diyabet hastaları üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu ve plazma glikozunda önemli bir düşüşe neden olduğu gösterilmiştir(Peretti et al. 1994; Al-Waili 2003,2004).

Bu çalışmada Gİ değeri orta ve düşük değerde saptanan balları, bireyler günlük beslenmelerinde tercih edilebilirler. Bu çalışma kapsamında Bingöl ilinde üretilen balların Gİ değeri saptanmıştır. Bingöl balının Gİ değerinin saptanması; gerek obezite, diyabet ve kardiyovasküler hastalığı olan bireylerin gerekse de sağlıklı beslenmek isteyen bireylerin bal tercihlerinde katkı sağlayacaktır. Fakat karbonhidrat ağırlıklı beslenen ülkemizde birçok besinin ve balın Gİ değerinin saptanması konusunda daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

Abdulrhman M, El-Hefnawy M, Hussein R, Abou El-Goud A (2011) The glycemic and peak incremental indices of honey, sucrose and glucose in patients with type 1 diabetes mellitus: effects on C-peptide level a pilot study. *Acta diabetologica* 48(2): 89-94

Abdulrhman MM, El-Hefnawy MH, Aly RH, Shatla RH, Mamdouh RM, Mahmoud DM, Mohamed WS (2013) Metabolic effects of honey in type 1 diabetes mellitus: a randomized crossover pilot study. *Journal of medicinal food* 16(1): 66-72

Abebe BA, Megerssa AT (2021) *International Journal of Agriculture and Food Science*. Volume 3, p. 2: 28-35

Afroz R, Tanvir EM, Zheng W, Little PJ (2016) Molecular pharmacology of honey. *Clinical and Experimental Pharmacology* 6-03

Agus MS, Swain JF, Larson CL, Eckert EA, Ludwig DS (2000) Dietary composition and physiologic adaptations to energy restriction. *The American journal of clinical nutrition* 71(4): 901-907

Agus A, Umami N (2019) The sugar content profile of honey produced by the Indonesian stingless bee, *Tetragonula laeviceps*, from different regions. *Livestock Research for Rural Development* 31-6

Augustin LS, Kendall CW, Jenkins DJ, Willett WC, Astrup A, Barclay AW, Poli A (2015) Glycemic index, glycemic load and glycemic response: an International Scientific Consensus Summit from the International Carbohydrate Quality Consortium (ICQC). *Nutrition, Metabolism and cardiovascular diseases* 25(9): 795-815

Ahima RS (2000) Flier JS. Adipose tissue as an endocrine organ. *Trends Endocrinol Metab* 11: 327-332

Ahmed M, Djebli N, Aissat S, Khiati B, Meslem A, Bacha S (2013) In vitro activity of natural honey alone and in combination with curcuma starch against *Rhodotorula mucilaginosa* in correlation with bioactive compounds and diastase activity. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 3: 816-821

Ajibola A(2015) Novel insights into the health importance of natural honey. *The Malaysian journal of medical sciences MJMS* 22(5): 7

Akgün N (2017) Ordu ilinde üretilen kestane balı, akasya balı, orman gülü balı ve yayla ballarının fiziksel ve kimyasal aktiviteleri ile antioksidan özelliklerinin incelenmesi, yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu Üniversitesi, Ordu, s. 28

Alfenas RCG, Mattes RD (2005) Influence of glicemic index/load on glicemic response, appetite and food intake in healthy humans. *Diabetes Care* 28(9): 2123-2129

Al-Farsi M, Al-Belushi S, Al-Amri A, Al-Hadhrami A, Al-Rusheidi M, Al-Alawi A (2018) Quality evaluation of Omani honey. *Food chemistry* 262: 162-167

Alqarni AS, Owayss AA, Mahmoud AA (2012) Mineral content and physical properties of local and imported honeys in Saudi Arabia. *Journal of Saudi Chemical Society* 5: 618 – 625

Alvarez-Suarez JM, Giampieri F, González-Paramás AM, Damiani E, Astolfi P, Martinez-Sanchez G, et al. (2012) Phenolics from monofloral honeys protect human erythrocyte membranes against oxidative damage. *Food and Chemical Toxicology* 50: 1508–1516

Alzahrani HA, Alsabehi R, Boukraâ L, Abdellah F, Bellik Y, Bakhotmah BA (2012) Antibacterial and antioxidant potency of floral honeys from different botanical and geographical origins. *Molecules* 17(9): 10540-10549

Al-Khalidi A, Jawad FH, Tawfiq NH (1980) Effects of bees honey, zahdi dates and its syrup on blood glucose and serum insulin of diabetics. *Nutr Rep Int* 21: 631–643

Al-Waili NS (2003) Intrapulmonary administration of natural honey solution, hyperosmolar dextrose or hypoosmolar distill water to normal individuals and to patients with type-2 diabetes mellitus or hypertension: Their effects on blood glucose level, plasma insulin and C-peptide, blood pressure and peaked expiratory flow rate. *Eur. J. Med. Res.* 8: 295–303

Al-Waili NS (2004) Natural honey lowers plasma glucose, C-reactive protein, homocysteine, and blood lipids in healthy, diabetic, and hyperlipidemic subjects: Comparison with dextrose and sucrose. *J Med Food* 7: 100–107

Aksoy M (2000) Karbonhidratlar Beslenme Biyokimyası. Ankara: Hatipoğlu Yayınevi, s. 60-112

Andersen OM, Markham KR (2005) Flavonoids: chemistry, biochemistry and applications. CRC press, p. 1245-1248

Anjos O, Campos MG, Ruiz PC, Antunes P (2015) Application of FTIR-ATR spectroscopy to the quantification of sugar in honey. *Food chemistry* 169: 218-223

ANON (2009) Harmonised Methods Of The International Honey Commission <https://www.ihc-platform.net/ihcmethods2009.pdf> (erişim tarihi: 05.05.2021)

Artha IMJR, Bhargah A, Dharmawan NK, Pande UW, Triyana KA, Mahariski PA, Rina IK (2019) High level of individual lipid profile and lipid ratio as a predictive marker of poor glycemic control in type-2 diabetes mellitus. *Vascular Health and Risk Management* 15: 149

Aronne G, Malara P (2019) Fiber-optic refractometer for in vivo sugar concentration measurements of low-nectar-producing flowers. *New Phytologist* 224(2): 987-993

Atayoğlu AT, Soylu M, Silici S, Inanc N (2016) Glycemic index values of monofloral Turkish honeys and the effect of their consumption on glucose metabolism. *Turkish journal of medical sciences* 46(2): 483-488

Ateş Y, Yaşar S (2020) Chemical investigations on honey produced in bingöl and surroundings. *Uludag Bee Journal* 20-1

Atkinson FS, Foster-Powell K, Brand-Miller JC (2008) International Tables of Glycemic Index and Glycemic Load Values 2008. *Diabetes Care* 31 (12): 2281–83 <https://doi.org/10.2337/dc08-1239>

Aydın İ (2013) Şeker ve diyabet. *Ayrıntı Dergisi*, s. 1-9

Avci V, Esen F, Kırınşan K (2018) Bingöl İlinin Fiziki Coğrafya Özellikleri. *Bingöl Araştırma Dergisi*, s. 9-40

Aziz A, Dumais L, Barber J (2013) Health Canada's evaluation of the use of glycemic index claims on food labels. *American Journal of Clinical Nutrition* 98: 269–74

Baglio E (2018) Chemistry and Technology of Honey Production. Honey: Processing Techniques and Treatments. <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-65751-6>

Bağcı Y, Tunç B (2006) Hadim-Taşkent (Konya), Sarıveliler (Karaman) Yöresi Ballarında Polen Analizi. *Selçuk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Dergisi* 28: 67-76

Bakır Angay S (2019) Piyasada Satılan Bazı Glutensiz Ekmeklerin Glisemik İndeks Değerlerinin Belirlenmesi, yüksek lisan tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, s. 28

Baloš MMŽ, Popov NS, Radulović JZP, Stojanov IM, Jakšić SM (2020) Sugar profile of different floral origin honeys from Serbia. *Journal of Apicultural Research* 59(4): 398-405

Bantle JP (2009) Dietary fructose and metabolic syndrome and diabetes. *The Journal of nutrition* 139(6): 1263-1268

Barra MPG, Ponce-Díaz MC, Venegas-Gallegos C (2010) Volatile compounds in honey produced in the central valley of Ñuble Province, Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research* 70: 75-84

Batu A, Küçük E, Çimen M (2013) Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz Bölgeleri çiçek ballarının fizikokimyasal ve biyokimyasal değerlerinin belirlenmesi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi* 8(1): 52-62

Baysal A, Aksoy M, Bozkurt N (2002) *Diyet El Kitabı*, Hatiboğlu Yayıncılık Ankara, s. 225

Bao J, Atkinson F, Petocz P, Willett WC, Brand-Miller JC (2011) Prediction of postprandial glycemia and insulinemia in lean, young, healthy adults: glycemic load compared with carbohydrate content alone. *The American journal of clinical nutrition* 93(5): 984-996

Behçet L, Yapar Y, Sinan A (2014) Contribution to the flora of Turkey from B8 square (Bingöl, Elazığ/ Turkey), *Biological Diversity and Conservation (BioDiCon)* 7(3): 87-97

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

Belay A, Solomon WK, Bultossa G, Adgaba N, Melaku S (2013) Physicochemical properties of the Hareenna forest honey, Bale, Ethiopia Food Chemistry 141(4): 3386-3392

Belay A, Haki GD, Birringer M, Borck H, Lee YC, Cho CW, Melaku S (2017) Sugar profile and physicochemical properties of Ethiopian monofloral honey. International Journal of Food Properties 20(11): 2855-2866

Belli T (2019) Muğla ilinde üretilen balların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri, yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, s. 31-49

Bergamo G, Seraglio SKT, Gonzaga LV, Fett R, Costa ACO (2019) Physicochemical characteristics of bracatinga honeydew honey and blossom honey produced in the state of Santa Catarina: an approach to honey differentiation. Food research international 116: 745-754

Bogdanov S, Ruoff K, Persano Oddo L (2004) Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: A review Apidologie 35: 4–17

Bogdanov S (2009) Harmonised Methods of the International Ihc 5: 1–62

Bogdanov S (2012) Honey as Nutrient and Functional Food. Proteins 1100: 1400–2700

Bogdanov S, Gallmann P (2008) Authenticity of honey and other bee products: State of the art. ALP science, Agroscope Liebefeld-Posieux, Swiss Federal Research Station for Animal Production and Dairy Products (ALP), Bern, p. 520

Bogdanov S, Jurendic T, Sieber R, Gallmann P (2008) Honey for nutrition and health: a review. Journal of the American college of Nutrition 27(6): 677-689

Brand-Miller J, Nantel G, Slama G (2001) Glycaemic index and Health: Quality of the evidence. France: John Libbey Eurotext p. 7-26

Brand-Miller J, Gilbertson H (2001) Practical aspects of meal planning using the glycaemic index. FAO/Danone Vitapole Workshop. Glycemic index and health: the quality of the evidence. Bandol, France: Danone Vitapole 14(3): 168-168

Brand-Miller J, Hayne S, Petocz P, Colagiuri S (2003) Low- glycemic index diets in the management of diabetes: a meta- analysis of randomized controlled trials. Diabetes Care 26: 2261-2267

Brouns F, Bjorck I, Frayn KN (2005) Glycemic index methodology. *Nutrition Review* 18: 145-171

Čanadanović-Brunet, J, Ćetković G, Šaponjac VT, Stajčić S, Vulić J, Djilas S, Popović B (2014) Evaluation of phenolic content, antioxidant activity and sensory characteristics of Serbian honey-based product. *Industrial Crops and Products* 62: 1-7

Capuano E, Fogliano V (2011) Acrylamide and 5-hydroxymethylfurfural (HMF): A review on metabolism, toxicity, occurrence in food and mitigation strategies. *LWT-food science and technology* 44(4): 793-810

Castro-Vázquez L, Díaz-Maroto MC, De Torres C, Pérez-Coello MS (2010) Effect of geographical origin on the chemical and sensory characteristics of chestnut honeys. *Food Research International* 43(10): 2335-2340

Cengiz H (2016) Göynük nahiyesi (Karlıova-Bingöl) ve çevresinin florası. *Yüksek Lisans Tezi, Fen Bil. Enstitüsü, Bingöl Üniversitesi, Bingöl*, s. 204

Chan-Zapata I, Segura-Campos MR (2021) Honey and its protein components: Effects in the cancer immunology. *Journal of Food Biochemistry* 45(5): 13613

Chaudhary A, Bag S, Banerjee P, Chatterjee J (2020) Wound healing efficacy of Jamun honey in diabetic mice model through reepithelialization, collagen deposition and angiogenesis. *Journal of traditional and complementary medicine* 10(6): 529-543

Chen C (2019) Relationship between water activity and moisture content in floral honey *Foods* 8(1): 30

Chepulis L, Francis E (2013) The glycaemic index of Manuka honey. *e-SPEN Journal* 8(1): 21-24

Cienciosi D, Forbes-Hernández T, Afrin S, Gasparrini M, Reboredo Rodriguez P, Manna P, Zhang J, Bravo Lamas L, Martínez Flórez S, Agudo Toyos P, Quiles J, Giampieri F, Battino M (2018) Phenolic compounds in honey and their associated health benefits: A review. *Molecules* 23(9): 2322

Clébis VH, Nishio EK, Scandorieiro S, Victorino VJ, Panagio LA, de Oliveira Jr AG, Nakazato G (2021) Antibacterial effect and clinical potential of honey collected from *Scaptotrigona bipunctata* Lepeletier (1836) and Africanized bees *Apis mellifera* Latreille and their mixture. *Journal of Apicultural Research* 60(2): 308-318

Codex Alimentarius Committee on Sugars. (2001) Codex standard 12, Revised Codex Standard for Honey. Standards and Standard Methods 11: 1-7

Corvucci F, Nobili L, Melucci D, Grillenzoni FV (2015) The discrimination of honey origin using melissopalynology and Raman spectroscopy techniques coupled with multivariate analysis. Food chemistry 169: 297-304

Crapo PA, Reaven G, Olefsk J (1977) Postprandial plasma-glucose and insulin responses to different complex carbohydrates. Diabetes 26(12): 1178-1183

Çakır Y, Çobanoğlu DN, Dervişoğlu G, Koçyiğit S, Karahan D, Yelkovan S (2020) Determination Antimicrobial Activity, Palynological Characteristics and Chemical Composition of Some Honey Samples from Turkey. Mellifera 20(1): 41-60

Çetin K, Alkın E, Uçurum H (2014) Piyasada Satılan Çiçek Ballarının Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi. Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi, s. 11

Çiftçi M, Parlat SS (2018) Konya Bölgesindeki Marketlerde Satılan Farklı Ticari Çiçek Ballarının Bazı Kimyasal Özelliklerinin Türk Gıda Kodeksi-Bal Tebliğine Uygunluğunun Araştırılması. Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences 32(1): 38-42

Çil MA, Caferoğlu Z, Bilgiç P (2020) Üniversite öğrencilerinde diyet kalitesinin ve yeme davranışının antropometrik ölçümler ile ilişkisi. Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi (1): 61-67

Çobanoğlu DN (2017) Azerbaycan Gence Kazak Bölgesi Ballarının Mikroskopik, HPLC ve GC-MS Analizleri ile İçeriklerinin Belirlenmesi. Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, s. 48-50

Daniele G, Maitre D, Casabianca H (2012) Identification, quantification and carbon stable isotopes determinations of organic acids in monofloral honeys. A powerful tool for botanical and authenticity control. Rapid Commun Mass Spectrom 26: 1993–1998

Da Silva PM, Gauche C, Gonzaga LV, Costa ACO, Fett R (2016) Honey: Chemical composition, stability and authenticity. Food chemistry 196: 309-323

D'Albore GR and Oddoo LP (1978) Flora apistica itali- ana. Federazione apicoltori italiani p. 23-25

Deibert P, König D, Kloock B, Groenefeld M, Berg A (2010) Glycaemic and Insulinaemic Properties of Some German Honey Varieties. *European Journal of Clinical Nutrition* 64 (7): 762–64

De Souza RR, de Abreu VHR, de Novais JS (2019) Melissopalynology in Brazil: a map of pollen types and published productions between 2005 and 2017. *Palynology* 43(4): 690-700

Doner LW (1977) The sugars of honey a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 28(5): 443-456

Dong H, Luo D, Xian Y, Luo H, Guo X, Li C, Zhao M (2016) Adulteration identification of commercial honey with the C-4 sugar content of negative values by an elemental analyzer and liquid chromatography coupled to isotope ratio mass spectroscopy. *Journal of agricultural and food chemistry* 64(16): 3258-3265

Eddy JJ, Gideonsen MD, Mack GP (2008) Practical considerations of using topical honey for neuropathic diabetic foot ulcers: a review. *Wisconsin Medical Journal* 107(4): 187

Elliott SS, Keim NL, Stern JS, Teff K, Havel PJ (2002) Fructose, weight gain, and the insulin resistance syndrome. *Am J Clin Nutr* 76: 911–922

El-Sofany A, Naggar YA, Naiem E, Giesy JP, Seif A (2020) Authentication of the botanical and geographic origin of Egyptian honey using pollen analysis methods. *Journal of Apicultural Research* 59(5): 946-955

Enginyurt O, Cakir L, Karatas A, Cankaya S, Kaya Y, Tugcu H (2017) The role of pure honey in the treatment of diabetes mellitus *Biomedical Research* 28 (7): 3305-3312

Enita N, Afandi FR, Fathoni A (2021) Identification of Active Chemical Compounds of Honey from Some Regions in Indonesia. *Science and Technology Indonesia* 6(2): 74-84

Erban T, Shcherbachenko E, Talacko P, Harant K (2019) The unique protein composition of honey revealed by comprehensive proteomic analysis: Allergens, venom-like proteins, antibacterial properties, royal jelly proteins, serine proteases, and their inhibitors. *Journal of natural products* 82(5): 1217-1226

Erejuwa OO, Sulaiman SA, Wahab MSA (2012) Fructose might contribute to the hypoglycemic effect of honey. *Molecules* 17(2): 1900-1915

Escuredo O, Míguez M, Fernández-González M, Seijo MC (2013) Nutritional value and antioxidant activity of honeys produced in a European Atlantic area. *Food Chemistry* 138: 851–856

Escuredo O, Dobre I, Fernández-González M, Seijo MC (2014) Contribution of botanical origin and sugar composition of honeys on the crystallization phenomenon. *Food chemistry* 149: 84-90

FAO/WHO (1998) Carbohydrates in human nutrition: Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, 14- 18 April 1997, Rome. FAO Food and Nutrition, p. 66

FAO (2021) <http://www.fao.org/faostat/en/#data/TP> (Erişim tarihi: 04.06.2021)

Fargion S, Dongiovanni P, Guzzo A, Colombo S, Valenti L, Fracanzani AL (2005) Iron and Insulin Resistance. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics, Supplement* 22 (2): 61–63

Ferreira IC, Aires E, Barreira JC, Estevinho LM (2009) Antioxidant activity of Portuguese honey samples: Different contributions of the entire honey and phenolic extract. *Food Chemistry* 114(4): 1438-1443

Flanjak I, Primorac L, Bilić B, Novak M, Stokanović MC, Kenjeric D (2016) Evaluation of 5-(hydroxymethyl) furan-2-carbaldehyde (HMF) content in honey: comparison of chromatographic and spectrophotometric method. *Technologica Acta* 9(2): 37-41

Flanjak I, Strelec I, Kenjeric D, Primorac L (2016) Croatian produced unifloral honey characterized according to the protein and proline content and enzyme activities. *Journal of Apicultural Science* 60(1) 39

Floch J-PL, Escuyer P, Baudin E, Baudon D, Perlemuter L (1990) Blood glucose area under the curve: Methodological aspects. *Diabetes Care* 13(2): 172-175

Foster-Powell K, Holt S, Brand-Miller J (2002) International table of glycemic index and glycemic load values: *The American Journal of Clinical Nutrition* 76: 5-56

Frost G, Dornhorst A (2000) The relevance of the glycaemic index to our understanding of dietary carbohydrates. *Diabetic Medicine* 17: 336-345

Fuentev E, Ruiz-Matute AI, Valencia-Barrera RM, Sanz J, Castro IM (2011) Carbohydrate composition of Spanish unifloral honeys. *Food Chemistry* 129: 1483-1489

Gallina A, Stocco N, Mutinelli F (2010) Karl Fischer titration to determine moisture in honey: a new simplified approach. *Food Control* 21(6): 942– 4

Gannon MC, Nuttal FQ (1987) Factors affecting interpretation of postprandial glucose and insulin areas. *Diabetes Care* 10: 759-763

Ghashm AA, Othman NH, Khattak MN, Ismail NM, Saini R (2010) Antiproliferative effect of Tualang honey on oral squamous cell carcinoma and osteosarcoma cell lines. *BMC complementary and alternative medicine* 10(1): 1-8

Gill RS, Hans VS, Singh S, Singh PP, Dhaliwal SS (2015) A small scale honey dehydrator. *Journal of food science and technology* 52(10): 6695-6702

Gok S, Severcan M, Goormaghtigh E, Kandemir I, Severcan F (2015) Differentiation of Anatolian honey samples from different botanical origins by ATR-FTIR spectroscopy using multivariate analysis. *Food chemistry* 170: 234-240

Goldstein BJ, Scalia R (2004) Adiponectin: a novel adipokine linking adipocytes and vascular function. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 89(6): 2563-2568

Gonnet M, Vache G (1992) The taste of honey. *Apimondia, Bucarest* 103 (2002): 103-109

Gül A (2008) Türkiyede Üretilen Balların Yapısal Özelliklerinin Gıda Güvenliği Bakımından Araştırılması. Doktora tezi, Zootekni Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mustafa Kemal Üniversitesi, Hatay, s. 28-55

Güler MS, Bilici S (2017) Besinin içeriği, işleme ve pişirme yöntemlerinin glisemik indeks üzerine etkisi. *Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi* 2(3): 1-12

Gümüş Y, Sorkun K, Doğan C, Başoğlu N, Bulakeri N, Ergün K (1999) Türkiye'de üretilen doğal ve yapay kaynaklı balların ayırt edilmesine esas olacak fiziksel, kimyasal ve palinolojik kriterlerin belirlenmesine yönelik araştırmalar. *TÜBİTAK, Proje no: T295-303. OG TAG-1270- 112*, 2(4): 13 - 21

Gürbüz S, Özenirler Ç, Mayda N, Çelemli Ög, Özkök A (2019) Pollen spectrum of some honey samples produced in Siirt-Turkey. Hacettepe Journal of Biology and Chemistry, p. 47-3

Haghighatdoost F, Azadbakht L, Keshteli AH, Feinle-Bisset C, Daghighzadeh H, Afshar H, Adibi P (2016) Glycemic index, glycemic load, and common psychological disorders. The American journal of clinical nutrition 103(1): 201-209

Heidari-Beni M, Golshahi J, Esmailzadeh A, Azadbakht L (2015) Potato consumption as high glycemic index food, blood pressure, and body mass index among Iranian adolescent girls. ARYA atherosclerosis, p. 11-81

Henry CJ, Lightowler HJ, Strik CM, Renton H, Hails S (2005) Glycaemic index and glycaemic load values of commercially available products in the UK. Br J Nutr 94: 922–930

Hermosín I, Chicón RM, Cabezudo MD (2003) Free amino acid composition and botanical origin of honey. Food Chemistry 83: 263–268

Hongu N, Suzuki A, Alcance KAA, Martinez CL (2017) Is Honey the Same as Sugar? p. 2-4

Howlett J, Ashwell M (2008) Glycemic Response and Health: Summary of a Workshop. American Journal of Clinical Nutrition 87(1): 212–16

Iglesias MT, Martín-Álvarez PJ, Polo MC, de Lorenzo C, González M, Pueyo E (2006) Changes in the free amino acid contents of honeys during storage at ambient temperature. Journal of agricultural and food chemistry 54(24): 9099-9104

Ionesscu-Tirgoviște C, Popa E, Sintu E, Mihalache N, Cheta D, Mincu I (1983) Blood glucose and plasma insulin responses to various carbonhydrates in type 2 (Non-Insulin-Dependent) diabetes. Diabetologia, p. 24-80

Ischayek JI, Kern M (2006) US honeys varying in glucose and fructose content elicit similar glycemic indexes. J Am Diet Assoc 106: 1260-1262

Isken F, Klaus S, Petzke KJ, et al.(2010) Impairment of fat oxidation under high vs. low-glycemic index diet occurs before the development of an obese pheno- type. Am J Physiol Endocrinol Metab 298: 287–295

Islam A, Khalil I, Islam N, Moniruzzaman M, Mottalib A, Sulaiman SA, Gan SH (2012) Physicochemical and antioxidant properties of Bangladeshi honeys stored for more than one year. *BMC Complementary and Alternative Medicine* 12(1): 177

Jawad FH, Al-Khalidi A, Tawfiq NH (1981) Effects of bees honey, zahdi date and its syrup on blood glucose and serum insulin of normal subjects. *J Faculty Medicine, Baghdad* 23: 169–180

Jenkins DJA, Wesson V, Wolever TMS, Jenkins AL, Kalmusky J, Guidici S, Csimá A, Josse RG, Wong GS (1988) Wholemeal versus Wholegrain Breads: Proportion of Whole or Cracked Grain and the Glycaemic Response. *British Medical Journal* 297 (6654): 958–60 <https://doi.org/10.1136/bmj.297.6654.958>

Jenkins DJA, Wolever TMS, Jenkins AL, Thorne MJ, Lee R, Kalmusky J, Reichert R, Wong GS (1983) The Glycaemic Index of Foods Tested in Diabetic Patients: A New Basis for Carbohydrate Exchange Favouring the Use of Legumes. *Diabetologia* 24 (4): 257–64 <https://doi.org/10.1007/BF00282710>

Jenkins DJ, Kendall CW, Augustin LS, Franceschi S, Hamidi M, Marchie A, Axelsen, M (2002) Glycemic index: overview of implications in health and disease. *The American journal of clinical nutrition* 76(1): 266-273

Jenkins L, Bowling C, Newman C, Goff V, Biol M, Taylor H (1981) Glycemic Index of Foods: A Physiological Basis for Carbohydrate Exchange. *American Journal of Clinical Nutrition* 34: 362–66

Jimenez-Cruz A, Gutiérrez-González AN, Bacardi-Gascon M (2005) Low glycemic index lunch on satiety in overweight and obese people with type 2 diabetes. *Nutricion hospitalaria* 20(5): 348-350

Kamal MA, Klein P (2011) Determination of sugars in honey by liquid chromatography. *Saudi journal of biological sciences* 18(1): 17-21

Kambur M, Kekeçoğlu M, Yıldız İ (2016) Düzce ili Yığılca ilçesinde üretilen balların kimyasal ve palinolojik analiz yöntemleri ile değerlendirilmesi *Uludağ Arıcılık Dergisi* 15 (2): 67-79

Kajiwarra S, Gandhi H, Ustunol Z (2002) Effect of honey on the growth of and acid production by human intestinal *Bifidobacterium* sp: an in vitro comparison with commercial oligosaccharides and inulin. *J Food Prot* 65(1): 214–218

Kahraman SD (2012) Süzme ballarda muhafaza sıcaklığının HMF değeri ve diastaz aktivitesi üzerine etkisi, Doktora tezi, Sağlık bilimleri fakültesi, Ankara Üniversitesi, s. 45

Karabagias IK, Badeka A, Kontakos S, Karabournioti S, Kontominas MG (2014) Characterisation and classification of Greek pine honeys according to their geographical origin based on volatiles, physicochemical parameters and chemometrics. Food chemistry 146: 548-557

Kekeçoğlu M, Gürcan EK, Soysal MI (2007) Türkiye arı yetiştiriciliğinin bal üretimi bakımından durumu. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 4(2): 227-236

Khalil MI, Shahjahan M, Absar N (2006) Glycemic response and glycemic index of Bangladeshi honey in type 2 diabetic patients. Malaysian. J. Pharm. Sci 4(1): 13-19

Khan AR, Ali W, Fiaz, H, Yasin KA, Khan RAW, Islam ZU, Ali G (2018) The Effect of Honey-Antioxidants on Blood Glycaemia in Normal Healthy Human Subjects. Pakistan Journal of Life & Social Sciences 16-1

Kılıç Ö, Yıldırım Ş (2014) Dikme (Kür) (Bingöl merkez) ve çevresinin florası. Ot Sistematik Botanik Dergisi 21(1): 69-125

Kılıç Ö, Yıldırım Ş, Kıranşan (2017) Yüzenadalar (Bingöl-Solhan) çevresinin florası. Ot Sistematik Botanik Dergisi 24(2): 131-172

Kılıç O, Kutlu MA, Özdemir FA (2016) Türkiye'nin doğu bölgesi Bitlis ili Hizan ilçesinden balın polen analizi Uluslararası. Bitki, Hayvan ve Çevre Dergisi Bilimler 6: 324 – 331

Kınay G (2018) Yetişkin bireylerde diyetin glisemik indeks ve glisemik yükü ile insülin direnci arasındaki ilişki, Yüksek lisans tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Başkent Üniversitesi, Ankara, s. 17-22

Krishnasree V, Ukkuru MP (2017) In vitro antidiabetic activity and glycemic index of bee honeys 16(1): 134-140

Koza DM (2017) Glisemik İndeks Glisemik Yük Ve Sağlık. Ayrıntı Dergisi, s. 4-46

Krell R (1996) Value-added products from beekeeping. FAO Agricultural Services Bulletin Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, p. 124

Kutlu MA, Bengü AŞ (2015) Gaziantep'te Üretilen Balların Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, s. 48

Lal MK, Singh B, Sharma S, Singh MP, Kumar A (2021) Glycemic index of starchy crops and factors affecting its digestibility: A review. *Trends in Food Science & Technology* 111: 741-755

Lazarević KB, Andrić F, Trifković J, Tešić Ž, Milojković-Opsenica D (2012) Characterisation of Serbian unifloral honeys according to their physicochemical parameters. *Food chemistry* 132(4): 2060-2064

Lazarevic KB, Jovetic MS, Tesic ZL (2017) Physicochemical parameters as a tool for the assessment of origin of honey. *Journal of AOAC International* 100(4): 840–851

Lau SK, Woo PC, Li KS, Huang Y, Tsoi HW, Wong BH, Yuen KY (2005) Severe acute respiratory syndrome coronavirus-like virus in Chinese horseshoe bats. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 102(39): 14040-14045

Lestari OA, Dewi YSK (2019) Total consumption of honey which provides low response to glycemic index and glycemic load. In *Proceeding of the 1st International Conference on Food and Agriculture* 2: 349-353

Lianda RL, Sant'Ana LDO, Echevarria A, Castro RN (2012) Antioxidant activity and phenolic composition of Brazilian honeys and their extracts. *Journal of the Brazilian Chemical Society* 23: 618-627

Liu S, Willett WC, Stampfer MJ, Hu FB, Franz M, Sampson L, Manson JE (2000). A prospective study of dietary glycemic load, carbohydrate intake, and risk of coronary heart disease in US women. *The American journal of clinical nutrition* 71(6):1455-1461

Livesey G, Taylor R, Hulshof T, Howlett J (2008) Glycemic response and health a systematic review and meta-analysis: relations between dietary glycemic properties and health outcomes. *The American journal of clinical nutrition* 87(1): 258-268

Ludwig DS (2002) The glycemic index: physiological mechanisms relating to obesity, diabetes, and cardiovascular disease. *Jama* 287(18): 2414-2423

Ludwig DS (2000) Dietary glycemic index and obesity. *The Journal of nutrition* 130(2): 280-283

Madejczyk M, Baralkiewicz D (2008) 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

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

Martos I, Ferreres F, Yao L, D'Arcy B, Caffin N, Tomás-Barberán FA (2000) Flavonoids in monospecific Eucalyptus honeys from Australia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48(10): 4744-4748

Matthan NR, Ausman LM, Meng H, Tighiouart H, Lichtenstein AH (2016) Estimating the reliability of glycemic index values and potential sources of methodological and biological variability. *The American journal of clinical nutrition* 104(4): 1004-1013

Mato I, Huidobro JF, Simal-Lozano J, Sancho MT (2006) Rapid determination of nonaromatic organic acids in honey by capillary zone electrophoresis with direct ultraviolet detection. *Journal of agricultural and food chemistry* 54(5): 1541-1550

Meda A, Lamien CE, Romito M, Millogo J and Nacoulma OG (2005) Determination of total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. *Food Chemistry* 91: 571-577

Meng H, Matthan NR, Ausman LM, Lichtenstein AH (2017) Effect of macronutrients and fiber on postprandial glycemic responses and meal glycemic index and glycemic load value determinations. *The American journal of clinical nutrition* 105(4): 842-853

Meo SA, Ansari MJ, Sattar K, Chaudhary HU, Hajjar W, Alasiri S (2017a) Honey and diabetes mellitus: obstacles and challenges—road to be repaired. *Saudi journal of biological sciences* 24(5): 1030-1033

Meo SA, Al-Asiri SA, Mahesar AL, Ansari MJ (2017b) Role of honey in modern medicine. *Saudi journal of biological sciences* 24(5): 975-978

Mızrak G (2021) Glisemik indeks, glisemik yük, sağlıklı beslenme ve spor. *Ziraat Mühendisliği* (363): 4-11

Moar NT (1985) Pollen analysis of New Zealand honey. *New Zealand journal of agricultural research* 28(1): 39-70

Mohan V, Anjana RM, Gayathri R, Ramya Bai M, Lakshmipriya N, Ruchi V, Sudha V (2016) Glycemic index of a novel high-fiber white rice variety developed in India A randomized control trial study. *Diabetes technology & therapeutics* 18(3): 164-170

Molan PC (2006) The evidence supporting the use of honey as a wound dressing. *The international journal of lower extremity wounds* 5(1): 40-54

Moore PD, Webb JA (1978) *An illustrated guide to pollen analysis* no. 561-136

Nabati F, Khalighi-Sigaroodi F, Kashefi M, Ghasemi SV, Sadri H, Tajabadi F (2021) Evaluating the quality of commercial Iranian honeys. *Journal of Medicinal Plants* 20(78): 14-25

Nisbet C, Kazak F, Ardalı Y (2018) Determination of quality criteria that allow differentiation between honey adulterated with sugar and pure honey. *Biological trace element research* 186(1): 288-293

Nozal MJ, Bernal JL, Gómez LA, Higes M, Meana A (2003) Determination of oxalic acid and other organic acids in honey and in some anatomic structures of bees. *Apidologie* 34(2): 181-188

Ough C (1960) Rapid determination of proline in grapes and wines, *J Food Science* 34: 228-230

Ozkok A (2019) Determination of antioxidant capacities, chemical composition and melissopalynological characterization of *verbascum* spp. and *euphorbia* spp. Honeys. *Fresenius Environmental Bulletin* 28(4): 2644-2649

Önür İ, Misra NN, Barba FJ, Putnik P, Lorenzo JM, Gökmen V, Alpas H (2018) Effects of ultrasound and high pressure on physicochemical properties and HMF formation in Turkish honey types. *Journal of Food Engineering* 219: 129-136

Özgüven M, Demircan E, Özçelik B (2020) Çeşitli Yörelerimizde Üretilen Çiçek Ballarının Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi ve Türk Gıda Kodeksi'ne Uygunluğunun Değerlendirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi* 20: 321-326

Pascual-Mate A, Osés SM, Fernandez-Muino MA, Sancho MT (2018) Methods of analysis of honey. *Journal of Apicultural Research* 57(1): 38-74

Pavelková A, Kačániová M, Čuboň J, Švecová Z, Kňazovická V, Felsöciová S (2021) Physicochemical and microbiological quality of honey from Liptov region. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences* 2021: 1185-1193

Pekcan G (1995) Malnütrisyon Hastaların Antropometrik Yönden Değerlendirilmesi ve İzlenmesi. *Enteral- Parenteral Beslenme, Çağı Basım San.*, Ankara, s. 17-38

Peretti A, Carbini L, Dazzi E, Pittau L, Spanu P, Manai M (1994) Uso razionale del miele nell'alimentazione dei diabetici. *Clin. Dietol.* 21: 13–21

Perry T, Richardson S, Peddie M (2011) Report on the Glycemic Index of Two Honey Products, *Glycemic Index Otago*

Persano Oddo L, Piazza MG, Sabatini AG (1997) Conoscere il miele: Guida all'analisi sensoriale, 3rd edn. *Avenue Media*, Bologna p. 1-14

Persano Oddo L, Piazza MG, Pulcini P (1999) Invertase activity in honey. *Apidologie* 30(1):57–65

Persano Oddo L, Piro R (2004) Main European unifloral honeys: descriptive sheets, *Apidologie* 35: 38–81

Pires J, Estevinho ML, Feás X, Cantalapiedra J, Iglesias A (2009) Pollen spectrum and physico-chemical attributes of heather (*Erica* sp.) honeys of north Portugal. *J Sci Food Agric* 89(11): 1862– 70

Pisani A, Protano G, Riccobono F (2008) Minor and trace elements in different honey types produced in Siena County (Italy). *Food Chemistry* 107(4): 1553-1560

Pi-Sunyer FX (2002) Glycemic index and disease. *American Journal of Clinical Nutrition* 76(1): 290-298

Powell-Foster K, Susana H (2002) International table of glycemic index and glycemic load values. *The American Journal of Clinical Nutrition* 76: 5- 6

Rajabi S, Mazloom Z, Zamani A, Tabatabaee HR (2015) Effect of low glycemic index diet versus metformin on metabolic syndrome. *International journal of endocrinology and metabolism*, p. 13-4

Rana S, Sharma S, Katare C, Shrivatava V, Prasad GBKS (2012) Glycemic response and glycemic index of common sweeteners and honey incorporated products. *IOSR J Nurs Health Sci* 1: 40-4

Rana S, Mishra M, Yadav D, Subramani SK, Katare C, Prasad GBKS (2018) Medicinal uses of honey: a review on its benefits to human health. *Prog Nutr* 20(1): 5-14

Roberts SB (2000) High-Glycemic Index Foods, Hunger, and Obesity: Is There a Connection *Nutrition Reviews* 58 (6): 163–69

Rocha TDS, Carneiro APDA, Franco CML (2010) Effect of enzymatic hydrolysis on some physicochemical properties of root and tuber granular starches. *Food Science and Technology* 30: 544-551

Ruiz-Ruiz JC, Moguel-Ordoñez YB, Segura-Campos MR (2017) Biological activity of *Stevia rebaudiana* Bertoni and their relationship to health. *Critical reviews in food science and nutrition* 57(12): 2680-2690

Ruoff K, Bogdanov S (2004) Authenticity of honey and other bee products. *Apiacta* 38: 317–327

Sadeghi, F, Salehi S, Kohanmoo A, Akhlaghi M (2019) Effect of natural honey on glycemic control and anthropometric measures of patients with type 2 diabetes: a randomized controlled crossover trial. *International Journal of Preventive Medicine* 10: 3

Sakač MB, Jovanov PT, Marić AZ, Pezo LL, Kevrešan ŽS, Novaković AR, Nedeljković, NM (2019) Physicochemical properties and mineral content of honey samples from Vojvodina (Republic of Serbia). *Food chemistry* 276: 15-21

Samanta A, Burden AC, Jones GR (1985). Plasma glucose responses to glucose, sucrose, and honey in patients with diabetes mellitus: an analysis of glycaemic and peak incremental indices. *Diabet Med* 2: 371–373

Samarghandian S, Farkhondeh T, Samini F (2017) Honey and health: A review of recent clinical research. *Pharmacognosy research* 9(2): 121

Salmeron (a) J, Ascherio A, Rimm E, et al. (1997) Dietary fiber, glycemic load, and risk of NIDDM in men. *Diabetes Care* 20: 545–50

Salmeron (b) J, Manson J, Stampfer M, Colditz G, Wing A, Willett W (1997) Dietary fiber, glycemic load, and risk of non-insulin-dependent diabetes mellitus in women. *JAMA* 277: 472–7

Sandal EK, Kan C (2013) Bingöl İli'nde Arıcılık Faaliyetleri. *Türk Coğrafya Dergisi* 60: 1-12

Sayaslan A (2005) Sağlıklı Beslenme Açısından Gıdaların Glisemik İndeksi. *Gıda Dergisi* 1: 84-91

Sawyer RM (1988) *Honey Identification*. Cardif Academic Press, Cardif

Sheard NF, Clark NG, Brand-Miller JC, Franz MJ, Pi-Sunyer FX, Mayer-Davis E, Geil P (2004) Dietary carbohydrate (amount and type) in the prevention and management of diabetes: a statement by the American Diabetes Association. *Diabetes care* 27(9): 2266-2271

Shi X, Schedl HP, Summers RM, Lambert GP, Chang RT, Xia T, Gisolfi CV (1997) Fructose transport mechanisms in humans. *Gastroenterology* 113: 1171-79

Siddiqui IR (1970) The sugars of honey. *Adv Carbohyd Chem* 25: 285– 309

Seiglie JA, Serván-Mori E, Manne-Goehler J, Meigs JB, Miranda J J, Sosa-Rubí SG, Wirtz VJ (2021) Diabetes mellitus as a risk factor for SARS-CoV-2 test positivity in Mexico: A propensity score matched study. *diabetes research and clinical practice* 178: 108953

Şik L, Güvensen A, Durmuşkahya C, Erol O (2017) Pollen analysis of honeys from Ardahan/Turkey. *Biological Diversity and Conservation* 10(2): 12-19

Silici S, Atayoglu T, İnanç N (2014) Botanik ve coğrafik orijini farklı Türk ballarının glisemik indeks değerlerinin belirlenmesi. *Tubitak Proje Sonuç Raporu* 112: 549

Silink M (2002) Childhood diabetes: a global perspective. *Hormone Research in Paediatrics* 57(1): 1-5

Simon A, Traynor K, Santo K, Blaser G, Bode U, Molan P (2009) Medical honey for wound care still the 'latest resort'? Evidence-based complementary and alternative medicine 6(2): 165-173

Sinan A, Behçet L (2014) Altıkardeş Dağı (Genç-Bingöl) ve çevresinin florası. *Biological Diversity and Conservation (BioDiCon)* 7(3): 98-116

Singh I, Singh S (2018) Honey moisture reduction and its quality. *Journal of food science and technology* 55(10): 3861-3871

Singla RK, Dubey AK, Ameen SM, Montalto S, Parisi S (2018) Analytical methods for the determination of Maillard reaction products in foods. An introduction. In *Analytical Methods for the Assessment of Maillard Reactions in Foods*, p. 1-14

Solayman M, Islam MA, Paul S, Ali Y, Khalil MI, Alam N, Gan SH (2016) Physicochemical properties, minerals, trace elements, and heavy metals in honey of different origins: a comprehensive review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 15(1): 219-233

Sorkun K, Doğan N, Gümüş Y, Ergün K, Bulakeri N ve Işık N (2002) Türkiye’de üretilen doğal ve yapay balların ayırt edilmesinde fiziksel, kimyasal ve mikroskopik analizleri *Mellifera* 2–4: 13–21

Sorkun K, Gencay Celemlı O, Ozenirler C, Ecem Bayram N, Guzel F (2014) Palynological investigation of honey produced in Ardahan- Turkey. *Bee World* 91(3): 80-83

Tarımsal Ekonomi Ve Politika Geliştirme Enstitüsü <https://arastirma.tarimorman.gov.tr> (Erişim tarihi: 30.06.2021)

Terzo S, Mulè F, Amato A (2020) Honey and obesity-related dysfunctions: A summary on health benefits. *The Journal of Nutritional Biochemistry* 82: 108401

Thorsdottir I, Birgisdottir BE (2005) Glycemic index. *Nordic Nutrition Research Recommendations* 3(5): 589

Tolon B (1999) Muğla ve Yöresi Çam Ballarının Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ege Üniversitesi, s. 117

Tornuk F, Karaman S, Ozturk I, Toker OS, Tastemur B, Sagdic O, et al. (2013) Quality characterization of artisanal and retail Turkish blossom honeys: determination of physicochemical, microbiological, bioactive properties and aroma profile. *Industrial Crops and Products* 46: 124 – 131

Tunca MB (2009) Avrupa Birliği enerji politikası ve Türkiye (Doctoral dissertation, Marmara Üniversitesi, s. 95

Ustunol Z, Gandhi H (2001) Growth and viability of commercial *Bifidobacterium* sp. In honey sweetened skim milk. *J Food Prot* 64(11): 1775–1779

Uusitupa M (1994) NFructose in the diabetic diet. *Am J Clin Nutr.* 59: 753-57

Valdes-Silverio LA, Iturralde G, Garcia-Tenesaca M, Paredes-Moreta J, Narvaez-Narvaez, DA, Rojas-Carrillo M, Alvarez-Suarez JM (2018) Physicochemical parameters, chemical composition, antioxidant capacity, microbial contamination and antimicrobial activity of Eucalyptus honey from the Andean region of Ecuador. *Journal of Apicultural Research* 57(3): 382–394

Van den Berg AJJ, Van den Worm E, Quarles van Ufford HC, Halkes SBA, Hoekstra MJ, Beukelman CJ (2008) An in vitro examination of the antioxidant and anti-inflammatory properties of buckwheat honey. *Journal of wound care* 17(4): 172-178

Vega-López S, Venn BJ, Slavin JL (2018) Relevance of the glycemic index and glycemic load for body weight, diabetes, and cardiovascular disease. *Nutrients* 10(10): 1361

Von Der Ohe W, Oddo LP, Piana ML, Morlot M, Martin P (2004) Harmonized methods of melissopalynology. *Apidologie* 35(1): 18-25

Vrolix R, Van Meijl LEC, Mensink RP (2008) The metabolic syndrome in relation with the glycemic index and the glycemic load. *Physiology Behavior* 94(2): 293-299

Waheed M, Hussain MB, Javed A, Mushtaq Z, Hassan S, Shariati MA, Heydari M (2019) Honey and cancer: A mechanistic review. *Clinical Nutrition* 38(6): 2499-2503

Warren JM, Henry CJK, Simonite V (2003) Low glycemic index breakfasts and reduced food intake in preadolescent children. *Pediatrics* 112(5): 414-414

Wolever TMS (1989) How important is prediction of glycemic responses? *Diabetes Care* 12(8): 591-592

Wolever TMS, Gibbs AL, Mehling C, Chiasson JL, Connelly PW, Josse RG, Leiter LA, et al. (2008) The Canadian Trial of Carbohydrates in Diabetes (CCD), a 1-y Controlled Trial of Low-Glycemic-Index Dietary Carbohydrate in Type 2 Diabetes: No Effect on Glycated Hemoglobin but Reduction in C-Reactive Protein. *American Journal of Clinical Nutrition* 87 (1): 114–25

Wolever TMS (1990) Relationship between dietary fiber content and composition in foods and the glycemic index. *American Journal of Clinical Nutrition* 51: 72-75

Wolever TM, Nuttall FQ, Lee R, et al. (1985) Prediction of the relative blood glucose response of mixed meals using the white bread glycemic index. *Diabetes Care* 8: 418-428

Wolever TM, Jenkins DJ, Jenkins AL, et al (1991) The glycemic index: methodology and clinical implication. *American Journal of Clinical Nutrition* 54: 846-854

Wolever TMS, Bjorck I, Brand-Miller J, Brighenti F, Holt S, Mann J et al. (2003) Determination of the glycemic index of foods: interlaboratory study. *European Journal of Clinical Nutrition* 57: 475-482

World Health Organization (1998) Carbohydrates in human nutrition: report of a joint FAO/WHO expert consultation, Rome, p. 6-10

Yaghoobi N, Al-Waili N, Ghayour-Mobarhan M (2008) Natural honey and cardiovascular risk factors; effects on blood glucose, cholesterol, triacylglycerole, CRP, and body weight compared with sucrose. *Sci World J.* 8: 463–469

Yapar Y, Behçet L (2018) Hiro Yaylası ve çevresinin (Adaklı-Bingöl) florası *Biological Diversity and Conservation* 11(3): 126-140

Yıldız İ, Göç Rasgele P, Kekeçoğlu M (2016) Çam, pamuk, yayla ve ayçiçeği ballarının fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesi. *Uludağ Arıcılık Dergisi* 16(1): 12-19

Yurt B, Çakır S (2020) Iğdır ve Yöresinde Üretilen Balların Bazı Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. *Türk Doğa ve Fen Dergisi* 9: 51-57

Yurtsever N, Sorkun K (2005) KemaliyeErzincan yöresinde üretilen balların mikroskobik ve organoleptik analizleri ile yöre ballarının botanik kökeninin saptanması. *Mellifera* 5(9): 12-23

Yücel Y, Sultanog P (2013) Characterization of honeys from Hatay Region by their physicochemical properties combined with chemometrics. *Food Bioscience* 1: 16-25

Zafar MI, Mills KE, Zheng J, Regmi A, Hu SQ, Gou L, Chen LL (2019) Low-glycemic index diets as an intervention for diabetes: a systematic review and meta-analysis. *The American journal of clinical nutrition* 110(4): 891-902

Zhao H, Cheng N, Zhang Y, Sun Z, Zhou W, Wang Y, Cao W (2018) The effects of different thermal treatments on amino acid contents and chemometric-based identification of overheated honey. *LWT* 96: 133– 139

EKLER

1. Etik Kurul Onayı

		
T.C. FIRAT ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSEL OLMAYAN ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU GİRİŞİMSEL OLMAYAN ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARARLARI		
Oturum Tarihi 05/03/2020	Oturum Saati 13:30	Oturum Sayısı 2020/05-01
Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu 05/03/2020 tarihinde saat 13:30'da Kurul Başkanı Prof. Dr. Mustafa KAPLAN başkanlığında, aşağıda imzaları bulunan kurul üyelerinin katılımlarıyla toplanarak gündemdeki konuları görüşmüş ve aşağıdaki kararları almıştır.		
Sorumlu Araştırmacı : Dr. Öğr. Üyesi Duygu Nur ÇOBANOĞLU Diğer Araştırmacılar : Yük. Lis. Öğr. Emrah ELMAS		
"Bingöl İline Özgü Bazı Balların Glisemik İndeks Değerlerinin Saptanması" konulu yüksek lisans tezi kurulumuzda görüşülmüş olup; çalışmanın etik kurallara uygun olduğuna oybirliğiyle karar verilmiştir.		
<u>Kurul Üyeleri:</u> Prof. Dr. Mustafa KAPLAN, Prof. Dr. Demet ÇİÇEK, Prof. Dr. Engin ŞAHNA (Bulunmadı), Prof. Dr. Erdal TAŞKIN (Bulunmadı), Doç. Dr. Nevzat GÖZEL, Doç. Dr. Funda GÜLCÜ BULMUŞ, Doç. Dr. Fazilet ERMAN, Doç. Dr. Burcu GÜL BAYKALIR, Dr. Öğr. Üyesi Turgay BÖRK, Dr. Öğr. Üyesi Adem GÖK		
E-İmzalıdır Prof. Dr. Mustafa KAPLAN Kurul Başkanı		
Prof. Dr. Demet ÇİÇEK	Doç. Dr. Nevzat GÖZEL	
Doç. Dr. Funda GÜLCÜ BULMUŞ	Doç. Dr. Fazilet ERMAN	
Doç. Dr. Burcu GÜL BAYKALIR	Dr. Öğr. Üyesi Turgay BÖRK	
Dr. Öğr. Üyesi Adem GÖK		

3. Gönüllü Katılım Formu

GÖNÜLLÜ KATILIM FORMU

(Katılımcı İçin)

Dr. Öğretim Üyesi Duygu Nur ÇOBANOĞLU danışmanlığında sağlıklı yetişkin bireylerde Bingöl İline Özgü Bazı Balların Glisemik İndeks Değerlerinin Saptanmasını amaçlayan bir çalışma yürütmekteyiz. Sizin de bu araştırmaya katılmanızı öneriyoruz. Ancak bu araştırmaya katılıp katılmamakta serbestsiniz. Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Kararınızdan önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra araştırmaya katılmak isterseniz formu imzalayınız. Daha önce Bingöl İli ve çevre bölgelerinde balın glisemik indeksi üzerine kapsamlı bir çalışma yapılmamıştır. Bu çalışma Bingöl Balı'nın glisemik indeks değerlerini saptamak ve bu alanda yapılan klinik çalışmalara katkı sağlamak amacıyla planlanmıştır. Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nün katılımı ile gerçekleştirilecek bu çalışmaya katılımınız araştırmanın başarısı için önemlidir. Eğer araştırmaya katılmayı kabul ederseniz Dr. Öğretim Üyesi Duygu Nur ÇOBANOĞLU danışmanlığında Diyetisyen Emrah Elmas tarafından sizlere birer hafta aralıklarla Bingöl'ün farklı bölgelerinden alınmış bal örnekleri tüketilecek ve bir bal örneği için 7 kez kan glukozunuz ölçülecektir. Bu ölçümler girişimsel olmayan ölçüm yöntemlerindendir ve sağlık açısından bir risk içermez. Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığınız için size ek bir ödeme de yapılmayacaktır. Sizinle ilgili tıbbi bilgiler gizli tutulacak, ancak çalışmanın kalitesini denetleyen görevliler, etik kurullar ya da resmi makamlarca gereği halinde incelenebilecektir. Bu çalışmaya katılmayı reddedebilirsiniz. Bu araştırmaya katılmak tamamen isteğe bağlıdır. Yine çalışmanın herhangi bir aşamasında onayınızı çekmek hakkına da sahipsiniz.

Katılımcının Beyanı

Sayın Dr. Öğretim Üyesi Duygu Nur ÇOBANOĞLU danışmanlığında Diyetisyen Emrah Elmas tarafından Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Arı ve Arı Ürünleri Anabilim Dalı'nda bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya "katılımcı(denek)" olarak davet edildim. Eğer bu araştırmaya katılırsam bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi. Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir neden göstermeden araştırmadan çekilebilirim. (Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağının bilincindeyim) Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı tutulabilirim. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır. Araştırma sırasında bir sorun ile karşılaştığımda; herhangi bir saatte, Dyt. Emrah Elmas'ı 0545 368 17 15 numaralı telefondan

arayabileceğimi biliyorum. Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başımbelli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde “katılımcı” (denek) olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

Katılımcı

Görüşme Tanığı

Adı, soyadı:

Adı, soyadı:

Adres, tel:

Adres, tel:

İmza:

İmza:

Katılımcı ile görüşen araştırmacı:

Adı, soyadı, unvanı:

Adres:

Tel:

İmza: