

**KIRKLARELİ İZOLE BÖLGESİNDE
YAŞAYAN TRAKYA ARISI (*Apis mellifera
carnica*) KOLONİLERİNDEN ELDE
EDİLEN BALLARIN KALİTE
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ
Furkan TURAN**

**Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Orhan DAĞLIOĞLU
2. Danışman: Yrd. Doç. Dr. Devrim OSKAY**

2012

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KIRKLARELİ İZOLE BÖLGESİNDE YAŞAYAN TRAKYA ARISI
(*Apis mellifera carnica*) KOLONİLERİNDEN ELDE EDİLEN BALLARIN
KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

FURKAN TURAN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Prof. Dr. ORHAN DAĞLIOĞLU

2. DANIŞMAN: Yrd. Doç. Dr. DEVRİM OSKAY

TEKİRDAĞ-2012

Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. Orhan DAĞLIOĞLU danışmanlığında, Furkan TURAN tarafından hazırlanan “Kırklareli İzole Bölgesinde Yaşayan Trakya Arısı (*Apis mellifera carnica*) Kolonilerinden Elde Edilen Balların Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Prof. Dr. Orhan DAĞLIOĞLU

İmza :

Üye : .Prof. Dr. Sevgi KOLAYLI

İmza :

Üye : Prof. Dr. Metin TUNA

İmza :

Üye : Doç. Dr. Tuncay GÜMÜŞ

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Devrim OSKAY

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Kırklareli İzole Bölgesinde Yaşayan Trakya Arısı
(*Apis mellifera carnica*) Kolonilerinden Elde Edilen Balların
Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

Furkan TURAN

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Orhan DAĞLIOĞLU

2. Danışman: Yrd. Doç. Dr. Devrim OSKAY

T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından Kırklareli il sınırlarında 2010 yılında 30 km çapındaki bir alan izole bölge ilan edilerek, yaklaşık 10000 koloni Trakya Arısı (*Apis mellifera carnica*) koruma altına alınmıştır. Bu çalışmada, koruma altındaki izole bölgede faaliyet gösteren üreticilerden alınan bal örneklerinin kalite özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında balların biyokimyasal ve kalıntı analizleri ile besinsel ve mineral madde analizleri yapılmıştır. Ayrıca elde edilen değerlerin karşılaştırılması amacıyla, Tekirdağ İlinde faaliyet gösteren üreticilerden alınan ayçiçeği bal örneklerinde de aynı analizler yapılmıştır. Kırklareli izole bölgeden alınan bal örneklerinin nem oranları %14.2-17.4, HMF değerleri 1.1-9.7 mg kg⁻¹, diastaz sayısı 15.2-38.5, prolin miktarı 385-890 mg kg⁻¹, serbest asitlik 12-40 meq kg⁻¹, elektriksel iletkenlik 0.7-1.2 mS cm⁻¹, fruktoz+glikoz %58.2-71.2, toplam fenolik madde 193-640 mg_{gallic asit} kg⁻¹, antioksidan etkinliği FRAP cinsinden 0.8-4 µmol_{troloks} g⁻¹, DPPH-SC₅₀ cinsinden 39.8-5.7 mg ml⁻¹ arasında bulunmuştur. Analiz edilen bal örneklerinin hiç birisinde naftalin ve antibiyotik kalıntısı tespit edilebilir düzeylerde bulunamamıştır. Toplanan 25 örneğin 7 tanesinde nişasta düzeyi beklenen değerlerden yüksek çıkmıştır. Bu da koloni yönetim tekniklerinin yanlış uygulanmasından kaynaklanmıştır.

Anahtar kelimeler: Kırklareli İzole Bölgesi, Trakya Arısı (*Apis mellifera carnica*), Bal Kalitesi

2012, 82 Sayfa

ABSTRACT

M.Sc Thesis

Determination of Quality Characteristics of
Honey Obtained from Trakya Bee (*Apis mellifera carnica*)
Colonies which Lives in Kirklareli Isolated Region

Furkan TURAN

Namik Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor : Prof. Dr. Orhan DAĞLIOĞLU

2. Supervisor: Yrd. Doç. Dr. Devrim OSKAY

Ministry of Food, Agriculture and Livestock announced an isolated region in 2010 which is located in an area of 30 km diameters in Kirklareli province border. In this isolated region, there are almost 10000 Trakya Bees (*Apis mellifera carnica*) colonies which are under protection. In this research, some quality characteristics including biochemical analysis, residue analysis, nutritional analysis and mineral analysis of honey samples which were taken from the honey producers in the isolated area, were carried out. Also for comparison, same analyses were made in the honey samples taken from producers in Tekirdag province. Minimum and maximum values obtained for Kirklareli isolated region honey samples: Moisture content 14.2%-17.4, HMF 1.1-9.7 mg kg⁻¹, diastase activity 15.2-38.5, proline 385-890 mg kg⁻¹, free acidity 12-40 meq kg⁻¹, electrical conductivity 0.7-1.2 mS cm⁻¹, fructose+glucose 58.2-71.2%, phenolic content 193-640 mg_{gallic asit} kg⁻¹, ferric reducing antioxidant potential (FRAP) , 2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl (DPPH) scavenging activity 39.8-5.7 mg ml⁻¹. Also naphtaline and antibiotic residues could not have found in detectable levels. 7 honey samples starch level have found more than expectable level. Wrong colony management techniques have caused to this result.

Key words: Kirklareli Isolated Region, Trakya Bee (*Apis mellifera carnica*), Honey Quality

2012, Pages 82

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	3
2.1. Balların Sınıflandırılması.....	3
2.2. Balın Bileşimi.....	4
2.3. Balın Sağlık Üzerindeki Etkisi.....	6
2.4. Balın Kimyasal Özellikleri.....	7
2.4.1. Balın nem oranı.....	7
2.4.2. Balın şeker oranı ve önemi.....	8
2.4.3. Balın mineral madde içeriği.....	9
2.4.4. Ballarda ağır metal kontaminasyonu.....	10
2.4.5. Balın hidroksi metil furfural (HMF) içeriği.....	11
2.4.6. Diastaz aktivitesi.....	12
2.4.7. Elektrik iletkenliği.....	12
2.5. Balın Kalitesini Etkileyen Diğer Faktörler.....	13
2.5.1. Nektarlı bitki türleri.....	13
2.5.2. Depolama koşulları.....	13
2.5.3. Arı ırkı.....	14
2.5.4. Hasat edilme şekli ve zamanı.....	14
2.6. Bal Üzerine Yapılmış Bazı Çalışmalar.....	14
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	23
3.1. Materyal.....	23
3.2. Yöntem.....	24
3.2.1. Fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal analizler.....	26
3.2.1.1. Nem oranı.....	26

3.2.1.2. HMF.....	26
3.2.1.3. Diastaz sayısı.....	26
3.2.1.4. Prolin miktarı.....	26
3.2.1.5. Asitlik değeri.....	26
3.2.1.6. Elektrik iletkenliği.....	26
3.2.1.7. Şeker analizleri.....	26
3.2.1.8. Nişasta/polen analizleri.....	27
3.2.1.9. Renk analizleri.....	27
3.2.1.10. Polen analizleri.....	27
3.2.2. Kalıntı analizleri.....	27
3.2.3. Antioksidan analizleri	28
3.2.3.1. Toplam fenolik madde tayini.....	28
3.2.3.2. FRAP metodu ile antioksidan aktivite tayini.....	28
3.2.3.3. DPPH metodu ile antioksidan aktivite tayini.....	29
3.2.3.3.1. SC ₅₀ değerlerinin bulunması.....	30
3.2.4. Mineral madde analizleri.....	31
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	32
4.1. Fiziksel, Kimyasal ve Biyokimyasal Analiz Değerleri.....	32
4.1.1. Nem oranı.....	33
4.1.2. HMF miktarı.....	33
4.1.3. Diastaz aktivitesi.....	34
4.1.4. Prolin miktarı.....	35
4.1.5. Asitlik değeri.....	36
4.1.6. Elektrik iletkenliği.....	37
4.1.7. Şeker analizleri.....	38
4.1.7.1. Fruktoz ve glukoz miktarı.....	39
4.1.7.2. İnvvert şeker miktarı.....	40
4.1.7.3. Sakkaroz miktarı.....	41
4.1.7.4. Turanoz, maltoz, isomaltoz, erloz ve maltotrioz miktarları.....	41
4.1.8. Nişasta/polen oranı.....	42
4.1.9. Renk analizleri.....	43
4.1.10. Polen analizleri.....	44
4.2. Kalıntı Analizleri.....	48

4.3. Antioksidan Analizleri.....	48
4.3.1. Toplam fenolik madde içeriği.....	49
4.3.2. Antioksidan içeriği.....	50
4.3.2.1. FRAP metoduna göre balların antioksidan içeriği.....	51
4.3.2.2. DPPH-SC ₅₀ metoduna göre balların antioksidan içeriği	52
4.3.2.3. Toplam fenolik madde, FRAP, DPPH-SC ₅₀ değerleri arasındaki korelasyon.....	53
4.4. Mineral Madde Miktarları ve Ağır Metal İçerikleri.....	53
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	61
6. KAYNAKLAR.....	63
TEŞEKKÜR.....	70
ZGEMIŐ.....	71

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

BHT	Bütil Hidroksi Toluen
Ç.B.	Çiçek Balı
DIN	Alman Standartlar Enstitüsü (Deutsches Institut für Normung)
DPPH-SC ₅₀	1.1-diphenyl-2picrylhydrazil radikal miktarını yarıya indiren numune konsantrasyonu
EU	Avrupa Birliği
FRAP	Demir indirgeyici antioksidan gücü
GCMS	Gaz kromatografisi kütle dedektörü
HMF	Hidroksi metil furfural
HPLC	Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
ICP-OES	Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometer
S.B.	Salgı Balı
TS	Türk Standartları
As	Arsenik
Ca	Kalsiyum
Cd	Kadmiyum
Co	Kobalt
Cr	Krom
Cu	Bakır
Fe	Demir
Hg	Civa
K	Potasyum
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
Mo	Molibden
Na	Sodyum
Ni	Nikel
No	Nobelyum
Pb	Kurşun
Sb	Antimon
Se	Selenyum
Sn	Kalay
Ti	Titanyum
U	Uranyum
V	Vanadyum
Zn	Çinko

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	Balın bileşenlerinin ortalama olarak oranları	5
Şekil 3.1.	Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından Kırklareli İlinde izole bölge ilan edilen alan.....	23
Şekil 3.2.	Toplam polifenol kalibrasyon grafiği	28
Şekil 3.3.	FRAP testi kalibrasyon grafiği	29
Şekil 3.4.	DPPH tayininde kullanılan troloks standardının SC ₅₀ grafiği.....	30
Şekil 3.5.	DPPH tayininde kullanılan BHT standardının SC ₅₀ grafiği	31
Şekil 4.1.	Farklı renklere sahip bal örneklerinin görünümü	44
Şekil 4.2.	Bal örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri.....	50
Şekil 4.3.	Bal örneklerinin FRAP değerleri.....	51
Şekil 4.4.	Bal örneklerinin DPPH-SC ₅₀ mg ml ⁻¹ değerleri.....	52
Şekil 4.5.	Bal örneklerinin potasyum (K) miktarları.....	55
Şekil 4.6.	Bal örneklerinin fosfor (P) miktarları.....	56
Şekil 4.7.	Bal örneklerinin kalsiyum (Ca) miktarları.....	56

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1.	Türkiye'deki kovan sayısı ve üretilen bal miktarı.....	2
Çizelge 2.1.	Çevrede bulunan zehirli ağır metallerin kaynakları.....	10
Çizelge 3.1.	Bal örneği alınan yerler.....	24
Çizelge 3.2.	Toplanan bal örneklerinde yapılan analizler.....	24
Çizelge 3.3.	Çiçek ve salgı ballarının CODEX Alimentarius, Avrupa Birliği Komisyonu ve Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine göre biyokimyasal limitleri	25
Çizelge 3.4.	Toplam fenolik madde tayini için deney şartları.....	28
Çizelge 3.5.	FRAP yöntemi için deney şartları.....	29
Çizelge 3.6.	DPPH yöntemi için deney şartları	30
Çizelge 4.1.	Bal örneklerinin kimyasal ve biyokimyasal analiz sonuçları.....	32
Çizelge 4.2.	Bal örneklerinin şeker analizleri sonuçları.....	38
Çizelge 4.3.	Balların nişasta/polen oranları.....	42
Çizelge 4.4.	Bal örneklerinin renk analizleri sonuçları.....	43
Çizelge 4.5.	Kırklareli ve Tekirdağ bölgelerinden alınan örneklerde bulunan polenlerin yüzde oranları.....	45
Çizelge 4.6.	Bal örneklerinin içerdikleri polen miktarına göre sınıflandırılması.....	46
Çizelge 4.7.	Bal örneklerinin toplam fenolik madde ve antioksidan içerikleri.....	49
Çizelge 4.8.	Toplam fenolik madde, FRAP, DPPH-SC ₅₀ değerleri arasındaki korelasyon.....	53
Çizelge 4.9.	Mineral madde analizi sonucu elde edilen element miktarları.....	55
Çizelge 4.10.	Dünya Sağlık Örgütü tarafından nektarlar ve meyve suları gibi gıdalarda bulunabilecek maksimum element düzeyleri.....	57

1. GİRİŞ

Bal; bitki nektarlarının, bitkilerin canlı kısımlarının salgılarının veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarının bal arısı *Apis mellifera* tarafından toplandıktan sonra kendine özgü maddelerle birleştirilerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı doğal bir üründür (Anonim 2005a).

Bal içerdiği basit ve kompleks şekerlerden dolayı doğal bir tatlandırıcı olarak kullanılabilir. Ayrıca sakkarozdan daha düşük bir glikemik indekse sahiptir. Bal tüketiminin yararlı etkileri literatürlerde anlatılmıştır. Bu etkilerden en önemlilerinin antioksidan kapasitesi, bağırsak hareketliliğinin geliştirilmesi, sitokin üretimi ve prebiyotik etki olduğu belirtilmektedir. Bunlara ilaveten balın, gıdaların bağırsaktan emilimini kolaylaştırıcı özelliği olduğu da bildirilmektedir (Tonks ve ark. 2003, Ezz El-Arab ve ark. 2006, Chepulis 2007, Turan ve Turan 2010).

Bal, insanlar tarafından kullanılan ilk güvenilir tatlandırıcıdır (Estevinho ve ark. 2010a). Ayrıca yüksek besin değerine sahip bir gıda maddesi olarak tüketilen tatlı ve lezzetli bir üründür. Kompleks karbonhidratlardan (yaklaşık %85-95 oranında fruktoz ve glukozdan) ve diğer organik asit, amino asit, protein, mineral, vitamin ve lipitler gibi minör bileşenlerden oluşan bir karışımdır (Gül 2008). Çok önemli enerji verici bir gıda maddesi olmasının yanında çoğunlukla tahıl kaynaklı ürünlerin tatlılıklarını, renklerini, lezzetini, karamelizasyonunu, viskozitesini ayarlamak için bileşen olarak kullanılmaktadır (Vural ve ark. 2010).

Bal, insanların mağara hayatı yaşadığı on binlerce yıl öncesinden de bilinen bir besindir. Fransa, İspanya, Mısır ve Türkiye'deki arkeolojik bulgular (mağaralara çizilen resimler, hiyeroglifler, çok eski tarihlere ait arı fosilleri, taş levhalardaki arıcılığa ait yazılar vb. tarihi buluntular) bu görüşü desteklemektedir. Tarihsel süreç içinde insanlar ağaç kütüklerini, toprak veya kil sepeti örerek yapılmış kapları kovan olarak kullanmışlardır. Günümüzde kullanılan kovanlar geliştirilmiş olmasına rağmen hala eski tip kovanlar da kullanılmaya devam edilmektedir. Arıcılık, insanların ağaç kovukları içinde yaşayan arıları öldürmeden ballarını kullanmalarıyla başlamıştır. Çatalhöyük'te yapılan kazılarda, arıları nektar toplarken ve peteklerin üzerindeyken gösteren resimler bulunmuştur. Söz konusu

resimlerin yaklaşık 10 bin yıllık olduğu ve bal üzerine ilk yazılı belgelerden binlerce yıl daha eski olduğu bilinmektedir (Turan ve Turan 2010).

Çizelge 1.1’de görüldüğü üzere 2009 yılı itibari ile ülkemiz, arı varlığı açısından 5 milyon koloni ile dünyada 2. sırada olup, yetiştirilen bu arılardan yılda ortalama 82000 ton bal üretimi gerçekleşmektedir. Koloni sayısı bakımından dünyada 2. sırayı almamıza rağmen, ülkemizde koloni başına bal üretimi ortalama 14.79 kg/yıl düzeyindedir. Dünya ortalamasının 22.14 kg/yıl olduğu düşünüldüğünde, koloni başına bal üretimimizin düşük kaldığı görülmektedir (Anonim 2005b). Ülkemizde kovan sayısının son derece yüksek olması başka bir ifadeyle arıcılığın yaygın bir şekilde yapılıyor olmasının başlıca nedeni, bitki florasının çok zengin olmasıdır (Yardibi 2008).

Çizelge 1.1. Türkiye’deki kovan sayısı ve üretilen bal miktarı (Anonim 2009)

Yıl	Yeni Kovan Sayısı (adet)	Bal Üretimi (ton)
2000	4.067.514	61.091
2001	3.931.301	60.190
2002	3.980.660	74.554
2003	4.098.315	69.540
2004	4.237.065	73.929
2005	4.432.954	82.336
2006	4.704.733	83.842
2007	4.690.278	73.935
2008	4.750.998	81.364
2009	5.210.481	82.003

Trakya arısı, bölgenin yerli gen kaynağı olması sayesinde flora ve iklim koşullarına adapte olmuş, genetik özelliklerinden dolayı dünyada Kafkas arısından sonra koruma altına alınan ikinci arı ırkı olma özelliği taşımaktadır. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı da Trakya arısının varlığını 2010 yılında onaylamış ve Trakya arısının korunması için Kırklareli il sınırlarında 30 kilometre çapında izole bir alan oluşturulmuştur (Oskay 2012).

Bu çalışmada; Kırklareli’deki izole bölgeden toplanan bal örneklerinin kalite analizleri yapılarak ülkemiz ve dünya balları ile karşılaştırılması amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Balın oluşumu ve bileşimi yörelere göre önemli ölçüde farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle çeşitli kaynaklarda birbirinden farklı olarak nitelendirilmekte ve tanımlanmaktadır. Ülkelerin kendilerince belirlenmiş tanımları ve balla ilgili yasal düzenlemeleri ele alındığında o ülkenin bala verdiği önemin derecesi anlaşılabilir. Uluslararası gıda tüzüğüne göre balın tanımı, “balarları tarafından çiçeklerin nektarlarından veya bitkilerin yaşayan kısımlarından ortaya çıkan salgılar toplanıp özel bazı maddelerle karıştırıldıktan ve bir takım değişikliklere uğratıldıktan sonra, petek gözlerine depolanarak üretilen tatlı bir madde” olarak yapılmaktadır (Doğaroğlu 2008).

Bal temel besin maddesi ve enerji kaynağı olarak kullanılmakla beraber bunun yanı sıra insan sağlığı bakımından da önem taşımakta ve çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır (Şahinler 2000).

Snowdon (1996), bal kendine özgü özelliklerinden dolayı birçok mikroorganizmanın gelişimini engelleme veya öldürme özelliğine sahiptir. Dolayısı ile bal işleme sektörü ile ilgili balda bulunan mikroplar, konsantre şeker, asitlik ve balın antimikrobiyal özelliklerine karşı dayanıklıdır.

2.1. Balların Sınıflandırılması

Balların sınıflandırılması üretim ve pazarlama şekline göre yapılabildiği gibi rengine, nem oranına ve elde edilen kaynağa göre de yapılabilmektedir. Balın rengine göre sınıflandırılması sadece beyaz, altın, amber ve koyu olarak yapılmaktadır. Diğer bir başka sınıflandırmada ise altı standart bulunmakta olup ballar açık su beyazından siyah ambere kadar sınıflandırılmaktadır. Balın nem içeriğine göre sınıflandırılması üç bölümde yapılmaktadır. Birinci sınıf ballar nem oranı düşük ballar olup kalite açısından en yüksek değere sahiptirler. Nem oranı, birinci sınıf ballarda en fazla %17.8, ikinci sınıf ballarda %18.6 ve üçüncü sınıf ballarda %20 olmalıdır (Şahinler 2000, Anonim 2005a, Doğaroğlu 2008).

Yararlanılan kaynağa göre ballar, çiçek balı ve salgı balı olarak gruplandırılır. Çiçek balları, arıların çeşitli zararsız bitkilerin çiçeklerinden elde ettikleri ballar olup yararlanılan

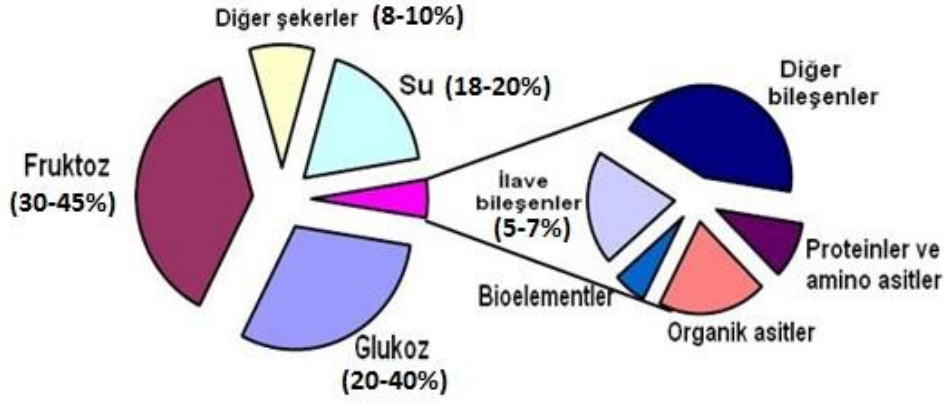
kaynağın cinsine göre ihlamur, pamuk, yonca balı, akasya, ayçiçeği, kestane, karaçalı, püren gibi isimlerle adlandırılırlar. Salgı balları ise arıların, zararsız bitkilerin veya bazı böceklerin salgılarından elde ettikleri ballar olup, elde edildikleri kaynağa bağlı olarak çam balı veya yaprak balı olarak adlandırılırlar (Anonim 2005a, Doğaroğlu 2008, Ölmez 2009).

Üretim veya pazarlama şekillerine göre ballar; petekli, süzme ve pres balları olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Kuluçka amaçlı kullanılmamış olan saf balmumundan hazırlanmış temel peteklerin veya arılar tarafından yapılmış peteklerin gözlerinde depolanmış ve tamamı veya büyük bölümü sırlanmış olarak satışa sunulan ballar petekli ballar olarak adlandırılır. Pres balı, yavrusuz peteklerin doğrudan veya 45°C'yi aşmamak üzere ısıtılarak preslenmesi ile elde edilen bal türüdür. Süzme ballar ise sırları alınan yavrusuz peteklerden santrifüj yolu ile elde edilir (Anonim 2005a, Doğaroğlu 2008).

2.2. Balın Bileşimi

Balın bileşimi, yüksek oranda arılar tarafından kullanılan çiçek türlerine bağlı olduğu kadar bölgesel ve iklimik koşullara da bağlıdır (Mendes ve ark. 1998). Dünyada, bal ticaretinde kullanılan balların kalitesi değişkenlik gösterir. Bal kalitesi büyük oranda balın rengi, aroması ve yoğunluğu ile belirlenmektedir (Vural ve ark. 2010).

Bal arılar tarafından yapıldığı hammaddeye göre nektar veya salgı balı olmak üzere yapışkan ve aromatik bir üründür. Kimyasal yapısı, iklimik ve coğrafik koşullara bağlı olan bal karbonhidrat ve konsantre su çözümü olan bir maddedir (Bakier 2007). Balın ilk aklı gelen özelliği tatlı olmasıdır. Bunun sebebi balın içindeki başlıca üç şekerdir. Bunlar glukoz, fruktoz ve sakkaroz'dur (Şekil 2.1). Diğer önemli bileşen su olup, balın %20'ye yakın kısmını oluşturur. Yaklaşık %7'lik bölümü ise demir, sodyum, sülfür, magnezyum, fosfor, polen, manganez, alüminyum, gümüş, albumin, dekstril, nitrojen, protein ve asitlerden oluşmaktadır. Balın içinde birçok vitaminin yanı sıra iz miktarda çeşitli hormonlar, çinko, bakır ve iyot bulunmaktadır. Bu bileşenlere ilave olarak diastaz, amilaz, invertaz, katalaz, oksidaz, fosfataz gibi enzimlerin bulunduğu araştırmacılar tarafından belirlenmiştir. Bu enzimlerin bir kısmı bitkilerden kaynaklanmakta olup, bir kısmı da arının başındaki bezlerden salgılanmaktadır (Şahinler 2000, Özmen ve Alkın 2006, Yardibi 2008, Ölmez 2009, Vural ve ark. 2010, Sharma ve ark. 2010, Estevinho ve ark. 2010b).



Şekil 2.1. Balın bileşenlerinin ortalama oranları (Kujawski ve Namiesnik 2008).

Baldaki toplam amino asitlerin %50'sini prolin oluşturmaktadır. Prolin yanında lizin, histidin, arginin, aspartik asit, treonin, serin gibi amino asitler de ballarda bulunmaktadır (Heredia ve ark. 2003). Prolin, balda en çok bulunan serbest aminoasit olup, nektarda ve özellikle polende bulunur, önemli bir kısmı arıdan kaynaklanır. Prolin içeriğinin özellikle diğer kriterlerle birlikte, doğal bal ve şurup ballarının birbirinden ayrılmasında, balın tipinin ve olgunluğunun belirlenmesinde yararlı ve önemli olabileceği belirtilmektedir. Saf balların sahte ballardan daha yüksek düzeyde prolin ve potasyum içerdiği saptanmıştır. Ancak her iki düzeyin, arıların toplamış olduğu polen ve nektarın cinsine bağlı olarak değiştiği; saf ballarda potasyumun yüksek; sodyumun ise düşük olduğu birçok literatürde belirtilmektedir. Sahte ballarda balın önemli ölçüde nektar ve polen kaynaklı olmayışı nedeniyle potasyum düzeyi düşük olmakta; şeker şurubunun arıya kolayca yedirilebilmesi için ortama katılan bir miktar tuz (NaCl) yüzünden sodyum içeriği yükselmektedir. Prolin çiçek kaynağına bağlı olarak ülkeden ülkeye farklılık gösterebilmektedir (Başoğlu ve ark 1996).

Balın bileşimindeki karbonhidratlar ve su balın viskozite, higroskopiklik ve granülasyon gibi balın fizikokimyasal özelliklerini belirlemektedir. Balın viskozitesi, balın kristalize olma sürecinde önemli rol oynar. Viskozite özelliği sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir (Bakier 2007).

Balın enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanlarca zengin olduğu bilinmektedir (Sangsrichan ve Wanson 2008). Balın bileşiminde bulunan flavonoidler (krisin, pinokembrin, pinobanksin, kuersetin, kamferol, luteolin, galangin, apigenin, hesperetin, mirisetin), fenolik

asitler (kafeik, kumarik, ferulik, ellajic, klorogenik), askorbik asit, katalaz, peroksidaz, karotenoidler ve maillard reaksiyonu sonucu oluşan ürünler balın antioksidan etkisinden sorumludurlar (Bertoncelj ve ark. 2007). Balın bileşimi ve antioksidan kapasitesi; nektarın kullanıldığı flora kaynağına, mevsimsel ve çevresel faktörlere ve proses koşullarına bağlıdır. Genel olarak koyu renk balların yüksek antioksidan kapasitesine sahip olduğu bildirilmektedir. Ayrıca, balın rengi potansiyel alkaliniteye, kül miktarına bağlı olmasının yanı sıra karotenoidler ve flavonoidler gibi aktif antioksidan pigmentlere bağlıdır (Sangsrichan ve Wanson 2008).

Uçucu olmayan bileşiklerden; flavonoidler, flavonoid olmayan fenolik bileşikler ve absisik asit balların botanik orjinini tespit etmede ve bal kalitesini belirlemede kullanılan indikatör bileşenlerdir. Bu bileşiklerden özellikle fenolik asitler baldaki polifenollerin ana bileşiklerini oluşturmaktadırlar. Çeşitli bal türlerinde yaklaşık olarak 26 tane fenolik asit tespit edilmiştir. Bunlardan bazıları balların flora kaynaklarını belirlemede spesifik olarak kullanılmaktadır (Jiang ve ark. 2004).

2.3. Balın Sağlık Üzerindeki Etkisi

Bal temel besin maddesi ve enerji kaynağı olarak kullanılmakla beraber bunun yanı sıra insan sağlığı bakımından da önem taşımakta ve çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır (şahinler 2000).

Hastalık ve enfeksiyonlara neden olan birçok mikroorganizmanın gelişimi bal tarafından inhibe edilmektedir. Yapılan laboratuvar araştırmaları balın, yaralarda bulunan *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enterica* ve *Ser. typhimurium* gibi bakterilere karşı etkili olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte balın iğerdiği glukoz oksidaz enzimi su ve oksijen varlığında, glukozu glukonik asit ve hidrojen peroksida parçalamaktadır. Oluşan hidrojen peroksit ve asidik ortam, olgunlaşma sırasında balı korumakta ve antimikrobiyel özellik kazandırmaktadır. Antimikrobiyel özelliklerinden dolayı bal, doğal gıda koruyucu olarak görölmektedir (Özmen ve Alkın 2006).

Bal, kronik sindirim sistemi hastalıklarından özellikle peptik ülser ve hazımsızlığa, duodenal ülsere, çocuklarda ise bakteriyel gastroenteritis'e karşı etkili bir şekilde tedavi amacıyla kullanılmaktadır. Balın şeker hastaları için uygun olduğu bilinir ancak bal yüksek

şeker içeriğine sahiptir. Eşit kaloriye sahip diğer gıdalarla bal karşılaştırıldığında balın daha az insülin salgılanmasına neden olduğu, ancak tüketildikten kısa bir süre sonra kandaki şeker oranını çok az yükselttiği belirlenmiştir. Bal ve aynı miktardaki sakkaroz tüketimi karşılaştırıldığında; kan şekeri oranının bal tüketimi ile daha düşük olduğu belirlenmiştir (Şahinler 2000). Mesane kanserinde de balın antitümör ve antimetastatik özellik gösterdiği bildirmektedirler (Özmen ve Alkın 2006).

2.4. Balın Kimyasal Özellikleri

Balın kalitesini ve kimyasal özelliklerini değerlendirmede en önemli faktörler; nem oranı, şeker oranı, mineral madde içeriği, ağır metal kontaminasyonu, HMF içeriği, diastaz aktivitesi ve elektrik iletkenliğidir (Yardibi 2008).

2.4.1. Balın nem oranı

Balın nem içeriği; çevre koşullarına, hasat zamanı arıcalar tarafından hile yapıp yapılmamasına bağlıdır ve yıldan yıla değişiklik gösterir (Estevinho ve ark. 2010b). Yüksek nem içeriği balın belirli türlerinde kristalizasyonu hızlandırmaktadır. Ayrıca su aktivitesini de yükselterek mayaların gelişeceği ortam yaratılmış olur. Genel olarak dağ balları ova ballarından daha az nem içermekte olup, fazla nem balın olgunlaşmadığının ya da dışarıdan su katıldığının göstergesidir. Bu da balın yüzey fermantasyonu tehlikesini doğurmaktadır (Yardibi 2008).

Bal üzerine yapılan ulusal ve uluslararası çalışmalarda ortalama nem oranının %16-22 arasında olduğu görülmektedir (Anupama ve ark. 2002, Küçük ve ark. 2007, Yardibi 2008, Andrade ve ark. 2009, Vural ve ark. 2010, Sharma ve ark. 2010, Estevinho ve ark. 2010a)

Baldaki şekerlere dayanıklı mayalar, özellikle su oranı yüksek balların fermantasyonuna (ekşimesine) neden olur. Sırlanmış ve olgunlaşmış balların su oranı daha az olduğu için fermantasyonu zordur. Düşük oranlarda nem içeren ballarda artan şeker yoğunluğu nedeniyle zararlı mikroorganizmaların etkinliği önlenir ve fermantasyon durur. Hangi düzeyde nem içerirse içersin, açıkta veya nem geçirebilir kaplarda tutulan ballar, havadan nem çekerek su oranını yükseltme eğilimi gösterirler. Bu nedenle saklama yerinin

nemi %60 dolaylarında olmalı ve bal uygun kaplarda kapalı olarak saklanmalıdır (Doğaroğlu 2008).

2.4.2. Balın şeker oranı ve önemi

Balı teşkil eden başlıca bileşenler şekerlerdir. Bal özü kaynakları olan bitkilerin çeşidine göre ve honeydew denilen tatlı salgıların arılar tarafından kullanılmasına göre balların şeker bileşenleri farklı olmaktadır. Balda az miktarda bulunan bazı disakkarit ve trisakkaritler çiçek ve salgı balını karakterize etmektedirler (Yardibi 2008).

Hemen hemen bütün bal çeşitlerinde fruktoz baskın şeker olarak, glukoz ise ikinci baskın şeker olarak bulunmaktadır. Baldaki şekerler birkaç enzim etkinliği sonrasında nektar sakkarozuna çevrilmektedirler. Sonuç olarak farklı pozisyonlarda ve konfigürasyonlarda glikozidik bağ ile bağlanmış glukoz ve fruktozdan oluşan %70'i monosakkarit olan, %10-15'i disakkarit olan kompleks bir karışım oluşmaktadır. Bu şeker bileşimleri bitki ve çevre değişikliklerinden etkilenebilmektedirler (Ouchemoukh ve ark. 2010).

Bal üzerine yapılan ulusal ve uluslararası çalışmalarda fruktoz miktarının %30-45, glukoz miktarının %20-40 ve diğer şekerlerin %8-10 değer aralıklarında olduğu görülmektedir (Yılmaz ve Küfrevioğlu 2001, Anupama ve ark. 2002, Heredia ve ark. 2003, Küçük ve ark. 2007, Yardibi 2008, Ouchemoukh ve ark. 2010, Sharma ve ark. 2010, Estevinho ve ark. 2010a)

Baldaki şekerler balın viskozitesinden, higroskopitesinden, granülasyonundan ve enerji değerinden sorumludurlar. Bu yüzden çeşitli gıda maddelerinin üretiminde bileşen olarak kullanılırlar. Balda bulunan şekerlerden prebiyotik etkiye sahip olan oligosakkaritler, *Bifidobacteria* ve *Lactobacilli* popülasyonunu arttırmaktadırlar (Ouchemoukh ve ark. 2010).

Balların şeker profilleri, hangi balın düşük miktarda glukoz veya fruktoz oranına sahip olduğunu ve yüksek oranda melezitoz ve erloz gibi oligosakkaritleri içerdiğini belirleyerek çiçek balını salgı balından ayırt etmede kullanılmaktadır. Ayrıca fruktoz ve glukozun bağlı miktarları uniflora ballarının sınıflandırılmasında kullanılmaktadır. Şeker profillerini belirlemek için yapılan analizlerde HPLC (yüksek performanslı sıvı kromatografisi) veya GCMS (gaz kromatografisi kütle dedektörü) gibi farklı kromatografik teknikler

kullanılmaktadır. Bu teknikler kullanılarak hazırlanan metotlar, Uluslararası Bal Komisyonu tarafından onaylanmıştır (Ouchemoukh ve ark. 2010).

Doyma noktası üzerindeki glukozun kristal hale dönüşümü balın şekerlenmesi olayıdır. Balın şekerlenmesi bir bozulma olayı olmayıp, balın elde edildiği bitkisel kaynağa göre oluşabilen doğal bir olaydır. Bazı ballar hiç kristallenmemesine karşın, bazıları hiç hasat edilmeden peteklerde şekerlenir. Bu durum balın yapısıyla ilgili etmenin yanı sıra balın depolanması ve işlenmesi sırasında uygulanan bazı işlemlerin de kristallenmeyi etkilemesinden kaynaklanmaktadır. Balın yapısı ve kristallenmesi arasındaki ilişkide fruktoz/glukoz veya glukoz/su oranlarının etkili olduğubildirilmektedir (Doğaroğlu 2008).

Bal, genellikle sakkarozun asitlerle inversiyonuyla oluşan şeker şurubu veya nişastanın parçalanması sonucu elde edilen nişasta şurubu katılarak tağışış edilmektedir. Bazı bal üreticileri ise fazla çiçek bulunmayan yerlerde kovanların çevresine kaplar içinde şeker gibi tatlı çözeltileri dizerek arıların bunlarla beslenmesini sağlamaktadırlar. Bu şekilde beslenmiş arıların yaptıkları bal tabii olmayıp, tadı yavan, rengi açık, sakkaroz miktarı yüksek olmaktadır (Yardibi 2008).

2.4.3. Balın mineral madde içeriği

Baldaki mineral madde bileşenlerinin konsantrasyonu %0.1 ile %1.0 arasında değişmektedir. Salgı balları, nektar balları ile karşılaştırıldığında salgı ballarının yüksek elektrik iletkenliklerinden dolayı nektar ballarına göre mineral madde oranları daha yüksektir. Potasyum balda en çok bulunan mineral maddedir. Potasyumdan sonra balda en çok bulunan mineral maddeler fosfor, kalsiyum, magnezyum ve sodyumdur. Baldaki iz elementler ise demir, bakır, çinko ve manganezdur (Conti 2000, Lachman ve ark. 2007, Protano ve ark. 2008, Soylak ve ark 2008, Andrade ve ark. 2009, Vanhanen ve ark. 2011).

Balın rengi birçok çeşitli faktöre bağlı olmakla birlikte, içerdiği mineral madde miktarı da balın rengini etkileyen önemli kriterlerdendir. Koyu renk balların kül miktarı genellikle açık renk ballardan daha yüksektir (Estevinho ve ark. 2010b).

2.4.4. Ballarda ağır metal kontaminasyonu

Toprakta bulunan mineral maddeler önce bitki özüne daha sonra nektarla birlikte balın bileşimine geçebilmektedir. Ancak bal içerisindeki mineraller veya ağır metaller çevreden de kontamine olabilmektedir. Özellikle yoğun trafik ve sanayi bölgelerinin bulunduğu ortamlarda üretilen ballarda, ağır metal içerikleri yüksek çıkmaktadır (Gül 2008).

Çizelge 2.1. Çevrede bulunan zehirli ağır metallerin kaynakları (Leblebici 2006).

Bala Taşınan Ağır Metal Kaynakları	Ağır Metaller
Metal İşletmeciliğinden Gelenler	
Maden işlemlerinden çevreye rüzgarla yayılan	Cd, Hg, Pb, As
Metallerin eritilmesinden	As, Cd, Hg, Pb, Sb, Se
Demir ve çelik endüstrisinden	Zn, Cu, Ni, Cr, Cd
Metal işletmeciliğinden	Zn, Cu, Ni, Cr, Cd
Endüstri	
Plastikler	Co, Cr, Cd, Hg
Tekstil	Zn, Al, Ti, Sn
Ev aletleri yapımından	Cu, Ni, Cd, Zn, Sb
Ağaç işletmeciliğinden	Cu, Cr, As
Rafineri	Pb, Ni, Cr
Havada Partikül ve Dumanlar	
Şehir, fabrika vs.	Cd, Cu, Pb, Sn, Hg, V
Metal İşletmeciliği	As, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Ti, Zn
Taşıtlardan	No, Pb, V, Cd
Fosil yakıtlardan	As, Pb, Sb, Se, U, V, Zn, Cd
Tarım	
Gübreler	As, Cd, Mn, U, V, Zn
Hayvansal Gübreler	As, Cu, Mn, Zn
Kireçler	As, Pb
Pestisitler	Cu, Mn, Zn
Sulama	Cd, Pb, Zn
Metal aşınması	Fe, Pb, Zn
Atıklar	
Lağım	Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, V, Zn
Kazma ve delmeler	As, Cd, Fe, Pb
Küller	Cu, Pb

Balın kalitesini belirleyen önemli bir kriter de çevresel kontaminasyondan ve farmakolojik etkiden kaynaklanan kontaminasyonlardır. Bal potansiyel olarak yapısında arsenik, kadmiyum ve kurşun gibi ağır elementleri içerebilmektedir. Bu tarz kontaminasyonlar, Çizelge 2.1.'de görüldüğü gibi dış kaynaklı veya balın elde edilmiş sürecinden paketleninceye kadar geçen aşamalarda yanlış prosedürlerin uygulanması ile gerçekleşebilmektedir. Bal asidik bir besin maddesi olması nedeniyle; krom, kurşun ve çinko

gibi elementler metal araçlardan veya kaplardan serbest kalabilmektedir (Lelebici 2006, Protano ve ark. 2008).

Ağır metaller atmosferden, arıların kılları üzerinde, polen, su, nektar veya salgı balları ile kovana taşınabilmektedir. Balda ağır metaller incelendiğinde yağmur ve rüzgar gibi hava koşulları, üretim sezonu ve bitkinin botanik orjini gibi birçok değişken göz önüne alınmalıdır. Yağmur ve rüzgar atmosferdeki ağır metalleri temizleyerek çevredeki diğer bitkilere ya da arıların yararlandıkları diğer su gibi diğer kaynaklara bulaştırarak etkili olmaktadır. İlkbaharda nektar akımı yaz ve sonbahar dönemlerine göre daha fazla olup buna bağlı olarak bulaşma daha az gerçekleşmektedir. Ayrıca yapısı morfolojik olarak açık olan çiçekler ile salgı balları kirlenmeye daha fazla maruz kalırlar (Gül 2008).

2.4.5. Balın hidroksi metil furfural (HMF) içeriği

Bal kodeksine göre, HMF bal kalitesini değerlendirmede kullanılan parametrelerden biridir. Genelde taze balda bulunmamakla beraber iklimik koşullar ve depolama koşulları ile birlikte bal içerisindeki miktarı artar. Bal, proses sırasında viskoziteyi azaltmak ve fermantasyon veya kristalizasyon oluşumunu önlemek için, havalandırma odalarında 45-50°C'de 4-7 gün veya sıcak su içerisinde bekletilerek ısı uygulamalarına maruz bırakılır. Tek flora kaynaklı ballarda bu ısı uygulamaları balda farklı düzeylerde HMF oluşumuna neden olmaktadır (Fallico ve ark. 2005).

HMF, maillard reaksiyonu sonucunda veya heksozların asit-katalize dehidrasyon tepkimesinden önemli bir ara ürün olarak oluşmaktadır. Bunun yanında gıdalardaki termal hasarlarda ve uzun süre bekleyen gıdaların değerlendirilmesinde kullanılan en önemli kriterlerden biridir (Fallico ve ark. 2008). HMF, karbonhidratların aminoasit veya proteinlerle oluşturdukları amadori çevrimi sonucu oluşan bir maillard reaksiyon ürünü olup sıcaklık ile birlikte oluşumu artmaktadır. HMF balda, karbonhidratların ısıtılması sonucu oluşmaktadır. Yüksek sıcaklık işlemlerinde heksoz dehidrasyonu HMF oluşumuna yol açmakta olup, yüksek asitlik mevcudiyetinde de HMF oluşumu artmaktadır. Düşük sıcaklıklarda ise maillard reaksiyonu sonucu HMF oluşmaktadır (Yardibi 2008).

Bal üzerine yapılan ulusal ve uluslararası çalışmalarda HMF değeri 0.1-40 mg kg⁻¹ değerleri arasında bulunmuştur (Heredia ve ark. 2003, Küçük ve ark. 2007, Yardibi 2008,

Andrade ve ark. 2009, Vural ve ark. 2010, Estevinho ve ark. 2010a, Ajlouni ve Sujirapinyokul 2010).

Baldaki HMF içeriği bal örneğinin tazeliği hakkında da bizlere bilgi vermektedir. HMF miktarı sıcaklık, ısıtma süresi, depolama koşulları, pH ve flora kaynağı gibi faktörler tarafından etkilenebilmektedir (Estevinho ve ark. 2010b).

2.4.6. Diastaz aktivitesi

Diastaz balın yapısında doğal olarak bulunan bir enzimdir. Baldaki oranı coğrafik ve floranın kökenine bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Diğer taraftan, balın tazeliği de baldaki diastaz oranını etkiler. HMF ile birlikte diastaz aktivitesi sıcaklık istismarının ve uzun süre bekleyen balların göstergesi olarak kullanılabilir (Estevinho ve ark. 2010b).

Bal üzerine yapılan ulusal ve uluslararası çalışmalarda diastaz aktivitesi 5-39 değerleri arasında bulunmuştur (Küçük ve ark. 2007, Yardibi 2008, Andrade ve ark. 2009, Estevinho ve ark. 2010a, Ajlouni ve Sujirapinyokul 2010)

Diastaz aktivitesi balda bir kalite parametresi olup, balın paketlenip tüketiciye ulaştırılana kadar sıcaklığa maruz kalıp kalmadığını belirlemede kullanılmaktadır. Isıtma işlemleri genellikle paketleme esnasında sorun yaratan kristalizasyonu çözmek ve viskoziteyi azaltmak için uygulanır. Balın ısıtılması ile beraber termolabil ve aromatik maddelerde kayıplar oluşur. Bu kayıplar sıcaklık ve ısıtma süresi ile orantılı olarak değişmektedir. Isıtma ile oluşan ve balda kalite kaybına yol açan hasarlar diastaz aktivitesi ve HMF içeriği ile ölçülebilmektedir (Tosi ve ark. 2008).

2.4.7. Elektrik iletkenliği

Elektrik iletkenliği, balın elde edildiği bitki kaynağı ile içerdiği kül oranının belirlenmesinde kullanılan bir özelliktir. Balın asitliği ve mineral madde içeriği arttıkça elektrik iletkenliği de artmaktadır. Elektrik iletkenliği, çiçek balları ile salgı balları arasındaki farklılığı belirlemede kullanılan önemli bir ölçüttür. Üretilen çiçek ve salgı balları fiziksel ve kimyasal özellikler bakımından birbirlerinden kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. Bu iki balın içerdikleri maddeler incelendiğinde benzer değerler gösterebilmektedir. Ancak bu kriterler

içerisinde en belirgin ayırt edici özellik olarak elektriksel iletkenlik ve asitlik öne çıkmaktadır (Günbey 2009).

Bal üzerine yapılan ulusal ve uluslararası çalışmalarda elektrik iletkenliği 0.11-1.20 mS cm⁻¹ değerleri arasında bulunmuştur (Heredia ve ark. 2003, Andrade ve ark. 2009, Sharma ve ark. 2010, Estevinho ve ark. 2010a).

2.5. Balın Kalitesini Etkileyen Diğer Faktörler

Balın kalitesine etki eden faktörler; nektarlı bitki türü, çeşidi, arı türü, çevre şartları, arıcının eğitimi, balın hasat edilme zamanı ve şekli ile hasat edilen balın depolanma koşulları olmak üzere altı başlık altında toplanabilmektedir (Çam 2006).

2.5.1. Nektarlı bitki türleri

Bal arılarının sıkça uğradığı çiçekli bitkiler kekik (*Thymus spp.*), adaçayı (*Salvia spp.*), taş yoncası (*Melilotus spp.*), hindibaba (*Cichorium intybus*), ballıbaba (*Lamium spp.*), korunga (*Onobrychis spp.*), lavanta (*Lavandula angustifolia*), muhabbet çiçeği (*Reseda spp.*), nane (*Mentha spp.*), fiğ (*Vicia sativa*), yonca (*Medicago spp.*), kolza (*Brassica napus*), pamuk (*Gossypium spp.*), tütün (*Nicotiana tabacum*), ayçiçeği (*Helianthus annuus*), akasya (*Acacia spp.*), portakal (*Citrus sinensis*), ihlamur (*Tilia spp.*), funda (*Erica spp.*), yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia*), akçaağaç (*Acer spp.*), böğürtlen (*Rubus spp.*), muz (*Musa spp.*), at kestanesi (*Aesculus hippocastanum*), kocayemiş (*Arbutus unedo*) olarak bilinmektedir. Ancak bunlardan tütün, ayçiçeği, atkestanesi, funda, kocayemiş balları düşük kaliteli, pamuk balı orta kaliteli olarak kabul edilmektedir (Malyer ve ark. 2002).

2.5.2. Depolama koşulları

Balın depolanmasında kaliteye etki eden etmenlerden depolama yerinin sıcaklığı ve depolama süresi balda istenmeyen iki özelliği beraberinde getirmektedir. Bunlar HMF miktarındaki artış ve diastaz düzeyindeki düşüştür. Açık renkli olması gereken bir bal, uzun süre bekletildiğinde renginde koyulaşma meydana gelmektedir. Oda sıcaklığında 4 ay tutulan ballarda dondurulmuş ballara oranla %15 diastaz kaybı oluşurken bu süre 20 aya

ıkarıldığında bu kayıp %60 oranına çıkmaktadır. Ayrıca bir yıl süre ile depolanan ballarda azot, kl, hidrojen, nem ve bileşik Şekerler daha yüksek bulunmuştur (Doğaroğlu 2008).

2.5.3. Arı ırkı

Dünya üzerinde oldukça geniş bir yayılma alanı gösteren bal arısı, farklı tür ve ırk örneklerine sahip olduğu gibi çoğu yörelerde doğal seleksiyon sonucu farklı ekotiplere de sahip bulunmaktadır. Dünyada ekonomik değeri yüksek ırklar olarak gösterilen Batı arılarının en önemlileri Esmir arı (*A.m. mellifera*), İtalyan arısı (*A.m. ligustica*), Karniol arısı (*A.m. carnica*) ve Kafkas arısı (*A.m. caucasica*)'dır (Doğaroğlu 2008).

Ülkemizde yapılan balarısı genetik tanımlama çalıŐmasında en az 5 farklı bal arısı ırkı bulunduğu ortaya çıkmıştır. Bunlar, Anadolu arısı (*Apis mellifera anatolica*), Kafkas arısı (*Api mellifera caucasica*), İnan arısı (*Api mellifera meda*), Suriye arısı (*Api mellifera syriaca*), ve Karniol arısıdır (*Api mellifera carnica*) (Kandemir ve ark. 2000). Çalışmanın yapıldığı Kırklareli İzole bölgesinde bulunan Trakya arısı, Karniol arısının bir ekotipi olarak tanınmaktadır. Trakya arısı ekotipi, bölgesel flora ve iklim koşullarına adapte olduğundan bölgede görülen ani hava deęiŐimlerine dayanıklı olup, yüksek kuluçka ve bal verimine sahiptir (Oskay 2012) .

2.5.4. Hasat edilme Şekli ve zamanı

Hasat sırasında balda bulunacak glukoz kristalleri, toz parçaları veya polen tanecikleri kristalleŐmenin çekirdeğini oluŐtururlar. Bu nedenle hasat edilen balın çok iyi süzülerek yabancı maddelerden arındırılması gerekir. Szlen bal dinlendirilmelidir. Süzme ve dinlendirme hem Őekerlenmeyi hem de fermantasyonu geciktirerek kaliteyi arttırmaktadır. Ayrıca hasat edilecek balın zamanının belirlenmesi yapısındaki su oranı ile doğrudan ilgilidir (Doğaroğlu 2008).

2.6. Bal zerine Yapılmış Bazı alıŐmalar

Başoğlu ve ark. (1996), Türkiye'nin çeşitli bölgelerinden toplanan sahte ve saf oldukları dŐnlen ballarda yaptıkları çalışmalar sonucunda prolin miktarlarının; sahte

ballarda en yüksek 349.5 mg kg⁻¹, saf bal oldukları düşünölen bal örneklerinde ise 365.9-1096.8 mg kg⁻¹ değerleri arasında bulmuşlardır.

Baydar ve Gürel (1998), Antalya doğal florasından bir yıl boyunca elde ettikleri polen örneklerinde yapmış oldukları mikroskopik analizler sonucunda, bal arılarının en çok *Asteraceae* ve *Fabaceae* familyalarına dahil olan türleri tercih ettiklerini belirtmişlerdir. *Euphorbia characias*, *Taraxacum sp.*, *Daphne sericea*, *Asphodelus fistulosus*, *Sinapsis arvensis*, *Raphanus raphanistrum*, *Calicotome villosa*, *Cistus creticus*, *C. salviifolius*, *Crepis sp.*, *Acacia cyanophylla*, *Papaver rhoeas*, *Rubus sanctus*, *Myrtus communi*, *Vitex agnus-jastus*, *Inula viscosa*, *Urginea maritima*, *Cerotonia siliqua* ve *Eucalyptus sp.* türlerinin ise en önemli polen kaynaklarını oluşturduğunu ileri sürmüşlerdir.

Conti (2000), İtalya'nın Lazio bölgesinden elde ettiği bal örneklerinde yaptığı analizler sonucunda ortalama mineral madde değerlerini şöyle bulmuştur; Na (sodyum) 96 µg g⁻¹, K (potasyum) 472 µg g⁻¹, Ca (kalsiyum) 47.7 µg g⁻¹, Mg (magnezyum) 37 µg g⁻¹, Cu (Bakır) 0.31 µg g⁻¹, Fe (demir) 4.51 µg g⁻¹, Mn (mangan) 3.00 µg g⁻¹ ve Zn (çinko) için 3.14 µg g⁻¹.

Yılmaz ve Küfrevioğlu (2001), Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinden topladıkları ballar üzerine yaptıkları çalışmalarda prolin değerini 300-860 mg kg⁻¹ arasında, invert şeker ve sakkaroz değer aralıklarını sırası ile %67.6-75.3 ile %0.4-4.5 olarak bulmuşlardır.

Anupama ve ark. (2002), Hindistan ballarının duysal ve fizikokimyasal özellikleri üzerine yaptıkları çalışmalarda nem, invert şeker ve sakkaroz değerlerini sırası ile %17-22, %61.3-72.6 ve %1.2-5.7 değerleri arasında olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca balların renkleri üzerine yaptıkları araştırmalarda; L*, a*, b* renk değerlerini sırası ile 23.77-43.69, 3.40-27.83, 39.11-68.54 aralığında belirlemişlerdir.

Andrada ve Telleria (2002), Arjantin'in güney bölgesindeki balların botanik orijinlerini belirlemeye yönelik yaptıkları çalışma sonucunda örneklerde en çok temsil edilen familyaların; *Asteraceae* (*Ambrosia tenuifolia*, *Artemisia sp.*, *Astereae*, *Brachyclados lycioides*, *Carduus sp.*, *Carthamus lanatus*, *Centaurea sp.*, *Cichorium intybus*, *Cirsium vulgare*, *Cynara cardunculus*, *Chuquiraga erinacea*, *Gaillardia megapotamica*, *Heliantheae*,

Helianthus annuus, *Matricaria recutita*-*Anthemis tenuifolia*, *Multisieveae*, *Onopordon acanthium*, *Senecio sp.*, *Sonchus sp.*, *Trichocline sp.*) ve *Fabaceae* (*Acacia sp.*, *Adesmia sp.*, *Geoffroea decorticans*, *Hoffmanseggia sp.*, *Lotus sp.*, *Melilotus albus*, *Medicago minima*, *M. sativa*, *Prosopis sp.*, *Prosopidastrum globosum*, *Trifolium sp.* ve *Vicia sp.*) olduğunu belirtmişlerdir.

Fas balları üzerinde yapılan bir çalışmada; HMF, diastaz sayısı, prolin ve elektrik iletkenliği değerleri sırası ile 7.5-39.1 mg kg⁻¹, 9.5-158 °Gothe, 315.9-770 mg kg⁻¹, 336-889 µS cm⁻¹ olarak bulunmuştur. Şeker analizleri sonucunda fruktoz, glukoz, sakkaroz, maltoz, isomaltoz ve erloz değerleri ise sırası ile %32.13-43.07, %27.25-36.15, %0.01-0.23, %2.48-7.8, %0.01-1.11, %0.05-0.13 arasında saptanmıştır (Heredia ve ark. 2003).

Facino ve ark. (2005), balın antioksidan özelliklerinin tanımlanması ve standardizasyonu üzerine yaptıkları bir çalışmada; toplam fenolik içeriği en yüksek (0.789 mg_{gallic asit} g⁻¹) kocayemiş balında, en düşük (0.052 mg_{gallic asit} g⁻¹) ise karahindiba çiçeği balında tespit etmişlerdir. Bal örneklerinin antioksidan gücünü belirlemek üzere yaptıkları analizlerde; FRAP (demir indirgeyici antioksidan gücü) değerine en yüksek (1501 µM Fe(II)) kocayemiş balının, en düşük (72.8 µM Fe(II)) üçgül balının sahip olduğu, DPPH-SC₅₀ (1.1-diphenyl-2-picrylhydrazil radikali miktarını yarıya indiren örnek konsantrasyonu) radikal temizleme aktivitesine ise en düşük (47.62 mg ml⁻¹) karahindiba çiçeği balının, en yüksek (1.63 mg ml⁻¹) kocayemiş balının sahip olduğu belirlenmiştir.

Burkino Faso balları üzerine yapılan bir araştırmada, prolin değeri 437.8-2169.4 mg kg⁻¹ arasında saptanmıştır. Ayrıca antioksidan aktivitesini belirlemek üzere yapılan analizlerde, DPPH radikal temizleme aktivitesi en düşük (29.13 mg ml⁻¹) multifloral kaynaklı balda, en yüksek de (1.37 mg ml⁻¹) *Vitellaria* balında tespit edilmiştir (Meda ve ark., 2005).

Leblebici (2006), Kayseri yöresinde bulunan bazı bal örneklerinde ağır metal kirliliğinin belirlenmesi üzerine yaptığı çalışmada analizi yapılan bal örneklerindeki elementlerin miktarlarını; Cd (kadmium) için 0.09-0.24 µg g⁻¹, Cu 0.01-0.72 µg g⁻¹, Zn 1.29-5.39 µg g⁻¹, Ni (nikel) 0.03-1.43 µg g⁻¹, Pb (kurşun) 0.02-1.50 µg g⁻¹, Cr (krom) 0.09-1.89 µg g⁻¹, Mn 0.02-1.56 µg g⁻¹, Fe 0.57-8.74 µg g⁻¹ ve Se (selenyum) için 0.006-0.58 µg g⁻¹ arasında belirlemiştir.

Türkiye’de üretilen bazı çiçek ve salgı ballarının fenolik asit ve flavonoid profillerinin belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada, en koyu renge sahip kestane balının en yüksek toplam fenolik madde içeriğine ($0.774 \text{ mg}_{\text{gallic asit}} \text{ g}^{-1}$), beyaz renge sahip olan pamuk balının ise en düşük toplam fenolik madde içeriğine ($0.05 \text{ mg}_{\text{gallic asit}} \text{ g}^{-1}$) sahip olduğu saptanmıştır (Haroun 2006).

Küçük ve ark. (2007) yaptıkları bir çalışmada, kestane ve ormangülü (*rhododendron*) çiçeklerinden oluşan monofloral özellikte Doğu Karadeniz Bölgesinden alınan bal örnekleri ile geven (*Astragalus microcephalus*), kekik (*Thymus vulgaris*) ve çeşitli dağ çiçeklerinden oluşan çoklu floraya (heterofloral) sahip Erzincan civarından toplanan bal örneğinin kimyasal bileşimleri ve biyolojik aktivitelerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda ortalama olarak; kestane balında nem %19.7, asitlik 36.7 meq kg^{-1} , HMF değeri 28.6 mg kg^{-1} , diastaz sayısı 17.7, invert şeker %66.8 ve sakkaroz %2.87, ormangülü balında nem %19, asitlik 33.6 meq kg^{-1} , HMF 24.1 mg kg^{-1} , diastaz sayısı 23, invert şeker %65.9 ve sakkaroz %3.34, heterofloral bal örneklerinde ise nem %17, asitlik 29.4 meq kg^{-1} , HMF 19.2 mg kg^{-1} , diastaz sayısı 17.9, invert şeker %65.8 ve sakkaroz %1.47 olarak tespit edilmiştir.

Silici ve ark. (2007), Türkiye’nin farklı bölgelerinden elde ettikleri toplam 25 bal örneğindeki iz element miktarlarını belirledikleri bir çalışmada; Cu, Mn, Zn, Fe, Pb, Ni, Cr, Cd, Al ve Se mineralleri için yaş yakma yöntemine göre buldukları ortalama değerler sırası ile $5.35 \mu\text{g g}^{-1}$, $51.3 \mu\text{g g}^{-1}$, $11.9 \mu\text{g g}^{-1}$, $79.6 \mu\text{g g}^{-1}$, $0.43 \mu\text{g g}^{-1}$, $0.85 \mu\text{g g}^{-1}$, $0.29 \mu\text{g g}^{-1}$, $0.012 \mu\text{g g}^{-1}$, $267.8 \mu\text{g g}^{-1}$ ve $0.04 \mu\text{g kg}^{-1}$ düzeyinde olmuştur.

Lachman ve ark. (2007), yaptıkları bir çalışmada, Çek Cumhuriyeti’nin farklı 24 bölgesinden topladıkları bal örneklerinin mineral madde içeriklerini incelemişlerdir. İnceledikleri salgı ve nektar ballarındaki mineral içeriklerinin en düşük ve en yüksek değer aralıklarını; Al için $0.61\text{-}20.02 \text{ mg kg}^{-1}$, B $9.4\text{-}54.9 \text{ mg kg}^{-1}$, Ca $11.2\text{-}142 \text{ mg kg}^{-1}$, Cu $0.11\text{-}0.88 \text{ mg kg}^{-1}$, Mg $18.4\text{-}89.0 \text{ mg kg}^{-1}$, Mn $1.16\text{-}8.99 \text{ mg kg}^{-1}$, Ni $0.06\text{-}1.53 \text{ mg kg}^{-1}$, ve Zn için $0.40\text{-}3.42 \text{ mg kg}^{-1}$ olarak bulmuşlardır.

Silici ve Gökçeoglu (2007), Akdeniz bölgesi ballarının polen içerikleri üzerine yaptıkları araştırmalarda 25 bal örneği incelemişler ve 11 örneği unifloral bal olarak nitelendirmişlerdir. Polenlerin; *Pimpinella anisum*, *Apiaceae*, *Raphanus raphanistrum*, *Eucalyptus sp.*, *Cirsium sp.*, *Plantago spp.* ve *Ulmus spp.* türlerine ait olduklarını

belirtmişlerdir. Bütün analiz sonuçlarını değerlendirdiklerinde en yaygın familyaların; *Apiaceae* (*Pimpinella anisum*, *Apium*, *Eryngium*, *Matthiola*, *Ferula*), *Asteraceae* (*Achillea*, *Anthemis*, *Cirsium*, *Centaurea*, *Tanacetum*), *Fabaceae* (*Trifolium*, *Lotus*, *Vicia*, *Onobrychis*, *Astragalus*, *Ceratonia siliqua* L.), *Lamiaceae* (*Thymus*, *Mentha*, *Teucrium*, *Salvia*) ve *Rosaceae* (*Rosa*, *Pyrus*, *Prunus*, *Rubus*, *Potentilla*) olduklarını tespit etmişlerdir.

Bertoncelj ve ark. (2007), Slovenya balları üzerine yaptıkları bir çalışmada toplam fenolik madde içeriğinin 0.045-0.241 mg_{gallic asit} g⁻¹ aralığında olduğunu belirlemişlerdir. Antioksidan aktivitesini ise, FRAP değeri cinsinden 71.0-478.5 µM Fe(II) arasında, DPPH-IC₅₀ değeri cinsinden 7.2-53.8 mg ml⁻¹ arasında saptamışlardır. Yapılan analizlerin birbirleri arasındaki korelasyon matrislerinin; FRAP değeri ile Toplam Fenol içeriği arasında 0.966, DPPH(1/IC₅₀) değeri ile Toplam Fenol içeriği arasında 0.932, DPPH(1/IC₅₀) değeri ile FRAP değeri arasında 0.894 olduğu görülmüştür. Aynı balların renkleri üzerine yapılan çalışmada ise L*,a*,b* renk değerleri sırası ile 42.12-64.60, (-)3.41-10.14 ve 17.95-46.45 aralığında belirlenmiştir.

Yardibi (2008), Tekirdağ yöresinde üretilen ayçiçeği ballarının kimyasal özellikleri üzerine yaptığı çalışmada; nem %17.52-18.21, kül %0.13-0.31, asitlik 23.38-34.92 meq kg⁻¹, HMF 6.06-8.43 mg kg⁻¹, diastaz sayısı 15.02-23.98, invert şeker %73.78-76.80, sakkaroz %1.69-2.39 ve fruktoz/glukoz oranını 1.10-1.18 değerleri arasında bulmuştur.

Arjantin'de farklı sıcaklık ve sürelerin balların diastaz aktivitesi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada; 60 °C'de 14 saniye tutulan örneklerin ortalama diastaz sayıları 8.6-20.5, 80 °C'de aynı süre tutulan örneklerin ortalama diastaz sayıları 5.2-14.11 arasında saptanmıştır. 100 °C'de aynı süre tutulan numunlerde ise diastaz aktivitesinin görülmediği belirlenmiştir (Tosi ve ark., 2008).

Gül (2008), Türkiye'de üretilen bazı balların yapısal özelliklerini gıda güvenliği bakımından araştırdığı çalışmada; dominant polenlerin Akdeniz Bölgesinde turunçgiller (*Citrus spp.*), püren (*Erica manipuliiflora*), pamuk (*Gossypium spp.*) ve geven (*Astragalus spp.*), Ege Bölgesinde; çam (*Pinus nigra*), anason (*Pimpinella anisum*), hayıt (*Vitex agnus-castus*), okaliptus (*eucalyptus*), geven (*Astragalus spp.*), kekik (*Thymus vulgaris*), yonca (*Medicago sp.*), adifiğ (*Visia sativa*), üçgül (*Trifolium spp.*), sığır kuyruğu (*Verbascum spp.*), pamuk (*Gossypium spp.*) ve ayçiçeği (*Helianthus annuus*), Doğu Anadolu Bölgesinde; geven

(*Astragalus spp.*), kekik (*Thymus vulgaris*), korunga (*Onobrychis sativa*), yonca (*Medicago sativa*), üçgül (*Trifolium sppç.*), deve dikenini (*Carduus spp.*), Karadeniz Bölgesinde; kestane (*Castane sativa*), ormangülü (*Rhododendron ponticum*), ıhlamur (*Tilia sylvestris*), üçgül (*Trifolium spp.*), yonca (*Medicago sativa*), geven (*Astragalus spp.*), kekik (*Thymus vulgaris*), korunga (*Onobrychis sativa*), ayçiçeği (*Helianthus annuus*), İç Anadolu Bölgesinde; geven (*Astragalus spp.*), kekik (*Thymus vulgaris*), korunga (*Onobrychis sativa*), Marmara Bölgesinde ayçiçeği (*Helianthus annuus*), üçgül (*Trifolium sppç.*), geven (*Astragalus spp.*), kestane (*Castane sativa*), ormangülü (*Rhododendron ponticum*), arı otu (*Phacelia tanacetifolia*), Güney Doğu Anadolu Bölgesinde ise; geven (*Astragalus spp.*), üçgül (*Trifolium sppç.*) ve sarı sütleğen (*Euphorbia helisocopia*) polenlerinin dominant olarak bulunduğunu belirlemiştir.

Leblebici ve Aksoy (2008), İç Anadolu Bölgesi ve çevresinden elde ettikleri balların ağır metal içeriklerinin belirlenmesi üzerine yaptıkları çalışmada; Cd içeriğini $0.09-0.24 \mu\text{g g}^{-1}$, Cu $0.01-0.8 \mu\text{g g}^{-1}$, Zn $0.15-5.39 \mu\text{g g}^{-1}$, Ni $0.03-1.44 \mu\text{g g}^{-1}$, Pb $0.02-1.50 \mu\text{g g}^{-1}$, Cr $0.09-1.89 \mu\text{g g}^{-1}$, Mn $0.02-1.56 \mu\text{g g}^{-1}$, Fe $0.57-8.74 \mu\text{g g}^{-1}$ ve Se içeriğini $0.00-0.58 \mu\text{g g}^{-1}$ arasında bulmuşlardır.

İtalya, Siena’da farklı botanik orijine sahip bölgelerden elde edilen bal örneklerinin mineral içerikleri üzerine yapılan bir çalışmada; K, Ca, Na ve Mg elementleri sırası ile 1195, 257, 96.6 ve 56.7 mg kg^{-1} olarak bulunmuştur. Fe, Zn ve Sr (stronsiyum) elementleri ise $1-5 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında bulunmuştur (Protano ve ark., 2008),

Soylak ve ark (2008), Karadeniz Bölgesinde 12 adet ormangülü balının ve 8 adet çok çiçekli bal örneğinin mineral madde içerikleri üzerine yaptıkları çalışmada en düşük ve en yüksek mineral madde aralıklarını; Zn için $0.47-6.57 \mu\text{g g}^{-1}$, Mn $1.11-74.2 \mu\text{g g}^{-1}$, Fe $1.12-12.9 \mu\text{g g}^{-1}$, K $350-7340 \mu\text{g g}^{-1}$, Ca $3.28-232 \mu\text{g g}^{-1}$, Mg $21.9-67.5 \mu\text{g g}^{-1}$, Cu $9.75-35.8 \mu\text{g kg}^{-1}$, Cd $0.28-2.37 \mu\text{g kg}^{-1}$, Pb $1.51-55.3 \mu\text{g kg}^{-1}$, Co (kobalt) $1.25-28.5 \mu\text{g kg}^{-1}$, Cr $1.24-12.9 \mu\text{g kg}^{-1}$ ve Ni $1.21-131 \mu\text{g kg}^{-1}$ arasında saptamışlardır.

Türkiye’de üretilen farklı çiçek ve salgı balı çeşitlerinin renk değerleri üzerine yapılan bir çalışmada; L*, a*, b* renk değeri aralıklarını sırası ile 24.56-41.21, 0.11-1.00, 0.87-9.84 arasında tespit etmişlerdir (Ölmez 2009).

Forcone ve ark. (2009), Santa Cruz'un kuzey batısından (Arjantin Patagonya Bölgesinden) elde ettikleri ballar üzerine yaptıkları çalışmalarda, inceledikleri 63 örneğin polenlerinin 36 farklı familyaya ait olduğunu bulmuşlardır. *Asteraceae*, *Fabaceae* ve *Apiaceae*'nin en sık görülen polenler olduğunu belirtmişlerdir.

Ölmez (2009), Türkiye'nin farklı lokasyonlarında üretilen 8 farklı bal kullanarak 2006 ve 2007 yıllarında aynı lokasyonlardan hasat edilen balların kalitatif ve besinsel özelliklerini incelediği bir çalışmada, DPPH radikal temizleme metoduna göre antioksidan içeriğini en yüksek (0.27 mg ml^{-1}) gökbaş balında, en düşük de (2.56 mg ml^{-1}) üçgül balında bulunduğunu tespit etmiştir. FRAP metoduna göre antioksidan içeriğini ise en düşük ($0.51 \text{ } \mu\text{mol g}^{-1}$) çam balında, en yüksek ($0.62 \text{ } \mu\text{mol g}^{-1}$) sedir balında belirlemiştir.

Andrade ve ark. (2009), Portekiz'in Luso Bölgesi'nden topladıkları bal örneklerinin nem değerini %13.52-19.70, elektrik iletkenliğini $0.11-0.63 \text{ mS cm}^{-1}$, asitlik değerini 10.5-38.1 meq kg^{-1} , HMF değerini 1.75-32.75 mg kg^{-1} ve diastaz aktivitesini 3-38 arasında bulmuşlardır. Ayrıca mineral madde analizi sonucunda elde ettikleri K, Na, Mg, Ca elementlerini ise sırası ile 117.5-2590.6 mg kg^{-1} , 90.2-727.8 mg kg^{-1} , 10.6-70.4 mg kg^{-1} ve 6.2-134.3 mg kg^{-1} arasında tespit etmişlerdir.

İnce ve Taşkın (2009), Burdur ili ve ilçelerinden topladıkları 20 bal örneği üzerinde yaptıkları polen analizinde balların dominant polen olarak; *Apiaceae*, *Pimpinella anisum*, *Anthriscus*, *Cardamine*, *Compositae*, *Contaurea*, *Ericaceae* ve *Dianthus* taksonlarına, sekonder polenler olarak, *Brassicaceae*, *Fabaceae*, *Crepis*, *Xeranthemum* ve *Trifolium* taksonlarına sahip olduğunu belirlemiştir.

Marmara Bölgesi'nden ve Doğu Anadolu Bölgesi'nden toplanan 70 adet bal örneğinin fizikokimyasal özelliklerinin incelendiği bir çalışmada, Marmara Bölgesi'nden toplanan bal örneklerinden elde edilen sonuçlara göre ortalama; nem %15.3, toplam asitlik 23.9 meq kg^{-1} , HMF 31.8 mg kg^{-1} , diastaz aktivitesi 9.89, invert şeker %72.2, sakkaroz %3.81 olarak bulunmuştur. Doğu Anadolu Bölgesi'nden toplanan bal örneklerinde ise ortalama sonuçlar; nem %16.9, toplam asitlik 24.4 meq kg^{-1} , HMF 30.5 mg kg^{-1} , diastaz aktivitesi 9.70, invert şeker %71.6, sakkaroz %3.80 olarak bulunmuştur. Ayrıca her iki bölge ballarında da nişasta belirlenmemiştir (Vural ve ark. 2010).

Cezayir'in farklı bölgelerinden toplanan multifloral bal örneklerinin analiz edildiği bir çalışmada ballarda 11 şeker (2 monosakkarit, 9 oligosakkarit) tanımlanmıştır. Fruktoz ve glukoz değerleri sırasıyla %35.99-42.57 ve %26.23-34.38 aralığında, düşük oranlarda görülen sakkaroz, turanoz, maltoz, isomaltos ve erloz değerleri de sırasıyla %0-2.63, %0-1.96, %0.47-3.30, %0.37-2.73 ve %0-2.35 aralığında bulunmuştur (Ouchemoukh ve ark. 2010).

Estevinho ve ark. (2010a) Portekiz'in kuzeybatısından elde ettikleri bal örnekleri üzerinde yaptıkları çalışmalarda ortalama olarak; nem değerini %17.5, elektrik iletkenliğini 0.66 mS cm^{-1} , HMF değerini 6.8 mg kg^{-1} , diastaz sayısını 17, serbest asitlik değerini 29.8 meq kg^{-1} , invert şeker miktarını %72.6 ve sakkaroz değerini %3.7 olarak belirlemişlerdir.

Avustralya ballarındaki HMF ve amilaz içeriğinin incelendiği bir çalışmada 65°C ve 85°C 'lerde ölçümler yapılmıştır. İlk ölçümlerin ardından diastaz sayısı 9.43-25.4, HMF değeri $0.36-74.9 \text{ mg kg}^{-1}$ arasında, 85°C yapılan ölçümlerde ise diastaz sayısı 7.62-20.4 ve HMF değeri $3.56-74.7 \text{ mg k}^{-1}\text{g}$ arasında belirlenmiştir (Ajlouni ve Sujirapinyokul 2010).

Lachman ve ark. (2010), Çek Cumhuriyeti'nden elde ettikleri balların antioksidan aktivitelerini ve toplam fenol içeriklerini değerlendirdikleri bir çalışmada, toplam polifenol içeriğini en düşük ıhlamur balında (82.52 mg kg^{-1}), en yüksek salgı balında ($242.52 \text{ mg kg}^{-1}$) olduğunu belirtmişlerdir.

Bazı Hindistan ballarının fiziksel, biyokimyasal ve antioksidan özellikleri üzerine yapılan bir çalışmada örneklerin nem değerleri %17.2-21.6, elektrik iletkenliği $0.33-0.94 \text{ mS cm}^{-1}$ arasında tespit edilmiştir. Ayrıca balların renk analizleri sonucunda L^* , a^* , b^* renk değerlerinin sırası ile 26.3-36.8, 0.1-4.9, 0.7-14.4 arasında olduğu görülmüştür. Ballardaki toplam şeker oranlarının %45.3-66.7, toplam indirgen şekerin %43.3-65.5 ve sakkaroz değerlerinin %0.4-8.8 arasında değiştiği belirlenmiştir (Sharma ve ark. 2010).

Sharma ve ark. (2010), Hindistan ballarında yaptıkları bir araştırmada örneklerin toplam fenolik madde içeriklerini $0.47-0.98 \text{ mg}_{\text{gallic asit}} \text{ g}^{-1}$, FRAP değerini $0.38-0.59 \text{ } \mu\text{mol Fe (II) /g}$, ve DPPH radikal temizleme aktivitesini de %44-71 arasında tespit etmişlerdir.

Malezya'da yapılan bir çalışmada toplam polifenol içeriğinin en yüksek tualang balında ($0.84 \text{ mg}_{\text{gallic asit}} \text{ g}^{-1}$) ve en düşük ananas balında ($0.28 \text{ mg}_{\text{gallic asit}} \text{ g}^{-1}$) olduğu

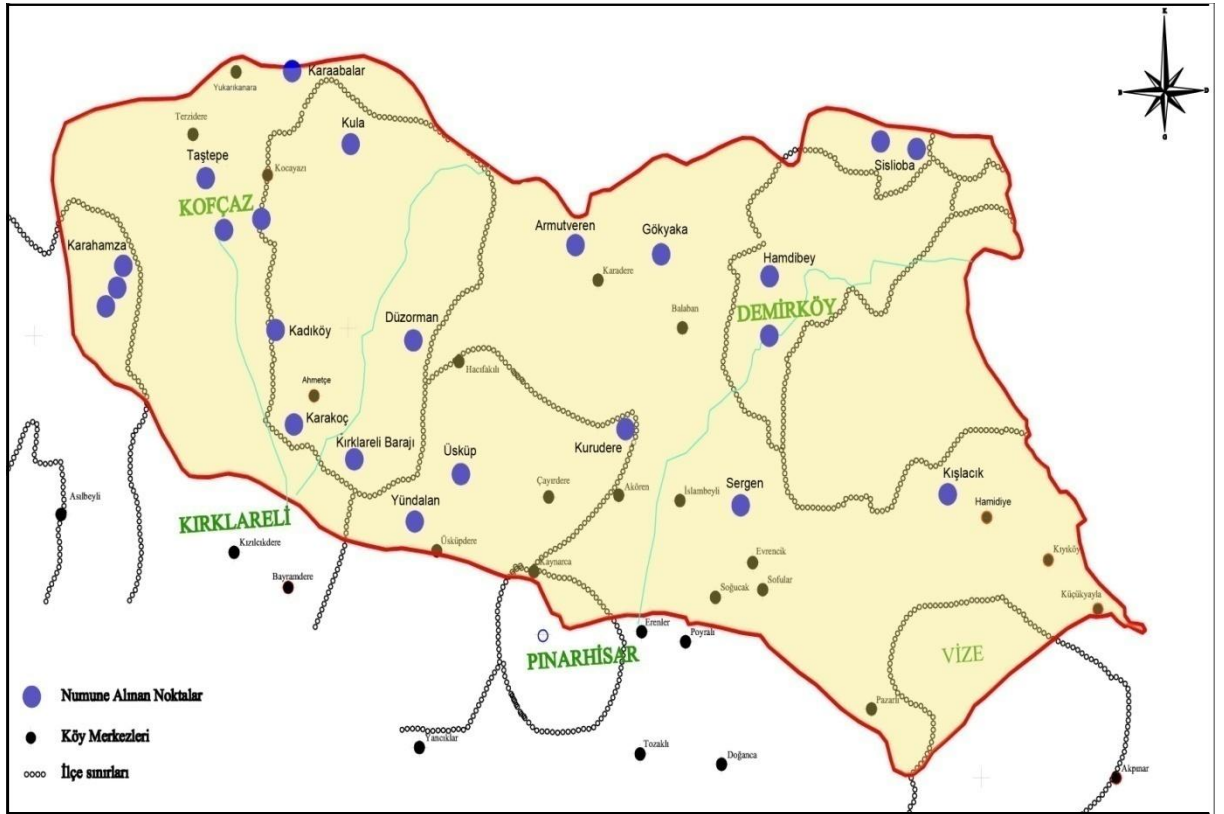
belirlenmiştir. DPPH metoduna göre antioksidan aktivitesinin en yüksek tualang balında (5.80 mg ml⁻¹), en düşük ananas balında (10.86 mg ml⁻¹), FRAP metoduna göre antioksidan aktivitesinin de gene en yüksek tualang balında (1.22 µmol Fe(II) g⁻¹) ve en düşük ananas balında (0.48 µmol Fe(II) g⁻¹) olduğu tespit edilmiştir (Halim ve ark. 2011).

Vanhanen ve ark. (2011), Yeni Zelanda monofloral ballarının mineral analizleri üzerine yaptıkları çalışmada 18 farklı bal örneğini incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre baldaki en düşük ve en yüksek mineral madde aralıklarını; Al için 0,21-21.3 mg kg⁻¹, As 0.04-0.17 mg kg⁻¹, B 0.05-0.49 mg kg⁻¹, Ca 7.21-94.3 mg kg⁻¹, Cd 0.01-0.45 mg kg⁻¹, Cr 0.12-0.55 mg kg⁻¹, Cu 0.09-0.7 mg kg⁻¹, Fe 0.67-3.39 mg kg⁻¹, K 34.8-3640 mg kg⁻¹, Mg 7.52-86.3 mg kg⁻¹, Mn 0.18-4.75 mg kg⁻¹, Na 1.10-110 mg kg⁻¹, Ni 0.02-0.65 mg kg⁻¹, P 29.5-255 mg kg⁻¹, Pb 0.01-0.04 mg kg⁻¹, S 13.4-93.9 mg kg⁻¹ ve Zn için 0.20-2.46 mg kg⁻¹ olarak bulmuşlardır. En yüksek K, P, Mg minerallerini Yeni Zelanda'ya özgü orman ağaçlarının salgı ballarında bulunduğunu ileri sürmüşlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada, Kırklareli ili sınırları içerisinde Yıldız Dağları eteklerinde arı gen kaynaklarından Trakya arısının saflığının korunması için, T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın B.12.0.TUG07.02.507.04-1257 sayılı ve 30.06.2010 tarih ve 29 sayılı olurları doğrultusunda İzole Bölge ilan edilen 30 km çapındaki bir alanda bal üreticilerinden 22 adet örnek alınmıştır (Oskay 2012). Ayrıca, kalite özelliklerinin karşılaştırılması amacı ile Tekirdağ İl sınırından 3 adet bal örneği toplanmıştır (Şekil 3.1) (Çizelge 3.1). Toplanan ballar analiz edilinceye kadar, ambalajların ağızları ortamın nemini almayacak şekilde sıkıca kapatılarak cam kavanozlarda, karanlık ortamda ve oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.1. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından Kırklareli ilinde İzole Bölge ilan edilen 30 km çapındaki alan

Çizelge 3.1. Bal örneği alınan yerler

Örnek Kodu	Örnek Alınan Yer	Örnek Kodu	Örnek Alınan Yer
NKÜ 1	Yündalan	NKÜ 14	Kurudere
NKÜ 2	Kadıköy	NKÜ 15	Demirköy
NKÜ 3	Kofçaz	NKÜ 16	Kışlacık
NKÜ 4	Hamdibey	NKÜ 17	Karakoç
NKÜ 5	Armutveren	NKÜ 18	Taştepe
NKÜ 6	Düzorman	NKÜ 19	Gökyaka
NKÜ 7	Kula	NKÜ 20	Sergen
NKÜ 8	Karahamza	NKÜ 21	Kırklareli
NKÜ 9	Karahamza	NKÜ 22	Karaabalar
NKÜ 10	Karahamza	NKÜ 23	Tekirdağ
NKÜ 11	Sislioba	NKÜ 24	Tekirdağ
NKÜ 12	Sislioba	NKÜ 25	Tekirdağ
NKÜ 13	Üsküp		

3.2. Yöntem

Araştırma kapsamında toplanan bal örneklerine Çizelge 3.2’de verilmiş olan fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal analizler, kalıntı analizleri, besinsel analizler ve mineral madde analizleri uygulanmıştır. Analizler Eylül 2011 ile Şubat 2012 tarihleri arasında tamamlanmıştır.

Çizelge 3.2. Toplanan bal örneklerinde yapılan analizler

Fiziksel, Kimyasal ve Biyokimyasal Analizler	Kalıntı Analizleri	Antioksidan Analizler	Belirlenen Mineral Maddeler (ppm)
Nem Oranı (%) HMF (mg kg ⁻¹) Diastaz Sayısı (DN) Prolin Miktarı (mg kg ⁻¹) Asitlik Miktarı (meq kg ⁻¹) Elektrik İletkenliği (mS cm ⁻¹) Şeker Tayini (%) Nişasta/Polen Oranı Renk (L, a, b) Polen Analizi	Naftalin (mg/kg) Sulfathiazol (ug/kg) Sulfadimidine (ug/kg) Oxytetracycline (ug/kg) Tetracycline (ug/kg) Doxycyline (ug/kg) Chlortetracycline (ug/kg) Chloramphenicol (ug/kg) AOZ (ug/kg) AMAZ (ug/kg) Strepto Grubu (mg/kg) Floxacin Grup	Toplam Polifenol Tayini (mg _{GA} kg ⁻¹) FRAP (μmol _{troloks} g ⁻¹) DPPH (mg ml ⁻¹)	B Ca Cr Cu Fe K Mg Mn Na Ni P Zn S

Kırkırelili İzole Bölgeden ve Tekirdağ İlinden toplanan örneklerin analiz sonuçlarının; Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, CODEX Alimentarius ve Avrupa Birliği Komisyonu tarafından belirlenen standartlara uygunluğu karşılaştırılmıştır (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. Çiçek ve salgı ballarının Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, CODEX Alimentarius ve Avrupa Birliği Komisyonunununa göre biyokimyasal limitleri (Anonim 2001, Anonim 2001a, Anonim 2005a)

Kalite Kriterleri	Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği	CODEX Alimentarius	EU
Nem İçeriği (%)	≤ % 20 ≤ % 23 Püren (<i>Calluna</i>) ballarında	≤ % 20 ≤ % 23 Püren (<i>Calluna</i>) ballarında	≤ % 20 ≤ % 23 Püren (<i>Calluna</i>) ballarında
Sakkaroz (%)	≤ 5 g/100g	≤ 5 g/100g	≤ 5 g/100g
	≤ 10 g/100g (Yalancı akasya, adi yonca, <i>menzies banksia</i> , tatlı yonca, kırmızı okalıptüs, meşe ağacı, narenciye çiçek ballarında ve kızılçam ile fıstık çamlarından elde edilen salgı ballarında)	≤ 10 g/100g (Yalancı akasya, adi yonca, <i>menzies banksia</i> , tatlı yonca, kırmızı okalıptüs, meşe ağacı, narenciye çiçek ballarında ve kızılçam ile fıstık çamlarından elde edilen salgı ballarında)	≤ 10 g/100g (Yalancı akasya, adi yonca, <i>menzies banksia</i> , tatlı yonca, kırmızı okalıptüs, meşe ağacı, narenciye çiçek ballarında ve kızılçam ile fıstık çamlarından elde edilen salgı ballarında)
	≤ 15 g/100g (Lavanta çiçeği ballarında)	≤ 15 g/100g (Lavanta çiçeği ballarında)	≤ 15 g/100g (Lavanta çiçeği ballarında)
Serbest Asitlik (meq kg ⁻¹)	≤ 50 meq kg ⁻¹	≤ 50 meq kg ⁻¹	≤ 50 meq kg ⁻¹
HMF (mg kg ⁻¹)	≤ 40 mg kg ⁻¹	≤ 40 mg kg ⁻¹	≤ 40 mg kg ⁻¹
Diastaz Sayısı	≥ 8	≥ 8	≥ 8
Suda Çözünmeyen Madde	≤ 0.1 g/100g	≤ 0.1 g/100g	≤ 0.1 g/100g
Prolin Miktarı	≥ 300 mg kg ⁻¹	≥ 180 mg kg ⁻¹	≥ 180 mg kg ⁻¹
	≥ 180 mg kg ⁻¹ (Kanola, ıhlamur, narenciye, lavanta, okalıptüs ballarında)		
	≥ 120 mg kg ⁻¹ (Biberiye, akasya ballarında)		
Naftalin Miktarı	10 ppb	–	–
Fruktoz + Glukoz	≥ 60 (Ç.B.)	≥ 60 (Ç.B.)	≥ 60 (Ç.B.)
	≥ 45 (S.B.)	≥ 45 (S.B.)	≥ 45 (S.B.)
Fruktoz / Glukoz	0.9-1.4 (Ç.B.)	–	–
	1.0-1.85 Kestane		
	1.2-1.85 Akasya		
	1.0-1.65 Kekik		
	1.0-1.4 (S.B.)		
Elektrik İletkenliği (mS cm ⁻¹)	≤ 0.8 (Ç.B.)	≤ 0.8 (Ç.B.)	≤ 0.8 (Ç.B.)
	≥ 0.8 (S.B. ve kestane)	≥ 0.8 (S.B. ve kestane)	≥ 0.8 (S.B. ve kestane)

Ç.B.:Çiçek Balı, S.B.: Salgı Balı

3.2.1. Fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal analizler

3.2.1.1. Nem oranı

Balların nem içerikleri refraktometrik metot kullanılarak DIN 10752 'ye göre yapılmıştır (DIN 1992).

3.2.1.2. HMF

Balların Hidroksimetilfurfural değerleri yüksek performanslı sıvı kromatografisi metodu kullanılarak DIN 10751-3 'e göre yapılmıştır (DIN 2002a).

3.2.1.3. Diastaz sayısı

Balların diastaz sayıları DIN 10750 'ye göre belirlenmiştir (DIN 2009a)

3.2.1.4. Prolin miktarı

Balların prolin içerikleri DIN 10754 'e göre belirlenmiştir (DIN 2002b).

3.2.1.5. Asitlik değeri

Balların asitlik değerleri DIN 10756 'ya göre belirlenmiştir (DIN 2009b).

3.2.1.6. Elektrik iletkenliği

Balların elektrik iletkenliği değerleri DIN 10753 'e göre yapılmıştır (DIN 2000).

3.2.1.7. Şeker analizleri

Analizlerde kullanılan balların şeker profilleri HPLC metodu ile DIN 10758 'e göre belirlenmiştir (DIN 1997).

3.2.1.8. Nişasta/polen analizleri

Maurizio 1951, Moar 1985'e göre; balda polen, spor ve nişasta varlığının belirlenmesi için 10 gram bal örneği, 20 ml distile su ve 1 ml lugol çözeltisi ile karıştırılıp 20 dakika santifiruj (7000 rpm) edilmiştir. Çökelti ayrılıp, sıvı faz başka bir kaba aktarılmıştır. Santifiruj 10 dakika daha aynı devirde tekrar edilmiş ve sıvı faz tekrar ayrılıp, kalan kısma 100 µml gliserin eklenip karıştırılmıştır. Elde edilen homojen karışım mikroskobik analizlerin uygulanmasında kullanılmıştır. Baldaki *Helianthemum nummularium* kaynaklı nişasta mikroskop altında mor renge dönüşürken, arıların beslenmesi için verilen kekler veya tağşiş yolu ile bala geçen nişasta renk değişimi göstermemektedir (Sorkun ve Şahin 2000).

3.2.1.9. Renk analizleri

Bal örneklerinin rengi, Minolta Spectrophometer CM-2600d cihazı kullanılarak L* (100:beyaz, 0:siyah), a* (+ : kırmızı ; - yeşil) ve b* (+: sarı; -: mavi) değerleri tespit edilmiştir (Anupama ve ark. 2002).

3.2.1.10. Polen analizleri

Balların polen analizleri DIN 10760 'a göre yapılmıştır (DIN 2002c).

Bal içerisinde bulunan polenler, oranlarına göre dominant, sekonder, minör ve eser polen olmak üzere 4 grupta değerlendirilmiştir (İnce ve Taşkın 2009).

% 45 ve daha fazlası: Dominant Polen

%16-44: Sekonder Polen

%3-15: Minör Polen

% 3'ten az: Eser Polen

3.2.2. Kalıntı analizleri

Örneklerde antibiyotik analizleri, ELISA ve HPLC yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Sunay 2006). Naftalin analizi ise TS 3036'ya göre gerçekleştirilmiştir (Anonim 2010).

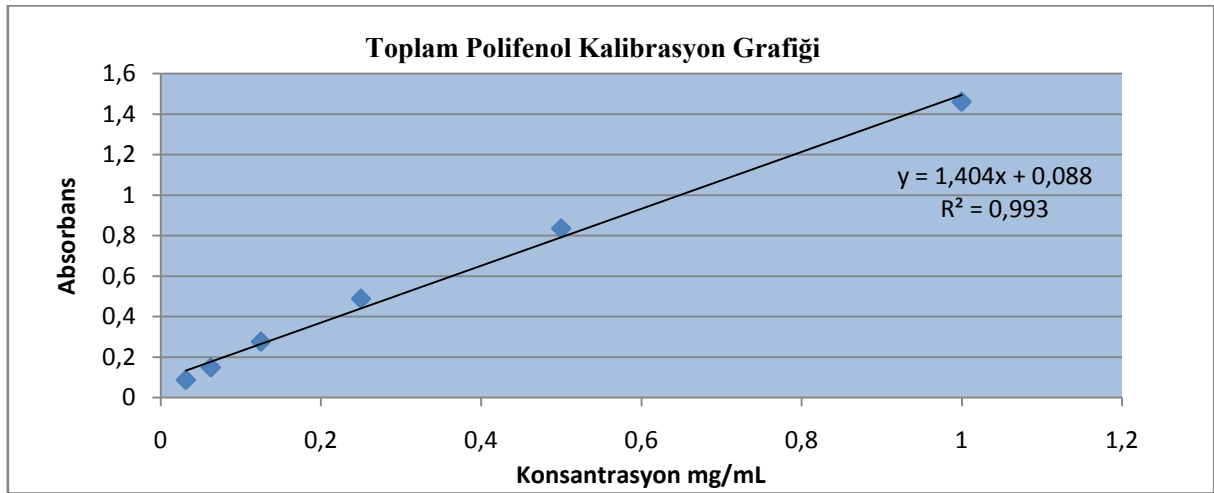
3.2.3. Antioksidan analizleri

3.2.3.1. Toplam fenolik madde tayini

Slinkard ve Singleton (1977), tarafından ileri sürülen metoda göre örnekteki toplam çözülebilir fenolik madde Folin-Ciocalteu reaktifi ile 760 nm de maksimum absorbands veren renkli bir kompleks oluşturur. Gallik asit ile standart çalışma grafiği hazırlanarak tayin gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3.4) (Şekil 3.2).

Çizelge 3.4. Toplam fenolik madde tayini için deney şartları (Slinkard ve Singleton, 1977).

	Reaktif Kör	Standart	Deney
Standart (Değişik konsantrasyonlarda)	-	20 µL	-
Örnek	-	-	20 µL
Destile Su	700 µL	680 µL	680 µL
0,2 N Folin Reaktifi	400 µL	400 µL	400 µL
Tüpler Vorteks ile karıştırılır.			
%2 Na ₂ CO ₃	400 µL	400 µL	400 µL
760 nm'de tanık deneye karşı absorbands okunur.			



Şekil 3.2. Toplam polifenol kalibrasyon grafiği

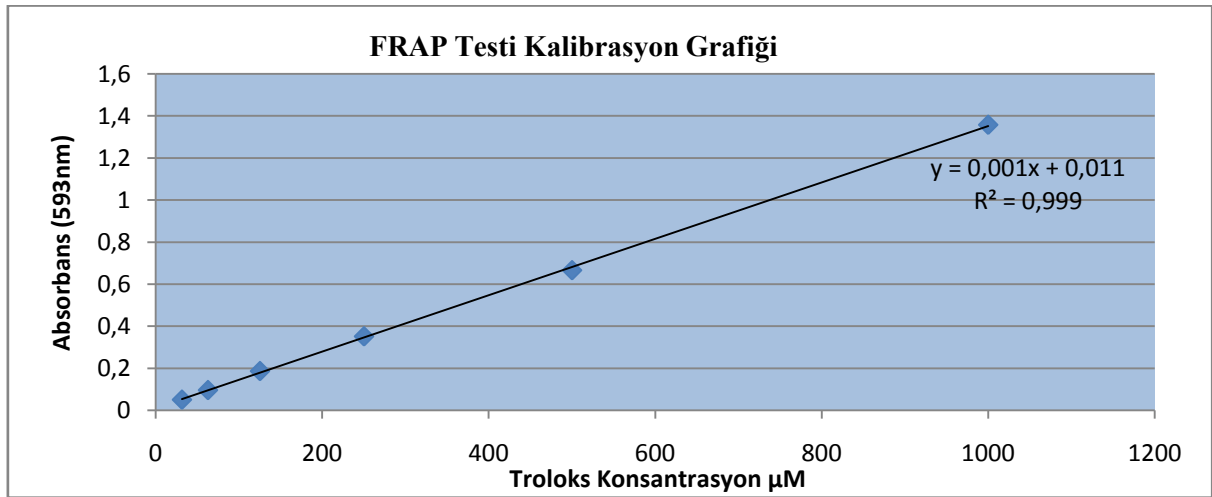
3.2.3.2. FRAP metodu ile antioksidan aktivite tayini

FRAP metodu Fe(III)-TPTZ-2,4,6-tris (2-pyridily)-S-triazin kompleksinin antioksidanlar varlığında indirgenerek mavi renkli kompleks Fe(II)-TPTZ oluşması ve bu kompleksin 593

nm’de maksimum absorbans vermesi esasına dayanır (Benzie ve Strain 1999). Bu amaçla 3 mL FRAP reaktifi [300 mM pH 3,6 asetat tamponu: 10 mM TPTZ: 20 mM FeCl₃ (10: 1: 1)] ile 100 µL örnek karıştırılmış ve 4 dakika sonra 593 nm’de absorbans değerleri okunmuştur. Sonuçlar standart antioksidan FeSO₄ ile karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Çözücünden ve örnekten gelen renklilik absorbansını belirleme ve bunları örnek absorbansından çıkarma amacıyla tanık deneyler yapılmıştır (Çizelge 3.5) (Şekil 3.3).

Çizelge 3.5. FRAP yöntemi için deney şartları.

	Reaktif Kör	Standart	Örnek
FRAP Reaktifi	3 mL	3 mL	3 mL
Örnek	-	-	100 µL
FeSO ₄ .7H ₂ O	-	100 µL	-
Metanol	100 µL	-	-



Şekil 3.3. FRAP testi kalibrasyon grafiği

3.2.3.3. DPPH metodu ile antioksidan aktivite tayini

DPPH radikali (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) ticari olarak satın alınabilen bir radikal olup denemelerde söz konusu radikalın 100 µM’lık metanolik çözeltisi kullanılmıştır. Elde edilen özütler değişik konsantrasyonlarda hazırlanmıştır. Eşit hacimde (750 µL) DPPH çözeltisi ve örnek çözeltileri karıştırılıp oda sıcaklığında 50 dakika inkübasyona bırakılmış ve süre sonunda DPPH’nın maksimum absorbans verdiği 517 nm’de absorbans değerleri okunmuştur. Kör olarak DPPH çözeltisi ve örneğin çözüldüğü çözücü kullanılmıştır. Bulunan

absorbanslara karşılık gelen konsantrasyonlar grafiğe geçirilerek SC_{50} değerleri $mg mL^{-1}$ cinsinden hesaplanmıştır (Potterat ve ark. 1997) (Çizelge 3.6).

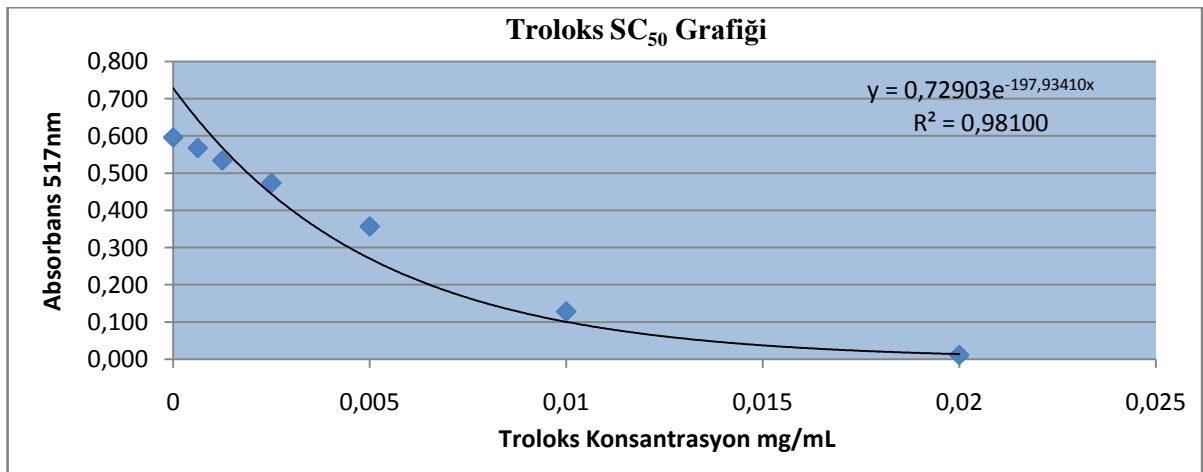
Çizelge 3.6. DPPH yöntemi için deney şartları

	Reaktif Kör	Örnek
Standart ve Örnek (Değişen Konsantrasyonlarda)	-	750 μL
DPPH	750 μL	750 μL
Çözücü	750 μL	-

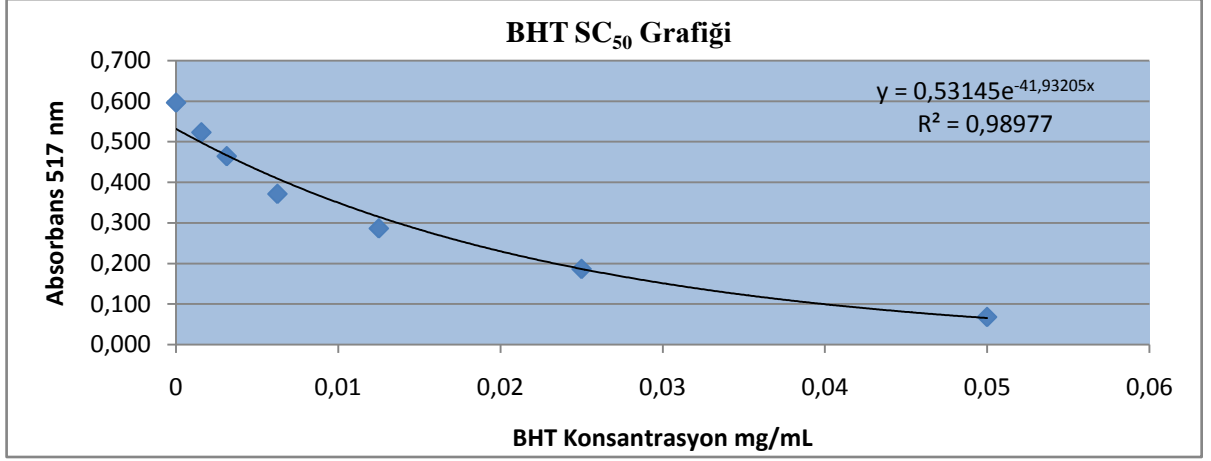
50 dakika sonra 517 nm'de absorbans okunur.

3.2.3.3.1. SC_{50} değerlerinin bulunması

SC_{50} , radikal miktarını yarıya indiren örnek konsantrasyonudur. SC_{50} değerinin bulunması için farklı konsantrasyonlarda çalışmak gerekir. Bu nedenle çalışmalarda 5 farklı konsantrasyonda ölçüm yapılmıştır. Örneklerin yeterli miktarda farklı konsantrasyonu hazırlanıp absorbans ölçümleri yapılmış ve absorbanslar konsantrasyona karşı grafiğe işlenmiştir. Maksimum absorbansın yarısına karşılık gelen konsantrasyon miktarı SC_{50} değerini vermektedir (Şekil 3.4) (Şekil 3.5).



Şekil 3.4. DPPH tayininde kullanılan troloks standardının SC_{50} grafiği



Şekil 3.5. DPPH tayininde kullanılan BHT standardının SC₅₀ grafiği

3.2.4. Mineral madde analizleri

Yaklaşık 5 g bal üzerine, 30 ml saf HNO₃ eklenerek kademeli olarak 5 saat boyunca yaş yakma yöntemi ile yakılmıştır. Çözelti belirli bir hacme kadar suyla seyreltilmiştir. Hazırlanan konsantrasyonlar Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometer (ICP-OES) cihazında okunarak mineral içerikleri tespit edilmiştir (Leblebici, 2006).

ICP-OES'in Çalışma Şartları:

Cihaz	: ICP-OES (Spectro-Acros)
RF Güç	: 1.43 kw
Plazma gaz akış oranı (Ar)	: 13 L/d (radyal)
Auxiliary gaz akış oranı (Ar)	: 0.8 L/d
Algılama yüksekliği	: 0.8 L/d
Kopya etme ve okuma süresi	: 1-5 s (max 48 s)
Kopya etme	: 3 s (max 100 s)

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Fiziksel, Kimyasal ve Biyokimyasal Analiz Değerleri

Bal örneklerinin biyokimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1.' de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Bal örneklerinin kimyasal ve biyokimyasal analiz sonuçları

Balm kodu	Nem (%)	HMF (mg/kg)	Diastaz Sayısı (DN)	Prolin Miktarı (mg/kg)	Serbest Asitlik (meq/kg)	İletkenlik (mS/cm)
NKÜ1	17.2	1.2	33.3	437	13	0.94
NKÜ2	15.5	1.5	35.7	611	13	0.88
NKÜ3	14.8	3.3	38.5	890	27	0.85
NKÜ4	16,0	1.2	17.9	422	26	1.13
NKÜ5	16,0	2.8	35.7	847	19	0.89
NKÜ6	15.2	2.5	38.5	706	22	0.90
NKÜ7	14.8	1.2	16.7	398	28	1.12
NKÜ8	16.4	4.2	33.3	631	19	0.94
NKÜ9	16.5	2.5	38.5	685	13	1.13
NKÜ10	15.4	6.8	29.4	831	26	0.70
NKÜ11	16.9	1.1	15.2	436	30	1.10
NKÜ12	16.6	1.2	15.2	474	30	1.11
NKÜ13	16.6	6.8	33.3	385	12	0.93
NKÜ14	16.2	1.8	26.3	676	28	0.93
NKÜ15	16.4	1.4	15.2	510	31	1.20
NKÜ16	16.1	5.1	15.2	876	40	0.75
NKÜ17	15.5	2.8	35.7	740	13	0.83
NKÜ18	14.2	1.3	25.0	599	28	1.09
NKÜ19	16.5	1.2	20.0	528	28	1.03
NKÜ20	17.4	9.7	15.2	703	28	1.18
NKÜ21	16.8	5.5	31.3	604	14	0.96
NKÜ22	14.8	1.3	16.7	496	40	1.20
NKÜ23	16.9	8.9	15.2	677	34	0.56
NKÜ24	17.6	6.2	11.4	723	32	0.45
NKÜ25	16.3	5.9	10.9	476	24	0.39
En Düşük	14.2	1.1	10.9	385	12	0.39
En Yüksek	17.6	9.7	38.5	890	40	1.20
Ort.	16.1	3.5	24.8	614.4	24.7	0.93

4.1.1. Nem oranı

Yüksek nem içeriği depolama esnasında osmotolerant mayaların etkileri ile etil alkol ve karbondioksit oluşturarak istenmeyen bal fermantasyonuna neden olabilmektedir (Sharma ve ark. 2010). Balın stabil kalabilmesi ve maya fermantasyonu sonucu bozulmaya karşı direncini gösteren kalite kriteri balın su içeriğidir (Yardibi 2008). Nem oranı; hasat zamanı, olgunlaşma derecesi ve iklimik faktörler gibi çeşitli faktörlere bağlıdır (Sharma ve ark. 2010).

Kırklareli İzole Bölgeden alınan bal örneklerinin nem değerleri %14.2-17.4, Tekirdağ İlindeki örneklerde %16.3-17.9 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.1). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, CODEX Alimentarius ve Avrupa Birliği Komisyonunda nem analizi için belirlenen en yüksek değer %20 olup, tüm bal örneklerinin nem değerlerinin her üç standartta belirtilen sınırın altında olduğu görülmüştür.

Anupama ve ark. (2002) yaptıkları araştırmalarda nem oranını %17-22 arasında; Küçük ve ark. (2007) kestane balında ortalama olarak %19.7, ormangülü balında %19 ve heterofloral bal örneklerinde %17; Yardibi (2008) ayçiçeği ballarında rutubet oranını %17.52-18.21 arasında; Andrade ve ark. (2009) Portekiz'in Luso bölgesi ballarında %13.52-19.70 arasında; Vural ve ark. (2010) Marmara Bölgesi ballarında %15.3, Doğu Anadolu Bölgesi ballarında %16.9; Sharma ve ark. (2010) bazı Hindistan ballarında %17.2-21.6 arasında; Estevinho ve ark. (2010a) Portekiz'in kuzeybatısından elde ettiği ballarda nem oranını ortalama %17.5 olarak bulmuşlardır.

Kırklareli İzole bölgeden ve Tekirdağ İlindeki üreticilerden toplanan bal örneklerinin nem oranları, diğer araştırmacıların farklı bal çeşitleri için buldukları nem değerlerine benzerlik göstermektedir.

4.1.2. HMF miktarı

Baldaki HMF içeriği bal örneğinin tazeliği hakkında bizlere bilgi vermektedir. HMF miktarı sıcaklık, ısıtma süresi, depolama koşulları, pH ve flora kaynağı gibi faktörlerden etkilenebilmektedir (Estevinho ve ark. 2010b).

Kırklareli İzole Bölgeden alınan bal örneklerinin HMF değerleri 1.1-9.7 mg kg⁻¹ arasında, Tekirdağ İlindeki örneklerde 5.9-8.9 mg kg⁻¹ arasında bulunmuştur (Çizelge 4.1). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, CODEX Alimentarius ve Avrupa Birliği Komisyonunda, çiçek ve salgı balları için belirlenen en yüksek HMF değeri 40 mg kg⁻¹ olup, analizi yapılan tüm bal örneklerinin HMF değerlerinin her üç standartta da belirtilen en yüksek değerinin altında bulunmuştur.

Heredia ve ark. (2003) okaliptüs ballarında HMF değerini 7.5-39.1 mg kg⁻¹ arasında; Küçük ve ark. (2007) kestane balında 28.6 mg kg⁻¹, ormangülü balında 24.1 mg kg⁻¹, heterofloral bal örneklerinde 19.2 mg kg⁻¹; Yardibi (2008) ayçiçeği ballarında 6.06-8.43 mg kg⁻¹ arasında; Andrade ve ark. (2009) Portekiz'in Luso bölgesi ballarında 1.75-32.75 mg kg⁻¹ arasında; Vural ve ark. (2010) Marmara Bölgesi ballarında ortalama 31.8 mg kg⁻¹, Doğu Anadolu Bölgesi ballarında 30.5 mg kg⁻¹; Estevinho ve ark. (2010a) Portekiz'in kuzeybatısından elde ettiği ballarda 0.2-22.8 mg kg⁻¹ arasında; Ajlouni ve Sujirapinyokul'da (2010) yaptıkları araştırmalarda HMF değerini 65 °C'de 0.36 ile 74.9 mg kg⁻¹, 85 °C'de 3.56 ile 74.7 mg kg⁻¹ arasında bulmuşlardır.

Tez kapsamında analiz edilen 25 adet bal örneğinde HMF değerleri, Yardibi'nin (2008) ayçiçeği balı için bulduğu değerlere yakın çıkmıştır. Heredia ve ark.'nın (2003) okaliptüs ballarında, Küçük ve ark.'nın (2007) kestane, ormangülü ve heterofloral bal örneklerinde, Andrade ve ark.'nın (2009) Luso bölgesi ballarında, Vural ve ark.'nın (2010) Marmara Bölgesi, Doğu Anadolu Bölgesi ballarında, Estevinho ve ark.'nın (2010a) Portekiz'in kuzeybatısından elde ettiği ballarda HMF değerleri bulduğumuz değerlerden yüksek çıkmıştır.

4.1.3. Diastaz aktivitesi

Balın tazeliğini belirleyen bir diğer parametre de baldaki diastaz enziminin etkinliğidir. Hidroksimetilfurfural ile birlikte diastaz aktivitesi sıcaklık istismarının ve uzun süre bekleyen balların göstergesi olarak kullanılabilir (Estevinho ve ark. 2010b).

Kırklareli İzole Bölgeden alınan bal örneklerinin diastaz sayıları 15.2-38.5 arasında, Tekirdağ İlindeki örneklerde 10.9-15.2 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.1). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, CODEX Alimentarius ve Avrupa Birliği Komisyonunda diastaz sayısı

için belirlenen en düşük değer çiçek ve salgı balları için 8 olup, analizi yapılan tüm bal örneklerinin diastaz sayıları, her üç standart için belirtilen limit değerinin üzerinde bulunmuştur.

Heredia ve ark. (2003) okaliptüs ballarında yaptıkları araştırmalarda diastaz sayısı 9.5-158 arasında; Küçük ve ark. (2007) kestane balında ortalama 17.7, ormangülü balında 23, heterofloral bal örneklerinde 17.9; Yardibi (2008) ayçiçeği ballarında 15.02-23.98 arasında; Tosi ve ark. (2008) çalışmalarında diastaz sayısını 60 °C'de 8.6-20.5, 80 °C'de 5.2-14.11 arasında; Andrade ve ark. (2009) Portekiz'in Luso bölgesi ballarında 3-38 arasında; Vural ve ark. (2010) Marmara Bölgesi balları için ortalama 9.89, Doğu Anadolu Bölgesi balları için 9.70; Estevinho ve ark. (2010a) Portekiz'in kuzeybatısından elde ettiği ballarda 17; Ajlouni ve Sujirapinyokul (2010) da 65 °C'de 9.43-25.4 arasında, 85 °C'de 7.62 ile 20.4 değerleri arasında bulmuşlardır.

Tez kapsamında analiz edilen 25 adet bal örneğinde diastaz sayısı, Küçük ve ark.'nın (2007) kestane, ormangülü ve heterofloral balları, Yardibi'nin (2008) ayçiçeği balları, Andrade ve ark.'nın (2009) Luso bölgesi balları, Vural ve ark.'nın (2010) Marmara Bölgesi ve Doğu Anadolu Bölgesi balları, Estevinho ve ark.'nın (2010a) Portekiz balları için buldukları değerler ile yakın çıkmıştır.

4.1.4. Prolin miktarı

Prolin içeriğinin özellikle diğer kriterlerle birlikte, doğal bal ve şurup ballarının birbirinden ayrılmasında, balın tipinin ve olgunluğunun belirlenmesinde yararlı ve önemli olabileceği belirtilmektedir (Başoğlu ve ark 1996).

Kırklareli İzole Bölgeden alınan bal örneklerinin prolin değerleri 385-890 mg kg⁻¹, Tekirdağ İlindeki örneklerde ise 476-723 mg kg⁻¹ arasında bulunmuştur (Çizelge 4.1) Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğinde prolin değeri için belirlenen en düşük değer çiçek ve salgı ballarında 300 mg kg⁻¹ olup, analizi yapılan 25 adet bal örneğinin prolin değerlerinin Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğinde belirtilen limitlerin üzerinde olduğu saptanmıştır.

Başoğlu ve ark. (1996) yaptıkları çalışmada sahte olduklarını düşündükleri ballar için en yüksek prolin içeriğini 349.5 mg kg⁻¹, saf bal olduğunu düşündükleri ballar için 365.9-

1096.8 mg kg⁻¹ arasında; Yılmaz ve Küfrevioğlu (2001) Türkiye'nin Doğu ve Güneydoğu bölgelerinden elde ettikleri ballarda 300-860 mg kg⁻¹ arasında; Heredia ve ark. (2003) okaliptüs ballarında 315.9 ile 770 mg kg⁻¹; Meda ve ark. (2005) ise Burkino Faso ballarında prolin değerinin 437.8 ile 2169.4 mg kg⁻¹ arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Tez kapsamında analiz edilen 25 adet bal örneğinde prolin değerleri, Yılmaz ve Küfrevioğlu'nun (2001) Doğu ve Güneydoğu ballarında, Heredia ve ark.'nın (2003) okaliptüs ballarında buldukları prolin değerlerine yakınlık göstermektedir. Bulmuş olduğumuz değerlerin, Başoğlu ve ark.'nın (1996), saf olduklarını düşündükleri ballarında, Meda ve ark.'nın (2005) Burkino Faso ballarında buldukları prolin miktarından düşük olduğu görülmektedir. Bunun da balın yapısında bulunan nektar ve polenden ileri geldiği düşünülmektedir.

4.1.5. Asitlik değeri

Balın asitliği, mikroorganizmalara karşı stabilitesini artırır (Yardibi 2008). Genel olarak balın yapısında asetik, butirik, sitrik, formik, glukonik, laktik, maleik, malik, oksalik, piropiromik, süksinik, glikolik, kitoglutarik, pirüvik, tartarik, 2-3 fosfoglisirik, gliserofosfat ve glukoz-6-fosfat asitleri ve fenolik asitler bulunmaktadır (Gül 2008).

Kırklareli İzole Bölgeden alınan bal örneklerinin asitlik değerleri 12-40 meq kg⁻¹ arasında, Tekirdağ İlindeki örneklerde 24-34 meq kg⁻¹ arasında bulunmuştur (Çizelge 4.1). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, CODEX Alimentarius ve Avrupa Birliği Komisyonunda asitlik değeri için belirlenen en yüksek değer çiçek ve salgı balları için 50 meq kg⁻¹ olup, analizi yapılan 25 adet bal örneğinin asitlik değerleri her üç standardın limitlerinin altında olduğu görülmüştür. Asitlik düzeyi ballarda değişiklik göstermesine rağmen NKÜ 1-2-9-13-17-21 kodlu bal örneklerinde oldukça düşük kalmıştır. Bunun da hatalı arıcılık uygulamasından veya arının çiçeğe uçacağı dönemlerde pudra şekeri, polen ve bal ile hazırlanan kekler ile beslenmiş olabileceğinden ileri geldiği düşünülmektedir.

Küçük ve ark. (2007) asitlik değerini ortalama olarak kestane balında 36.7 meq kg⁻¹, ormangülü balında 33.6 meq kg⁻¹, heterofloral bal örneklerinde 29.4 meq kg⁻¹; Yardibi (2008) ayçiçeği ballarında 23.38-34.92 meq kg⁻¹; Andrade ve ark. (2009) Portekiz'in Luso bölgesi ballarında 31.2 meq kg⁻¹; Vural ve ark. (2010) Marmara Bölgesi ballarında 23.9 meq kg⁻¹,

Doğu Anadolu Bölgesi ballarında 24.4 meq kg⁻¹; Estevinho ve ark. (2010a) Portekiz'in kuzeybatısından elde ettikleri ballarda ortalama asitlik değerini 29.8 meq kg⁻¹ olarak bulmuşlardır.

Tez kapsamında analiz edilen 25 adet bal örneğinde asitlik değerleri, diğer araştırmacıların farklı bal çeşitleri için buldukları asitlik değerlerine benzerlik göstermektedir.

4.1.6. Elektrik İletkenliği

Elektrik iletkenliği yayla balları ile salgı balları arasındaki farklılığı belirlemede kullanılan önemli bir ölçüttür. Ayrıca balın asitliği ve kül içeriği arttıkça elektriksel iletkenliği de artmaktadır (Günbey 2009).

Kırklareli İzole Bölgeden alınan bal örneklerinin elektriksel iletkenlik değerleri 0.7-1.2 mS cm⁻¹ arasında, Tekirdağ İli örneklerinde ise 0.39-0.56 mS cm⁻¹ arasında bulunmuştur (Çizelge 4.1). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, CODEX Alimentarius ve Avrupa Birliği Komisyonunda elektrik iletkenliği için belirlenen en yüksek değer çiçek balları için 0.8 mS cm⁻¹, salgı ve kestane balları için en az 0.8 mS cm⁻¹ olarak belirlenmiştir. Kırklareli İzole Bölgeden alınan NKÜ 4-7-11-12-15-18-19-22 kod numaralı salgı ballarının elektrik iletkenliği değerlerinin 0.8 mS cm⁻¹'nin üzerinde olduğu, Tekirdağ İlinden alınan ayçiçeği ballarının ise 0.8 mS cm⁻¹'nin altında olduğu görülmüştür.

Heredia ve ark. (2003) okaliptüs ballarında elektriksel iletkenlik değerini 0.33-0.89 mS cm⁻¹ arasında; Andrade ve ark. (2009) Portekiz'in Luso bölgesi ballarında 0.11-0.63 mS cm⁻¹ arasında; Sharma ve ark. (2010) bazı Hindistan ballarında 0.33-0.94 mS cm⁻¹ arasında; Estevinho ve ark. (2010a) Portekiz'in kuzeybatısından elde ettiği ballarda elektrik iletkenliği değerini 0.66 mS cm⁻¹ olarak bulmuşlardır.

Tekirdağ İlinden elde ettiğimiz NKÜ 23-24-25 kod numaralı ballar için bulduğumuz elektrik iletkenliği değerleri, Andrade ve ark.'nın (2009) yaptıkları çalışmanın sonuçları ile yakın olmak ile beraber Heredia ve ark. (2003) ile Sharma ve ark.'nın (2010) yaptıkları çalışmaların sonuçlarının bizim bulduğumuz sonuçlardan yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca Kırklareli İzole Bölgesinden ve Tekirdağ İlinden toplanan balların elektrik iletkenlikleri

arasında farklılıklar bulunmuştur. Söz konusu farklılıkların balların ait olduğu farklı floradan kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.1.7. Şeker analizleri

Yapılan analizler sonucunda Kırklareli İzole Bölgeden ve Tekirdağ İlinden alınan bal örneklerinin şeker analizleri sonuçları Çizelge 4.2’ de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Bal örneklerinin şeker analizleri sonuçları

Balın kodu	Fruktoz (%)	Glikoz (%)	Sakkaroz (%)	Turanoz (%)	Maltoz (%)	Isomaltoz (%)	Erlöz (%)	Maltotriöz (%)	Fruktoz+Glikoz (%) (İnvert Şeker)	Fruktoz/Glikoz Oranı	Glikoz/Su Oranı
NKU1	35.3	26.7	0.4	2.5	3.3	1.6	2.6	TEDB	62.0	1.32	1.55
NKU2	35.7	26.3	0.3	2.7	3.5	1.8	2.7	TEDB	62.0	1.36	1.70
NKÜ3	38.2	28.0	TEDB	2.8	3.2	1.4	1.2	TEDB	66.2	1.36	1.89
NKU4	33.8	28.7	0.4	3.3	2.8	0.7	2.1	0.4	62.5	1.18	1.79
NKÜ5	37.2	27.4	0.1	3.0	3.6	1.5	1.3	TEDB	64.6	1.36	1.71
NKU6	36.8	27.4	TEDB	2.9	3.4	1.5	1.1	0.1	64.2	1.34	1.80
NKÜ7	35.1	29.3	0.2	2.7	3.1	0.9	2.0	0.4	64.4	1.20	1.98
NKU8	36.4	26.9	TEDB	2.8	3.6	1.5	0.9	TEDB	63.3	1.35	1.64
NKÜ9	35.3	26.9	0.3	2.5	3.6	1.7	2.7	TEDB	62.2	1.31	1.63
NKU10	37.2	29.8	TEDB	2.0	3.1	1.0	0.6	0.1	67.0	1.25	1.94
NKÜ11	32.6	28.0	TEDB	2.7	2.8	0.7	0.8	0.3	60.6	1.16	1.66
NKU12	32.1	27.8	TEDB	2.9	2.7	0.9	0.9	0.5	59.9	1.15	1.67
NKÜ13	35.6	27.1	0.4	2.6	3.5	1.7	2.5	TEDB	62.7	1.31	1.63
NKU14	36.1	28.3	TEDB	2.5	3.0	1.0	0.6	0.1	64.4	1.28	1.75
NKÜ15	33.5	28.0	TEDB	2.7	2.9	0.9	0.6	0.4	61.5	1.20	1.71
NKU16	38.2	33.0	TEDB	1.4	1.9	0.2	0.1	TEDB	71.2	1.16	2.05
NKÜ17	35.9	26.7	0.1	2.7	3.6	1.8	1.6	TEDB	62.6	1.34	1.72
NKÜ18	35.9	29.3	0.7	2.9	3.2	0.9	2.3	0.4	65.2	1.23	2.06
NKU19	34.8	28.1	TEDB	2.8	2.9	0.9	0.7	0.2	62.9	1.24	1.70
NKÜ20	36.2	24.4	TEDB	2.3	2.8	1.4	0.2	TEDB	60.6	1.48	1.40
NKU21	33.7	25.2	0.2	2.5	3.3	1.5	2.2	TEDB	58.9	1.34	1.50
NKÜ22	31.9	26.3	TEDB	2.9	2.9	0.9	1.7	0.3	58.2	1.21	1.78
NKU23	36.8	30.5	TEDB	1.2	1.5	0.5	0.3	TEDB	67.3	1.21	1.80
NKÜ24	36.2	31.5	TEDB	1.2	1.5	0.1	0.4	0.1	67.7	1.15	1.79
NKU25	38.0	32.9	TEDB	1.2	1.5	0.3	TEDB	TEDB	70.9	1.16	2.02
En Düşük	31.9	24.4	0.1	1.2	1.5	0.1	0.1	0.1	58.2	1.15	1.40
En yüksek	38.2	33.0	0.7	3.3	3.6	1.8	2.7	0.5	71.2	1.48	2.06
Ort.	35.5	28.2	0.12	2.47	2.9	1.1	1.28	0.13	63.7	1.26	1.75

TEDB: Tespit Edilebilir Düzeyde Bulunamadı.

Bütün bal çeşitlerinde fruktoz baskın şeker olarak, glukoz ise ikinci baskın şeker olarak bulunmaktadır. Baldaki şekerler birkaç enzim etkinliği sonrasında nektar sakkarozuna çevrilmektedirler. Sonuç olarak farklı pozisyonlarda ve konfigürasyonlarda glikozidik bağ ile

bağlanmış glukoz ve fruktozdan oluşan %70'i monosakkarit, %10-15'i disakkarit olan kompleks bir karışım oluşmaktadır (Ouchemoukh ve ark. 2010). Balda az miktarda bulunan bazı disakkarit ve trisakkaritler çiçek ve salgı balını karakterize etmektedirler (Yardibi 2008).

4.1.7.1. Fruktoz ve glukoz miktarı

Kırklareli İzole Bölgeden alınan bal örneklerinin fruktoz ve glukoz değerleri %31.9-38.2 ve %24.4-33 arasında, Tekirdağ İlindeki örneklerde %36.2-38 ve %30.5-32.9 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Heredia ve ark. (2003) okaliptüs ballarında fruktoz ve glukoz miktarlarını sırası ile %32.13-43.07 ve %27.25-36.15 arasında; Ouchemoukh ve ark. (2010) Cezayir ballarında fruktoz ve glukoz miktarlarını sırası ile %35.99-42.57 ve %26.23-34.38 arasında bulmuşlardır.

Tez kapsamında analiz edilen 25 adet bal örneğinde yaptığımız çalışmalar sonucu fruktoz ve glukoz değerleri yapılan diğer çalışmalar ile yakınlık göstermektedir.

Balın yapısı ve şekerlenmesi arasındaki ilgi ise en çok fruktoz/glukoz veya glukoz/su oranlarıyla saptanabilmektedir. Bu kriterler balın kalitesini belirlemede çok önemlidir (Yardibi 2008).

Tez kapsamında Kırklareli İzole Bölgeden alınan bal örneklerinin fruktoz/glukoz oranları 1.15-1.48 arasında, Tekirdağ İlindeki örneklerde ise 1.15-1.21 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.2). Yardibi (2008) ayçiçeği ballarında fruktoz/glukoz oranları 1.10-1.18 arasında bulunmuştur. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğinde fruktoz/glukoz oranının bulunması gereken aralık; çiçek balları için 0.9-1.4 (kestane 1.0-1.85, akasya 1.2-1.85, kekik 1.0-1.65), salgı balları için 1.0-1.4 olarak belirlenmiş olup, Kırklareli İzole Bölgeden ve Tekirdağ İlinden alınan salgı ve çiçek ballarının Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğinde belirtilen fruktoz/glukoz oranı için belirlenen limitler içerisinde olduğu görülmüştür.

Ayrıca Kırklareli İzole Bölgeden alınan bal örneklerinin glukoz/su değerleri 1.40-2.06, Tekirdağ İlindeki örneklerde ise 1.79-2.02 arasında bulunmuştur. Glukoz/su değeri 1.7'den düşük balların şekerlenmediği, 2.1'den yüksek glukoz/su değerine sahip balların kısa sürede

şekerlendiği belirtilmiştir (Anonim 2002). Analiz edilen bal örneklerinde glukoz/su değeri 2.1'den büyük olan NKÜ 16-18-25 kod numaralı balların analiz edilme süreçlerinde hemen şekerlendiği görülmüştür. Ayrıca glukoz/su değeri 2.1'e yakın olan bazı bal örneklerinde de zamanla şekerlenmeler görülmüştür (Çizelge 4.2).

4.1.7.2. İvert şeker miktarı

Kırklareli İzole Bölgeden alınan bal örneklerinin invert şeker miktarı %58.2-71.2, Tekirdağ İlindeki örneklerde ise %67.3-70.9 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.2). Yapılan hesaplamalarda invert şeker değeri, fruktoz ve glukoz şekerlerinin toplamı ile belirlenmiştir. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, CODEX Alimentarius ve Avrupa Birliği Komisyonunda fruktoz+glukoz miktarı çiçek balları için en az %60, salgı balları için en az %45 olarak belirlenmiştir. Kırklareli İzole bölgesinde meşe sporlarından elde edilen salgı balları ile Tekirdağ İlinden toplanan ayçiçeği ballarının fruktoz+glukoz değerlerinin salgı ve çiçek balları için belirlenen limitlerden yüksek oldukları belirlenmiştir.

Yılmaz ve Küfrevioğlu (2001) Türkiye'nin Doğu ve Güneydoğu bölgelerinden elde ettikleri ballarda invert şeker miktarını %67.6-75.3 arasında; Anupama ve ark. (2002) Hindistan ballarında %61.3-72.6 arasında; Küçük ve ark. (2007) kestane balında ortalama olarak %66.8, ormangülü balında %65.9, heterofloral bal örneklerinde %65.8; Yardibi (2008) ayçiçeği ballarında %73.78-76.80 arasında; Vural ve ark. (2010) ortalama olarak Marmara Bölgesi ballarında %72.2, Doğu Anadolu Bölgesi ballarında %71.6; Estevinho ve ark. (2010a) Portekiz'in kuzeybatısından elde ettikleri ballarda ortalama olarak %72.6; Sharma ve ark. (2010) bazı Hindistan ballarında invert şeker miktarını %43.3-65.5 arasında belirlemişlerdir.

Tez kapsamında analiz edilen 25 adet bal örneğinde fruktoz+glukoz miktarı, Yılmaz ve Küfrevioğlu'nun (2001) Doğu ve Güneydoğu ballarında, Anupama ve ark.'nın (2002) Hindistan ballarında ve Küçük ve ark.'nın (2007) kestane, ormangülü, heterofloral bal örneklerinde buldukları çalışmanın sonuçları ile yakınlık göstermektedir.

4.1.7.3. Sakkaroz miktarı

Kırkırelili İzole Bölgeden alınan bal örneklerinin sakkaroz miktarı %0.1-0.7 arasında bulunmuştur. Tekirdağ İlindeki örnekler de dahil olmak üzere sakkaroz miktarı bazı ballarda tespit edilebilir düzeylerde bulunamamıştır (Çizelge 4.2). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, CODEX Alimentarius ve Avrupa Birliği Komisyonunda sakkaroz miktarı çiçek ve salgı balları (bazı çiçek balları ve kızıl çam ile fıstık çamlarından elde edilen ballar hariç) için en fazla %5 olarak belirlenmiştir. Buna göre, analizi yapılan tüm bal örneklerinin sakkaroz miktarı her üç standarta belirlenen limitlerinin altında olduğu görülmüştür.

Yılmaz ve Küfrevioğlu (2001) Türkiye'nin Doğu ve Güneydoğu bölgelerinden elde ettikleri ballarda sakkaroz miktarını %0.4-4.5 arasında; Anupama ve ark. (2002) Hindistan ballarında %1.2-5.7 arasında; Heredia ve ark. (2003) okalıptüs ballarında %0.01-0.23 arasında; Küçük ve ark. (2007) ortalama olarak kestane balında %2.87, rhodonderon balında %3.34, heterofloral bal örneklerinde %1.47; Yardibi (2008) ayçiçeği ballarında %1.69-2.39 arasında; Vural ve ark. (2010) Marmara Bölgesi ballarında ortalama olarak %3.81, Doğu Anadolu Bölgesi ballarında %3.80; Ouchemoukh ve ark. (2010) Cezayir ballarında ortalama olarak %1.35; Estevinho ve ark. (2010a) Portekiz'in kuzeybatısından elde ettikleri ballarda ortalama olarak %3.7; Sharma ve ark. (2010) ise Hindistan ballarında sakkaroz miktarını %0.4-8.8 arasında belirlemişlerdir.

Tez kapsamında analiz edilen 25 adet bal örneğinde yaptığımız çalışmalar sonucu elde ettiğimiz sakkaroz miktarı, Heredia ve ark. (2003) yaptıkları çalışmanın sonuçları ile yakınlık göstermek ile birlikte yapılan diğer uluslararası çalışma sonuçlarından düşük olması, arıların sakkarozu yüksek düzeyde fruktoz ve glukozu inverte etmelerinden ileri geldiği düşünülmektedir.

4.1.7.4. Turanoz, maltoz, isomaltoz, erloz ve maltotrioz miktarları

Kırkırelili İzole Bölgeden alınan bal örneklerinin turanoz, maltoz, isomaltoz, erloz ve maltotrioz miktarları sırası ile %1.4-3.3, %1.9-3.6, %0.2-1.8, %0.1-2.7 ve %0.1-0.5 arasında, Tekirdağ İli örneklerinde ise %1.2, %1.5, %0.1-0.5, %0.3-0.4 ve %0.1 arasında bulunmuştur. Çizelge 4.2'de görüldüğü gibi bazı bal örneklerinde erloz ve maltotrioz miktarları tespit edilebilir düzeylerde bulunamamıştır.

Heredia ve ark. (2003), okaliptüs ballarında maltoz, isomaltoz, erloz değerlerini sırası ile %2.48-7.8, %0.01-1.11, %0.05-0.13 arasında; Ouchemoukh ve ark. (2010) Cezayir ballarında turanoz, maltoz, izomaltoz ve erloz miktarlarını %0.96, %1.72, %0.79 ve %0.35 olarak bulmuşlardır.

4.1.8. Nişasta/Polen oranı

Nişasta tanecikleri balın yapısında doğal olarak bulunmadığından, balın saflığını etkileyen önemli parametrelerden biridir. Nişasta balın yapısına üretici hataları ile geçebildiği gibi, doğal yollardan arıların *Helianthemum nummularium* bitkilerinden topladıkları polenlerin çatlaması ile de balın yapısına karışabilmektedir. (Sorkun ve Sahin 2000). Erken ilkbaharda ve bal hasadından sonra arıları kışa hazırlamak amacıyla verilen ek besinlerle ve son yıllarda birçok arıcının kar amacıyla bal üretim mevsiminde şeker şurubu, ticari glukoz, nişasta içeren ürünleri arılara yoğun olarak verip bal üretmeleri ile bu ürünlerin yapısında bulunan şekerler de balın yapısına geçebilmektedir (Gürel ve Gösterit 2004).

Çizelge 4.3. Balların nişasta/polen oranları

Balın kodu	Nişasta/Polen	Balın kodu	Nişasta/Polen
NKÜ1	4.7	NKÜ14	1.4
NKÜ2	1.1	NKÜ15	8.5
NKÜ3	0.8	NKÜ16	1.1
NKÜ4	10.5	NKÜ17	0.9
NKÜ5	3.6	NKÜ18	16.4
NKÜ6	3.4	NKÜ19	11.8
NKÜ7	18.0	NKÜ20	4.7
NKÜ8	0.5	NKÜ21	4.1
NKÜ9	5.2	NKÜ22	12.5
NKÜ10	9.3	NKÜ23	2.8
NKÜ11	7.9	NKÜ24	27.5
NKÜ12	14.1	NKÜ25	4.2
NKÜ13t	8.5		

Kırklareli İzole Bölgeden alınan bal örneklerinin nişasta/polen oranlarının 0.5-18, Tekirdağ İlindeki örneklerde ise 2.8-27.5 arasında değiştiği görülmüştür (Şekil 4.3). Nişasta/Polen oranı TST 3036'ya göre 10/100 olarak belirlenmiş olup, bu değer üzerinde bulunan sonuçların hatalı arıcılık uygulamaları ile ilgili olduğu söylenebilir (Anonim 2010). Örneklerin 7 tanesinde (NKU 4-7-12-18-19-22-24) nişasta/polen oranı 10'dan yüksek

bulunmuştur. Bu durumun, arıların beslenmesi için belirli dönemlerde hem ticari olarak alınan hem de üreticinin hazırladığı keklerin yapısında bulunan nişastadan ileri geldiği düşünülmektedir.

4.1.9. Renk analizleri

Ballar renklerine göre; beyaz renk ballar, altın rengi ballar, amber rengi ballar ve koyu renk ballar olarak kategorilere ayrılmaktadır. Balın rengi potansiyel alkaliniteye, kül miktarına bağlı olmasının yanı sıra karotenoidler ve flavonoidler gibi aktif antioksidan pigmentlere bağlıdır (Sangsrichan ve Wanson 2008).

Çizelge 4.4. Bal örneklerinin renk analizleri sonuçları

Balın kodu	Renk		
	L*	a*	b*
NKÜ1	31.25	1.01	4.62
NKÜ2	30.80	0.89	4.77
NKÜ3	28.64	1.51	3.55
NKÜ4	27.90	1.13	-0.08
NKÜ5	27.07	1.62	2.10
NKÜ6	28.93	1.64	2.33
NKÜ7	27.58	1.02	0.21
NKÜ8	29.79	1.89	4.51
NKÜ9	23.89	1.74	5.07
NKÜ10	31.28	2.41	5.41
NKÜ11	27.71	1.07	-0.13
NKÜ12	27.71	1.02	-0.08
NKÜ13	29.86	1.19	4.83
NKÜ14	28.11	1.63	0.64
NKÜ15	25.57	1.08	0.21
NKÜ16	25.41	2.23	2.03
NKÜ17	30.65	0.56	4.62
NKÜ18	27.74	1.18	0.11
NKÜ19	28.06	1.18	-0.09
NKÜ20	29.73	2.25	2.85
NKÜ21	28.78	1.86	3.60
NKÜ22	27.56	0.65	-0.31
NKÜ23	29.89	2.65	4.37
NKÜ24	30.56	1.49	5.89
NKÜ25	29.09	1.94	5.24
En düşük	23.89	0.56	-0.31
En yüksek	31.28	2.65	5.89
Ort.	28.54	1.47	2.65
St. sapma	1.86	0.55	2.22

Kırklareli İzole Bölgeden alınan bal örneklerinin renk analizleri sonucunda L* değeri 23.89-31.28; a* değeri 0.56-2.65; b* değeri (-)0.31-5.41 arasında, Tekirdağ İlindeki örneklerde ise L* değeri 29.09-30.5; a* değeri 1.49-2.41 ve b* değeri 4.37-5.89 arasında bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Anupama ve ark. (2002), L*, a*, b* değerlerini sırası ile Hindistan ballarında 23.77-43.69, 3.40-27.83, 39.11-68.54 arasında; Bertoneclj ve ark. (2007) Slovenya ballarında 42.12-64.60, (-)3.41-10.14, 17.95-46.45 arasında; Ölmez (2009) Türkiye'nin farklı bölgelerinden topladığı ballarda 24.56-41.21, 0.11-1.00, 0.87-9.84 arasında; Sharma ve ark. (2010) Hindistan ballarında 26.3-36.8, 0.1-4.9 ve 0.7-14.4 arasında belirlemişlerdir.

L*, a*, b* renk değerleri, Kırklareli İzole Bölgeden alınan kestane balı, karaçalı balı ve meşe salgı balları ile Tekirdağ İli ayçiçeği ballarında farklılık göstermektedir. Kestane ve meşe salgı ballarının diğer ballara göre daha koyu renge sahip olduğu belirlenmiştir. Yapılan uluslararası çalışmalarda da aynı şekilde farklı renk skalalarına sahip bal örnekleri bulunmuştur. Söz konusu renk farklılıklarının, balın ait olduğu floradan ileri geldiği düşünülmektedir.



Şekil 4.1. Farklı renklere sahip bal örneklerinin görünümü

4.1.10. Polen analizleri

Polen analizi, balların floral kaynaklarını belirlemek üzere kullanılan yöntemlerden birisidir. Kırklareli İzole Bölgeden ve Tekirdağ İlinde alınan bal örneklerine uygulanan polen analizleri sonucunda, 25 bal örneğine ait polen sınıfları Çizelge 4.5'te verilmiştir. Tekirdağ İlinde alınan örneklerin dominant ve sekonder polen sınıfı olarak ayçiçeğinin, Kırklareli İzole bölgesinden alınan 22 bal örneğinde belirlenen dominant polen sınıflarını ise cehrilere, meşe sporları ve kestanenin oluşturduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.6).

Diğer taraftan 8 bal örneğinde (NKÜ 4-7-11-12-15-18-19-22) polen sayılarının az olduğu görülmüş ancak preparatlardaki polen yoğunlukları üzerinden polen yüzdeleri belirlenmiştir. (Çizelge 4.5). Bunun da hatalı arıcılık uygulamasından veya arının çiçeğe uçacağı dönemlerde pudra şekeri, polen ve bal ile hazırlanan kekler ile beslenmiş olabileceğinden ileri geldiği düşünülmektedir

Çizelge 4.5. Kırklareli İzole Bölgeden ve Tekirdağ İlinden alınan örneklerde bulunan polenlerin yüzde oranları

Balın kodu	Ayçiçek	Papatyagiller Fam.	Diken	Baklagiller Fam.	Ballıbabagiller	Beyaz Üggül	Cehriler	Cistus	Meşe Sporları	Gülgiller Fam.	Kestane	Lahanagiller Fam.	Sinirotuğiller Fam.	Söğüt	Süprüge Çalısı
NKÜ1	0	0	0	0	1	0	95	0	0	0	0	0	0	1	0
NKÜ2	0	0	0	0	1	0	96	0	0	0	0	0	0	0	0
NKÜ3	0	0	0	4	1	2	75	0	0	3	0	3	0	7	0
NKÜ4*	0	0	1	5	2	0	0	0	60	7	0	0	18	0	0
NKÜ5	1	0	0	1	0	4	89	0	0	1	0	0	0	0	0
NKÜ6	1	0	0	2	0	0	94	0	0	0	0	0	0	0	0
NKÜ7*	0	1	0	4	7	0	0	7	57	6	0	1	5	1	0
NKÜ8	0	0	0	1	0	0	93	0	0	1	0	0	0	1	0
NKÜ9	0	0	0	0	1	2	92	0	0	0	0	0	0	0	0
NKÜ10	15	0	7	0	0	0	69	0	0	1	0	0	0	1	0
NKÜ11*	0	1	8	1	0	1	1	1	50	9	0	0	3	4	1
NKÜ12*	0	0	35	0	0	0	0	0	47	3	0	0	1	0	0
NKÜ13	0	0	0	0	0	2	93	0	0	0	0	0	0	0	0
NKÜ14	0	5	1	0	2	2	83	0	0	2	0	0	0	1	0
NKÜ15*	0	0	0	2	0	1	0	1	64	26	0	0	0	0	0
NKÜ16	18	0	3	0	0	6	1	0	0	1	0	1	1	8	43
NKÜ17	1	0	0	0	0	0	95	0	0	1	0	0	0	0	0
NKÜ18*	3	0	1	0	0	0	20	0	68	1	0	0	0	0	0
NKÜ19*	0	1	1	2	4	1	0	11	68	4	0	0	6	0	0
NKÜ20	0	0	0	4	0	1	0	1	0	4	87	0	0	0	0
NKÜ21	0	0	1	0	0	0	96	0	0	1	0	0	0	0	0
NKÜ22*	0	0	0	2	0	0	1	9	70	6	0	0	0	0	0
NKÜ23	35	1	19	5	0	1	0	1	0	8	0	0	6	1	0
NKÜ24	54	3	6	3	0	1	0	3	0	6	0	1	1	0	0
NKÜ25	34	0	7	20	0	1	1	0	0	9	0	11	2	4	0

* Polen sayısı az.

Baydar ve Gürel (1998) Antalya ili çevresindeki ballarda *Asteraceae* ve *Fabaceae* familyalarına ait *Euphorbia characias*, *Taraxacum sp.*, *Daphne sericea*, *Asphodelus fistulosus*, *Sinapsis arvensis*, *Raphanus raphanistrum*, *Calicotome villosa*, *Cistus creticus*, *C.*

salviifolius, *Crepis sp.*, *Acacia cyanophylla*, *Papaver rhoeas*, *Rubus sanctus*, *Myrtus communi*, *Vitex agnus-jastus*, *Inula viscosa*, *Urginea maritima*, *Cerotonia siliqua* ve *Eucalyptus sp.* türlerinin varlıklarını belirlemişlerdir.

Çizelge 4.6. Bal örneklerinin içerdikleri polen miktarına göre sınıflandırılması

Balın kodu	Ayçiçek	Papatyagiller Fam.	Diken	Baklagiller Fam.	Balhabagiller Fam.	Beyaz Üçgül	Cehriler	Cistus	Meşe Sporları	Gülgiller Fam.	Kestane	Lahanagiller Fam.	Sinrotugiller Fam.	Söğüt	Süprüge Çalı
NKÜ1					E		D							E	
NKÜ2					E		D								
NKÜ3				M	E	E	D			M		M		M	
NKÜ4			E	M	E				D	M			D		
NKÜ5	E			E		M	D			E					
NKÜ6	E			E			D								
NKÜ7		E		M	M			M	D	M		E	M	E	
NKÜ8				E			D			E				E	
NKÜ9					E	E	D								
NKÜ10	M		M				D			E				E	
NKÜ11		E	M	E		E	E	E	D	M			M	E	E
NKÜ12			S						D	M			E		
NKÜ13						E	D								
NKÜ14		M	E		E	E	D			E				E	
NKÜ15				E		E		E	D	D					
NKÜ16	S		M			M	E		D	E		E	E	M	S
NKÜ17	E						D			E					
NKÜ18	M		E				S		D	E					
NKÜ19		E	E	E	M	E		M	D	M			M		
NKÜ20				M		E		E		M	D				
NKÜ21			E				D			E					
NKÜ22				E			E	M	D	M					
NKÜ23	S	E	S	M		E		E		M			M	E	
NKÜ24	D	M	M	M		E		M		M		E	E		
NKÜ25	S		M	S		E	E			M		M	E	M	

D: Dominant, E: Eser, S: Sekonder, M: Minör

Andrada ve Telleria (2002) Arjantin'in güney bölgesindeki ballarda *Asteraceae* (*Ambrosia tenuifolia*, *Artemisia sp.*, *Astereae*, *Brachyclados lycioides*, *Carduus sp.*, *Carthamus lanatus*, *Centaurea sp.*, *Cichorium intybus*, *Cirsium vulgare*, *Cynara cardunculus*, *Chuquiraga erinacea*, *Gaillardia megapotamica*, *Heliantheae*, *Helianthus annuus*, *Matricaria recutita*-*Anthemis tenuifolia*, *Multisieae*, *Onopordon acanthium*, *Senecio sp.*,

Sonchus sp., *Trichocline sp.*) ve *Fabaceae* (*Acacia sp.*, *Adesmia sp.*, *Geoffroea decorticans*, *Hoffmanseggia sp.*, *Lotus sp.*, *Melilotus albus*, *Medicago minima*, *M. sativa*, *Prosopis sp.*, *Prosopidastrum globosum*, *Trifolium sp.* ve *Vicia sp.*) familya ve türlerinin varlıklarını belirlemişlerdir.

Silici ve Gökçeoglu (2007) Akdeniz bölgesinde ballarında *Apiaceae* (*Pimpinella anisum*, *Apium*, *Eryngium*, *Matthiola*, *Ferula*), *Asteraceae* (*Achillea*, *Anthemis*, *Cirsium*, *Centaurea*, *Tanacetum*), *Fabaceae* (*Trifolium*, *Lotus*, *Vicia*, *Onobrychis*, *Astragalus*, *Ceratonia siliqua L.*), *Lamiaceae* (*Thymus*, *Mentha*, *Teucrium*, *Salvia*), *Rosaceae* (*Rosa*, *Pyrus*, *Prunus*, *Rubus*, *Potentilla*) familya ve türlerinin varlıklarını belirlemişlerdir.

Gül (2008) Türkiye genelinde yapmış olduğu çalışmalarda polen sonuçlarını Akdeniz Bölgesi için *Citrus spp.*, *Erica manipuliflora*, *Gossypium spp.*, *Astragalus spp.*, Ege Bölgesi için *Pinus nigra*, *Pimpinella anisum*, *Vitex agnus-castus*, *eucalyptus*, *Astragalus spp.*, *Thymus vulgaris*, *Medicago sp.*, *Visia sativa*, *Trifolium sppç.*, *Verbascum spp.*, *Gossypium spp.*, *Helianthus annuus*, Doğu Anadolu Bölgesi için *Astragalus spp.*, *Thymus vulgaris*, *Onobrychis sativa*, *Medicago sativa*, *Trifolium spp.*, *Carduus spp.*, Karadeniz Bölgesi için *Castane sativa*, *Rhododendron ponticum*, *Tilia sylvestris*, *Astragalus spp.*, *Thymus vulgaris*, *Onobrychis sativa*, *Helianthus annuus*, İç Anadolu Bölgesi için *Thymus vulgaris*, *Astragalus spp.*, *Onobrychis sativa*, Marmara Bölgesi için *Helianthus annuus*, *Trifolium sppç.*, *Astragalus spp.*, *Castane sativa*, *Rhododendron ponticum*, *Phacelia tanacetifolia*, Güney Doğu Anadolu Bölgesi için *Astragalus spp.*, *Trifolium sppç.*, *Euphorbia helisocopia* olduğunu belirlemiştir.

Forcone ve ark. (2009) Arjantin ballarında baskın familyaların *Asteraceae*, *Fabaceae* ve *Apiaceae*'nin olduğunu belirtmişlerdir.

İnce ve Taşkın (2009) Burdur ili ve çevresindeki ballarda dominant polen olarak, *Apiaceae*, *Pimpinella anisum*, *Anthriscus*, *Cardamine*, *Compositae*, *Contaurea*, *Ericaceae* ve *Dianthus* taksonlarını, sekonder polenler olarak *Brassicaceae*, *Fabaceae*, *Crepis*, *Xeranthemum* ve *Trifolium* taksonlarını belirlemişlerdir.

Tez kapsamında analiz edilen 25 adet bal örneğinde yaptığımız çalışmalar sonucu belirlediğimiz polen sınıfları, Gül (2008)'in Marmara Bölgesi için belirlediği polen sınıfları ile yakınlık göstermektedir.

4.2. Kalıntı Analizleri

Bal örneklerine uygulanan kalıntı analizleri sonucunda naftalin, sulfathiazol, sulfadimidine, oxytetracycline, tetracycline, doxycyline, chlortetracycline, chloramphenicol, AOZ, AMOZ, strepto grubu, floxacin gruplarına bakılmış ve tespit edilebilir düzeylerde bulunamamıştır.

4.3. Antioksidan Analizleri

Fenolik bileşikler ve polifenoller bitkilerin yapılarında bulunan önemli bir grup olmak ile beraber polifenoller ayrıca bitkilerde ikincil metabolizma ürünü olarak da bulunabilmektedir. Fenolik bileşenler (tokoferoller, flavonoidler ve fenolik asitler), azotlu bileşenler (alkaloidler, klorofil türevleri, amino asitler ve aminler), karotenoidler ve askorbik asit doğal antioksidan özellik gösteren önemli bileşenlerdir. Flavonoidler ve fenolik asitler polifenollerin en önemli sınıfını oluşturmaktadırlar ve şimdiye kadar 5000'den fazla türleri tanımlanmıştır. Bunların; antibakteriyel, anti-enflamatuar, anti-alerjik ve anti-trombotik etki göstermelerinin yanında epidemiyolojik çalışmalar ile kardiyovasküler hastalıklar ve kanser tedavilerinde önemli rol oynadıkları belirlenmiştir. Fenoller, molekül yapılarında aromatik halka ile birlikte hidroksil gruplarında mobil hidrojen iyonlarını içerdiklerinden peroksil radikallerini temizlemelerinin yanında birçok yönden antioksidan gibi davranarak reaktif oksijen türlerini bağlayıp; süperoksit anyonlarını ve şelat oluşturarak metal iyonlarının katalitik etkisini engellerler. Yapılan araştırmalarda serbest radikaller; oksijen ve oksijen gruplarını içeren lipidlerin, proteinlerin ve nükleik asitlerin oksidasyonuna neden olarak yapılarını bozmaktadırlar. Antioksidanlar ise serbest radikalleri bünyelerine bağlayarak zararlı etkilerini engellemektedirler (Al-Habori ve ark. 2002; Pyrzynska ve Biesaga 2009; Miotto 2010).

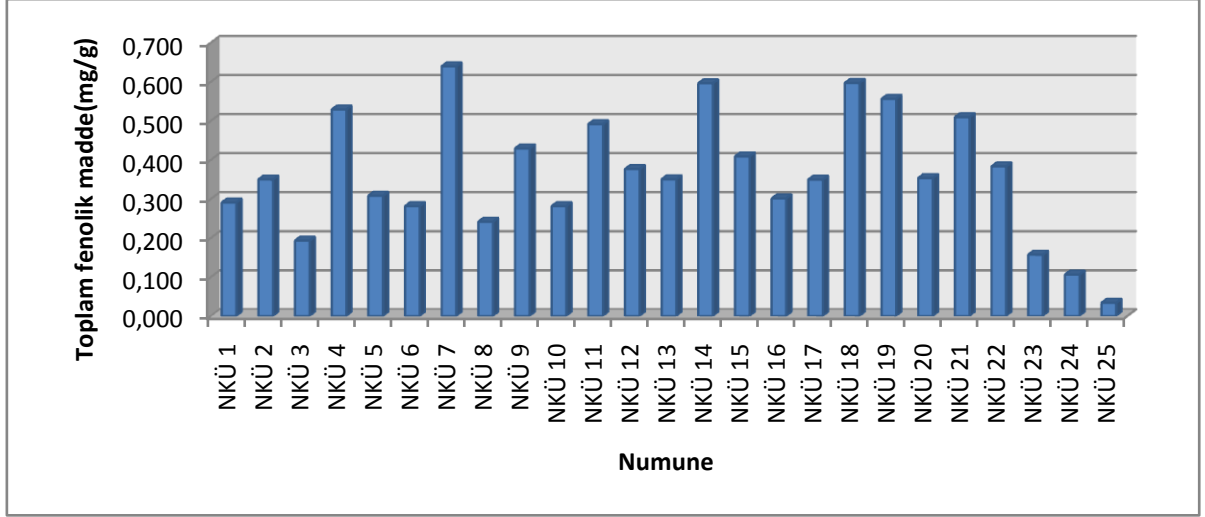
Balların toplam fenol içerikleri ile FRAP ve DPPH-SC₅₀ cinsinden antioksidan içerikleri Çizelge 4.6.'da verilmiştir.

Çizelge 4.7. Bal örneklerinin toplam fenolik madde ve antioksidan içerikleri

Örnekler	Toplam Fenol İçeriği (mg _{gallic asit} kg ⁻¹)	FRAP Değeri (μmol _{troloks} kg ⁻¹)	DPPH-SC ₅₀ Değeri (mg ml ⁻¹)
NKÜ 1	291±15	803±27	38.484±0.197
NKÜ 2	350±9	1043±24	22.779±0.259
NKÜ 3	193±12	845±7	36.535±0.817
NKÜ 4	529±12	3554±45	7.816±0.144
NKÜ 5	308±57	1755±14	12.972±0.451
NKÜ 6	281±48	1563±11	33.627±0.172
NKÜ 7	640±1	4027±14	6.565±0.058
NKÜ 8	242±7	967±28	34.880±1.834
NKÜ 9	429±13	1369±4	18.196±0.172
NKÜ 10	281±31	1144±13	36.268±0.293
NKÜ 11	491±32	3663±146	7.705±0.551
NKÜ 12	376±63	3482±10	9.109±0.353
NKÜ 13	350±65	1026±3	39.811±0.097
NKÜ 14	596±12	3013±3	6.809±0.042
NKÜ 15	409±20	3149±87	8.987±0.228
NKÜ 16	301±30	2268±7	23.044±0.401
NKÜ 17	349±4	1229±76	37.123±0.000
NKÜ 18	597±7	3803±17	6.781±0.048
NKÜ 19	556±32	3844±42	5.769±0.122
NKÜ 20	353±38	1738±34	33.529±0.493
NKÜ 21	509±21	2225±7	19.843±0.048
NKÜ 22	383±15	3895±5	9.493±0.159
NKÜ 23	157±11	1191±3	55.108±1.332
NKÜ 24	106±2	1028±10	93.609±2.505
NKÜ 25	34±25	919±10	44.009±1.818

4.3.1. Toplam fenolik madde içeriği

Kırkırelili İzole Bölgeden alınan bal örneklerinin toplam fenolik madde içeriği 193-640 mg_{gallic asit} kg⁻¹ arasında, Tekirdağ İlindeki örneklerde ise 34-157 mg_{gallic asit} kg⁻¹ arasında bulunmuştur. En düşük toplam fenolik maddeye (34 mg_{gallic asit} kg⁻¹) NKÜ 25 kod numaralı açık renkli ayçiçeği ve baklagiller familyasının ağırlıklı olduğu heterofloral bal örneğinin, en yüksek ise (640 mg_{gallic asit} kg⁻¹) NKÜ 7 kod numaralı koyu renkli meşe salgı balının sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.7).



Şekil 4.2. Bal örneklerinin toplam fenolik madde içerikleri

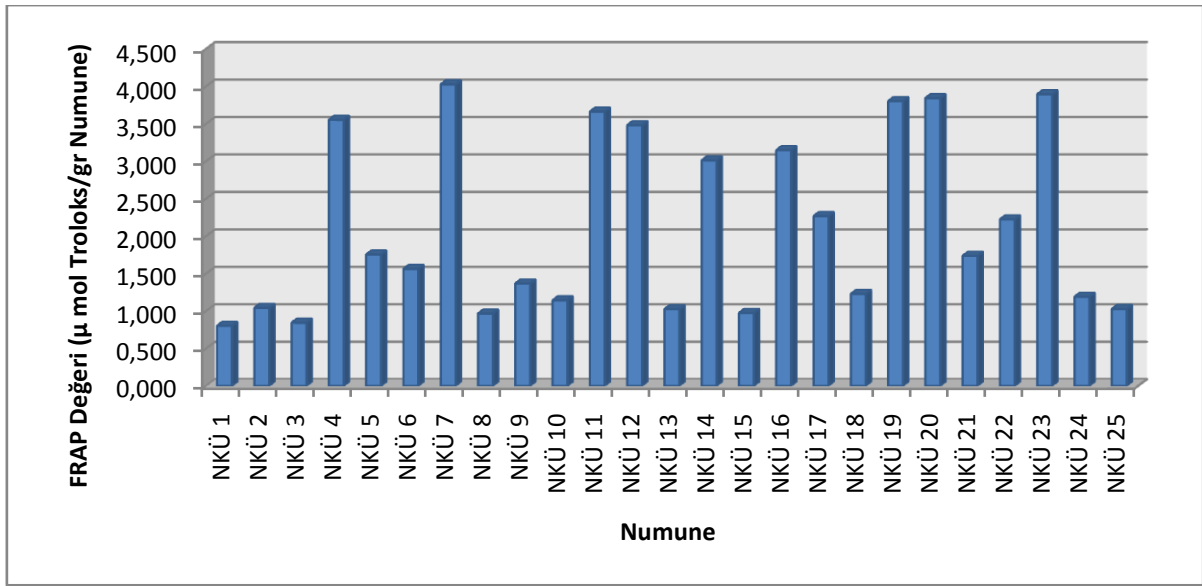
Facino ve ark. (2005) toplam fenolik madde içeriğini en düşük karahindiba çiçeği balında ($52.5 \text{ mg}_{\text{gallic asit}} \text{ kg}^{-1}$), en yüksek kocayemiş balında ($789.6 \text{ mg}_{\text{gallic asit}} \text{ kg}^{-1}$); Haroun (2006) en düşük ($50.9 \text{ mg}_{\text{gallic asit}} \text{ kg}^{-1}$) açık renge sahip olan pamuk balında, en yüksek ($774 \text{ mg}_{\text{gallic asit}} \text{ kg}^{-1}$) en koyu renge sahip kestane balında; Bertonselj ve ark. (2007) en düşük ($44,8 \text{ mg}_{\text{gallic asit}} \text{ kg}^{-1}$) akasya balında, en yüksek ($241,4 \text{ mg}_{\text{gallic asit}} \text{ kg}^{-1}$) köknar balında; Lachman ve ark. (2010) en düşük ($82,52 \text{ mg}_{\text{gallic asit}} \text{ kg}^{-1}$) ihlamur balında, en yüksek ($242,52 \text{ mg}_{\text{gallic asit}} \text{ kg}^{-1}$) salğı balında bulmuşlardır. Sharma ve ark. (2010) en düşük toplam fenolik madde içeriğini $470 \text{ mg}_{\text{gallic asit}} \text{ kg}^{-1}$, en yüksek $980 \text{ mg}_{\text{gallic asit}} \text{ kg}^{-1}$ olarak belirtmiş olup, Halim ve ark (2011) toplam fenolik madde içeriğini en düşük ($277.5 \text{ mg}_{\text{gallic asit}} \text{ kg}^{-1}$) ananas balında, en yüksek ($839.6 \text{ mg}_{\text{gallic asit}} \text{ kg}^{-1}$) tualang balında belirlemişlerdir.

Tez kapsamında analiz edilen ballarda toplam fenolik madde miktarları, Kırklareli İzole Bölgeden ve Tekirdağ İlinden alınan bal örnekleri arasında farklılıklar göstermektedir. Bu durumun flora farklılığından ileri geldiği düşünülmektedir. Tekirdağ İlinden alınan ayçiçeği ballarının toplam fenolik madde içerikleri, Facino ve ark.'nın (2005) karahindiba çiçeği balında, Haroun'nın (2006) pamuk balında, Bertonselj ve ark.'nın (2007) akasya balında yaptıkları çalışmanın sonuçlarına yakınlık göstermektedir.

4.3.2. Antioksidan içeriği

4.3.2.1. FRAP metoduna göre balların antioksidan içeriği

Kırklareli İzole Bölgeden alınan bal örneklerinin FRAP değerleri $0.8-4.03 \mu\text{mol}_{\text{troloks}} \text{g}^{-1}$ arasında, Tekirdağ İlindeki örneklerde $0.92-1.19 \mu\text{mol}_{\text{troloks}} \text{g}^{-1}$ arasında bulunmuştur. En düşük FRAP değerine ($0.8 \mu\text{mol}_{\text{troloks}} \text{g}^{-1}$) NKÜ 1 kod numaralı açık renkli karaçalı balının, en yüksek ($4.03 \mu\text{mol}_{\text{troloks}} \text{g}^{-1}$) NKÜ 7 kod numaralı koyu renkli meşe salgı balının sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 4.7) (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Bal örneklerinin FRAP değerleri

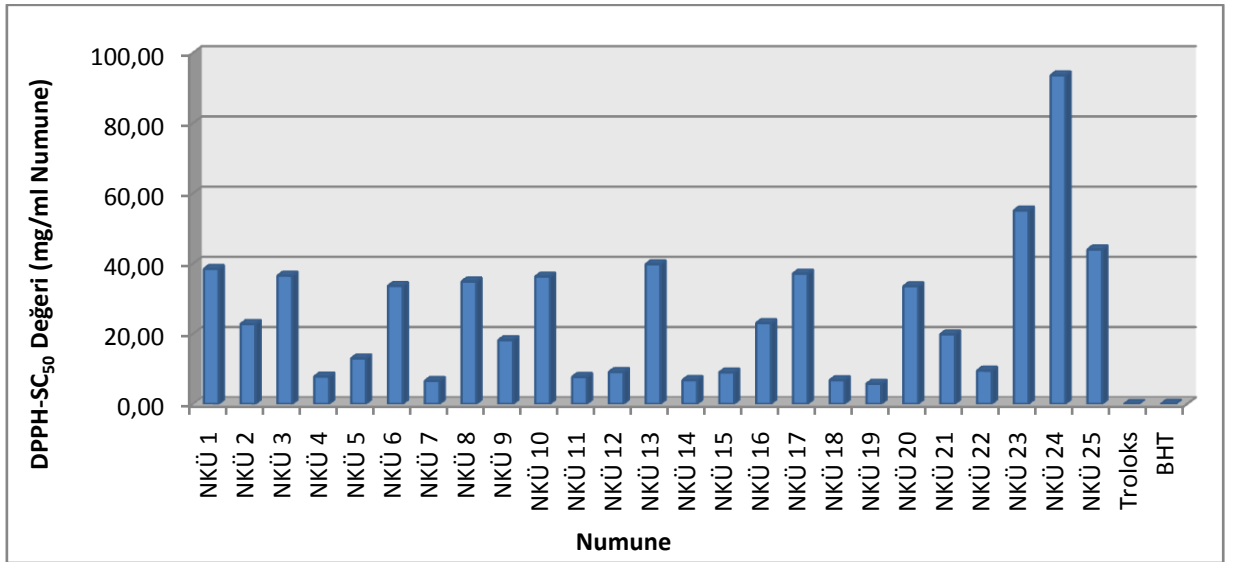
Facino ve ark. (2005) FRAP değerini en düşük ($72.8 \mu\text{M Fe(II)}$) üçgül balında, en yüksek ($1501 \mu\text{M Fe(II)}$) kocayemiş balında; Bertonselj ve ark. (2007) en düşük ($71.0 \mu\text{M Fe(II)}$) akasya balında, en yüksek ($478.5 \mu\text{M Fe(II)}$) köknar balında; Ölmez (2009) en düşük ($0.51 \mu\text{mol}_{\text{troloks}} \text{g}^{-1}$) çam balında, en yüksek ($0.62 \mu\text{mol}_{\text{troloks}} \text{g}^{-1}$) sedir balında; Sharma ve ark. (2010) FRAP değerini $0.38-0.59 \mu\text{mol}_{\text{askorbik asit}} \text{g}^{-1}$ arasında; Halim ve ark. (2011) en düşük ($0.48 \mu\text{mol Fe(II)} \text{g}^{-1}$) ananas balında, en yüksek ($1.22 \mu\text{mol Fe(II)} \text{g}^{-1}$) gelam balında bulmuşlardır.

Tez kapsamında analizi yapılan ballarda FRAP değerleri, Kırklareli İzole Bölgeden ve Tekirdağ İlinde alınan bal örnekleri arasında farklılıklar göstermektedir. Yaptığımız çalışmada FRAP değeri mol cinsinden ve troloks eş değeri olarak verilmiş olup, Ölmez

(2009) yaptığı çalışmanın sonucu ile farklılık göstermektedir. Bunun da balların flora farklılığından ileri geldiği düşünülmektedir. Uluslararası çalışmalarda değerler molar olarak veya askorbik asit eşdeğeri cinsinden ifade edildiği için belirgin bir karşılaştırma yapılamamıştır.

4.3.2.2. DPPH-SC₅₀ metoduna göre balların antioksidan içeriği

Kırklareli İzole Bölgeden alınan bal örneklerinin DPPH-SC₅₀ değerleri 39.811-5.769 mg ml⁻¹ arasında, Tekirdağ İlindeki örneklerde ise 93.609-44 mg ml⁻¹ arasında belirlenmiştir (Çizelge 4.7). Şekil 4.4.'te örnekler kendi aralarındaki ve standart antioksidan olarak bilinen troloks, BHT (butil hidroksi toluen) gibi standartların SC₅₀ değerleri ile karşılaştırılmıştır. Grafikteki Troloks değeri 0.003 mg ml⁻¹, BHT değeri ise 0.0165 mg ml⁻¹' dir. Buna göre veriler incelendiğinde en düşük DPPH değeri (93.609 mg ml⁻¹) NKÜ 24 kod numaralı açık renkli ayçiçeği balında, en yüksek (5.769 mg ml⁻¹) NKÜ 19 kod numaralı koyu renkli meşe salgı balında bulunmuştur.



Şekil 4.4. Bal örneklerinin DPPH-SC₅₀ mg ml⁻¹ değerleri

Meda ve ark. (2005) DPPH-SC₅₀ radikal temizleme aktivitesini en düşük (29.13 mg ml⁻¹) multilforal kaynaklı balda, en yüksek (1.37 mg ml⁻¹) *Vitellaria* balında; Facino ve ark. (2005) en düşük (47.62 mg ml⁻¹) karahindiba çiçeği balında, en yüksek (1.63 mg ml⁻¹)

kocayemiş balında; Bertoncej ve ark. (2007) en düşük (53 mg ml⁻¹) akasya balında, en yüksek (7.2 mg ml⁻¹) orman balında; Ölmez (2009) en düşük (2.56 mg ml⁻¹) üçgül balında, en yüksek (0.27 mg ml⁻¹) gökbaş balında; Halim ve ark. (2011) en düşük (10.86 mg ml⁻¹) ananas balında, en yüksek (5.80 mg ml⁻¹) tualang balında bulmuşlardır.

Tez kapsamında analiz edilen ballarda DPPH-SC₅₀ değeri, Kırklareli İzole Bölgeden ve Tekirdağ İlinden alınan bal örnekleri arasında farklılıklar göstermektedir. Bunun da flora farklılığından ileri geldiği düşünülmektedir. Tekirdağ İlinden alınan NKÜ 25 kod numaralı ayçiçeği balı, Facino ve ark.'nın (2005) karahindiba balı sonuçları ile yakınlık göstermektedir. Kırklareli İzole Bölgeden alınan bal örnekleri, Bertoncej ve ark.'nın (2007) orman balı ve Halim ve ark.'nın (2011) tualang balında bulunduğu sonuçlar ile yakınlık göstermektedir.

4.3.2.3. Toplam fenolik madde, FRAP, DPPH-SC₅₀ değerleri arasındaki korelasyon

Çizelge 4.8.'de verilen korelasyon değerleri incelendiğinde toplam polifenol miktarı ve antioksidan kapasitesi arasında pozitif bir ilişki olduğu görülmektedir. Nitekim Bertoncej ve ark.'nın (2007) yaptıkları çalışmada da polifenol miktarı ve antioksidan kapasitesi arasındaki ilişki doğrulanmıştır. Bertoncej ve ark. (2007) yaptıkları analizlerin birbirleri arasındaki korelasyon matrislerini; FRAP değeri ile Toplam Fenol içeriği arasında 0.966, DPPH(1/IC₅₀) değeri ile Toplam Fenol içeriği arasında 0.932, DPPH(1/IC₅₀) değeri ile FRAP değeri arasında 0.894 olarak belirtmişlerdir.

Çizelge 4.8. Toplam fenolik madde, FRAP, DPPH-SC₅₀ değerleri arasındaki korelasyon

	Toplam Fenolik Madde	FRAP	DPPH-SC ₅₀
Toplam Polifenol	1	0.78	-0.79
FRAP	0.78	1	-0.75
DPPH-SC ₅₀	-0.79	-0.75	1

4.4. Mineral Madde Miktarları ve Ağır Metal içerikleri

Toprakta bulunan mineral maddeler önce bitki özüne daha sonra nektarla birlikte balın bileşimine geçebilmektedir (Gül 2008). Baldaki mineral madde bileşenlerinin konsantrasyonu 0.1% ile 1.0% arasında değişmektedir. Salgı balları, nektar balları ile karşılaştırıldığında

yüksek elektrik iletkenliklerinden dolayı mineral madde oranları daha yüksektir (Lachman ve ark. 2007).

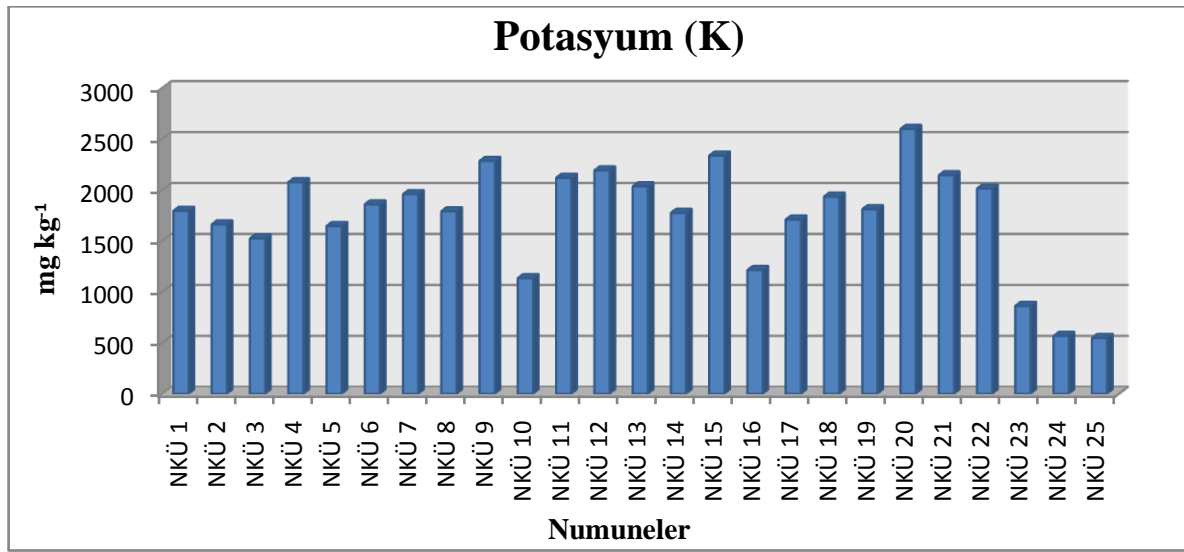
Kırlareli İzole Bölgeden ve Tekirdağ İlinden alınan bal örneklerinde en çok bulunan makro element potasyum (K) olup diğer makro elementler fosfor (P), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg) ve sodyum (Na) olmuştur. Bunların dışında balda bulunan diğer elementler ise mikro elementler grubuna girmektedir. Bal örneklerinin tamamında kadmiyum (Cd), kobalt (Co) ve kurşun (Pb) elementleri tespit edilebilir düzeyde bulunamamış, nikel (Ni) elementi ise bazı bal örneklerinde düşük miktarlarda tespit edilmiştir (Çizelge4.9).

Çizelge 4.9. Bal örneklerinin mineral madde analiz sonuçları (mg/kg)

	B mg/kg	Ca mg/kg	Cd mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Fe mg/kg	K mg/kg	Mg mg/kg	Mn mg/kg	Na mg/kg	Ni mg/kg	P mg/kg	Zn mg/kg	Pb mg/kg
NKÜ 1	3,55	39,18	TEDB	TEDB	0,48	0,35	2,08	1794,9	6,95	0,38	28,78	0,03	36,80	1,05	TEDB
NKÜ 2	2,95	29,85	TEDB	TEDB	0,40	0,38	2,95	1662,5	5,20	0,50	29,65	TEDB	37,18	0,78	TEDB
NKÜ 3	3,08	41,95	TEDB	TEDB	0,38	0,45	3,15	1525,1	22,43	1,125	23,35	0,05	72,58	0,70	TEDB
NKÜ 4	3,63	90,78	TEDB	TEDB	0,55	1,25	7,23	2075,8	187,4	28,30	17,58	0,03	143,10	0,10	TEDB
NKÜ 5	3,78	59,05	TEDB	TEDB	0,25	0,50	2,70	1646,5	51,28	6,10	26,30	0,01	84,13	1,88	TEDB
NKÜ 6	3,95	105,09	TEDB	TEDB	0,28	0,33	2,48	1859,5	39,83	4,53	17,73	TEDB	69,45	2,99	TEDB
NKÜ 7	2,96	105,23	TEDB	TEDB	0,49	1,03	4,64	1959,3	154,5	22,85	17,51	0,03	170,90	4,25	TEDB
NKÜ 8	2,63	47,15	TEDB	TEDB	0,13	0,48	2,46	1791,1	12,13	0,60	16,59	TEDB	70,13	1,86	TEDB
NKÜ 9	2,04	60,49	TEDB	TEDB	0,76	0,49	3,13	2284,3	9,60	0,45	33,33	TEDB	55,80	1,64	TEDB
NKÜ 10	4,45	72,36	TEDB	TEDB	0,30	0,49	2,15	1135,6	18,13	0,38	18,21	0,08	64,71	0,63	TEDB
NKÜ 11	4,36	127,35	TEDB	TEDB	0,48	0,95	2,15	2119,3	163,3	28,71	11,21	0,01	155,90	0,71	TEDB
NKÜ 12	3,41	115,25	TEDB	TEDB	0,39	1,25	4,04	2191,7	167,1	29,31	19,63	0,03	165,70	0,53	TEDB
NKÜ 13	2,54	60,20	TEDB	TEDB	0,23	0,29	3,05	2035,8	5,20	0,40	15,25	TEDB	39,20	1,69	TEDB
NKÜ 14	3,46	99,49	TEDB	TEDB	0,13	0,49	4,38	1776,0	111,7	11,41	13,98	TEDB	97,90	0,73	TEDB
NKÜ 15	2,40	126,63	TEDB	TEDB	0,21	1,06	4,20	2337,4	195,6	25,16	12,83	TEDB	186,9	1,49	TEDB
NKÜ 16	6,18	124,21	TEDB	TEDB	0,33	0,45	2,54	1214,8	76,50	6,88	27,05	0,04	84,71	0,64	TEDB
NKÜ 17	2,34	52,73	TEDB	TEDB	0,64	0,28	2,68	1710,2	6,63	0,50	25,40	0,03	39,65	1,58	TEDB
NKÜ 18	3,70	93,11	TEDB	TEDB	0,09	0,80	3,24	1934,5	169,9	18,01	17,65	TEDB	159,60	0,013	TEDB
NKÜ 19	2,64	94,26	TEDB	TEDB	0,68	0,80	3,40	1811,3	155,7	24,05	29,65	TEDB	134,20	1,55	TEDB
NKÜ 20	1,90	89,11	TEDB	TEDB	0,18	0,45	10,95	2599,1	28,34	4,24	32,30	0,03	71,08	0,375	TEDB
NKÜ 21	2,35	71,29	TEDB	TEDB	0,65	0,23	2,40	2144,3	7,76	0,475	23,63	TEDB	43,95	1,44	TEDB
NKÜ 22	2,68	81,50	TEDB	TEDB	TEDB	0,90	2,06	2013,7	159,2	28,13	5,01	TEDB	195,70	TEDB	TEDB
NKÜ 23	9,15	104,34	TEDB	TEDB	0,31	0,43	3,30	863,28	37,24	0,50	23,63	0,09	71,66	0,61	TEDB
NKÜ 24	6,45	96,84	TEDB	TEDB	0,05	0,18	2,64	568,54	22,53	0,19	13,01	TEDB	54,69	0,50	TEDB
NKÜ 25	6,65	66,30	TEDB	TEDB	0,29	0,23	13,48	548,01	16,44	0,28	12,49	0,05	50,38	1,11	TEDB

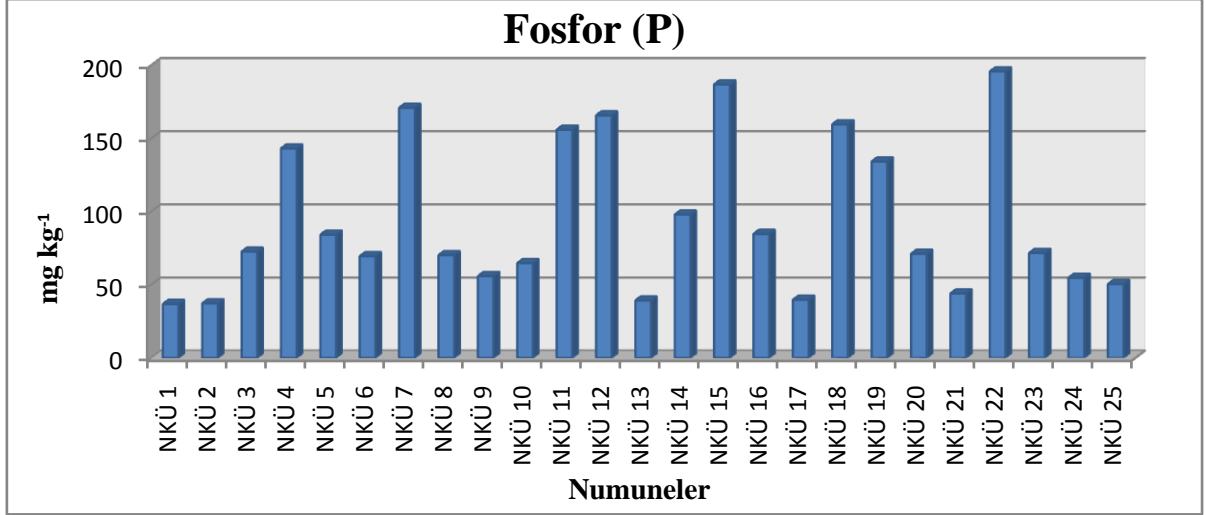
TEDB: Tespit edilebilir düzeyde bulunamadı.

Potasyum, analizleri yapılan ballar içerisinde en yüksek miktara sahip mineral madde olarak bulunmuştur. Potasyum miktarı Kırklareli İzole Bölgeden alınan bal örneklerinde 1135.6-2599.1 mg kg⁻¹, Tekirdağ İlindeki örneklerde 548-863.3 mg kg⁻¹ arasında bulunmuş olup, en yüksek potasyum içeriği NKÜ 20 kod numarasına sahip kestane balında, en düşük ise NKÜ 25 kod numarasına sahip ayçiçeği ve baklagiller familyasının ağırlıklı olduğu heterofloral bal örneğinde bulunmuştur (Şekil 4.5). Potasyum için elde edilen sonuçlar, Protano ve ark.'nın (2008) Siena bölgesi balları ve Andrade ve ark.'nın (2009) Luso bölgesi balları için yaptıkları çalışmaların sonuçları ile yakınlık göstermektedir.



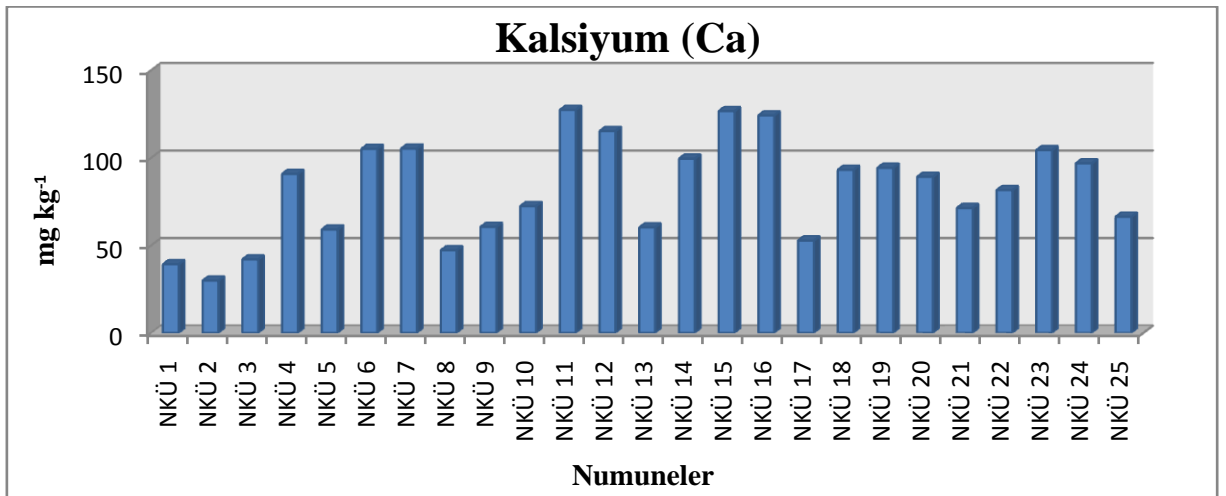
Şekil.4.5. Bal örneklerinin potasyum (K) miktarları

Potasyumdan sonra ballar örneklerinde en fazla bulunan mineraller fosfor (P) ve kalsiyum (Ca) olmuştur. Fosfor miktarı Kırklareli İzole Bölgeden alınan bal örneklerinde 36.80-195.7 mg kg⁻¹, Tekirdağ İlindeki örneklerde 50.38-71.66 mg kg⁻¹ arasında bulunmuş olup, en düşük NKÜ 1 kod numarasına sahip cehrilere familyasına ait balda, en yüksek ise NKÜ 22 kod numarasına sahip meşe salgı balında bulunmuştur (Şekil 4.6). Fosfor minerali için elde edilen sonuçlar, Vanhanen ve ark.'nın (2011) Yeni Zelanda balları için yapmış oldukları çalışmanın sonuçları ile benzerlik göstermektedir.



Şekil 4.6. Bal örneklerinin fosfor (P) miktarları

Kalsiyum, potasyumdan sonra ballarda fosfor ile birlikte en yüksek miktarda bulunan mineraldir. Kalsiyum, Kırklareli İzole Bölgeden alınan bal örneklerinde 29.8-127.3 mg kg⁻¹, Tekirdağ İlindeki örneklerde 66.3-104.3 mg kg⁻¹ arasında bulunmuş olup, en düşük kalsiyum içeriği NKÜ 2 kodlu cehrilere familyasına ait balda, en yüksek NKÜ 11 kodlu dominant olarak meşe sporlarını içeren balda bulunmuştur (Şekil 4.7). Kalsiyum minerali için elde edilen sonuçlar, Conti'nin (2000) Lazio Bölgesi balları, Lachman ve ark.'nın (2007) Çek Cumhuriyeti'nin farklı bölgelerinden topladıkları ballar ve Vanhanen ve ark.'nın (2011) Yeni Zellanda balları için yapmış oldukları çalışmaların sonuçları ile benzerlik göstermektedir.



Şekil 4.7. Bal örneklerinin kalsiyum (Ca) miktarları

Kırkırelili İzole Bölgeden alınan bal örneklerinde sodyum ve magnezyum mineralleri sırası ile 5.01-33.3 mg kg⁻¹, 5.2-195.6 mg kg⁻¹, Tekirdağ İlindeki örneklerde 13-23.6 mg kg⁻¹, 16.4-37.2 mg kg⁻¹ arasında bulunmuş olup, sodyum içeriği; en düşük NKÜ 22 kod numaralı meşe salgı balında, en yüksek NKÜ 9 kod numaralı karaçalı balında bulunmuştur. Magnezyum içeriği, en düşük NKÜ 2-13 kod numaralarına sahip karaçalı ballarında, en yüksek NKÜ 15 kod numarasına sahip meşe salgı balında tespit edilmiştir. Sodyum içeriği için elde edilen sonuçlar, Vanhanen ve ark.'nın (2011) Yeni Zellanda ballarında yaptıkları çalışmanın sonuçlarıyla benzerlik göstermekte olup, Conti'nin (2000) Lazio bölgesi ballarında, Protano ve ark.'nın (2008) Siena bölgesi ballarında ve Andrade ve ark.'nın (2009) Luso bölgesi ballarında yaptıkları çalışmaların sonuçlarından daha düşük bulunmuştur. Bunun da farklı flora kaynaklarından ileri geldiği düşünülmektedir. Tekirdağ İlinden alınan örneklerin magnezyum içeriği Conti'nin (2000) Lazio bölgesi balları sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Kırkırelili İzole Bölgeden alınan bal örneklerinin magnezyum içeriği, Lachman ve ark.'nın (2007) Çek Cumhuriyeti balları, Protano ve ark.'nın (2008) Siena bölgesi balları, Soylak ve ark.'nın (2008) Karadeniz Bölgesi balları, Andrade ve ark.'nın (2009) Luso bölgesi balları ve Vanhanen ve ark.'nın (2011) Yeni Zellanda balları için yapmış oldukları çalışmaların sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Kırkırelili İzole Bölgesinden alınan bal örneklerinin K, P, Ca, Na, Mg içeriklerinin genel olarak Tekirdağ İlinden alınan bal örneklerinden fazla olduğu tespit edilmiş olup, ayrıca uluslar arası çalışmalarda farklı değer aralıklarında sonuçlar elde edilmiştir. Söz konusu farklılığın balların ait oldukları floralaradan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tez kapsamında analiz edilen 25 adet bal örneğinde Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Zn ve Pb elementlerini belirlemek için analizler yapılmış olup, Cd, Co, Pb elementleri tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır.

Çizelge 4.10. Dünya Sağlık Örgütü tarafından nektarlar ve meyve suları gibi gıdalarda bulunabilecek maksimum element düzeyleri (Anonim 2005c).

Element	Maksimum düzey (µg g⁻¹)
Cd	0,03
Pb	0,3
Fe	15
Cu	5
Zn	5

Kırklareli İzole Bölgeden alınan bal örneklerinde demir minerali 2.06-10.9 mg kg⁻¹, Tekirdağ İlindeki örneklerde 2.6-13.5 mg kg⁻¹ arasında bulunmuş olup, en düşük (2.06 mg kg⁻¹) NKÜ 22 kodlu dominant olarak meşe sporlarını içeren bal örneğinde, en yüksek ise (13.48 mg kg⁻¹) NKÜ 25 kod numarasına sahip ayçiçeği ve baklagiller familyasının ağırlıklı olduğu heterofloral bal örneğinde bulunmuştur.

Tez kapsamında analiz edilen 25 adet bal örneğinde demir minerali için elde edilen sonuçlar, Conti'nin (2000) Lazio bölgesi balları, Leblebici'nin (2006) Kayseri yöresi balları, Soylak ve ark.'nın (2008) Karadeniz Bölgesi balları, Leblebici ve Aksoy'un (2008) İç Anadolu Bölgesi balları için elde ettikleri sonuçlara benzerlik göstermektedir. Ayrıca Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından nektarlar ve meyve suları gibi gıdalarda bulunabilecek maksimum element düzeyleri için belirlenen Fe limitine uygunluk göstermektedir (Çizelge 4.10).

Kırklareli İzole Bölgeden alınan bal örneklerinde mangan minerali 0.38-29.3 mg kg⁻¹, Tekirdağ İlindeki örnekler 0.19-0.5 mg kg⁻¹ arasında bulunmuş olup, en az (0.19 mg kg⁻¹) NKÜ 24 kod numarasına sahip ayçiçeği balında, en çok (29.31 mg kg⁻¹) NKÜ 12 kod numarasına sahip dominant olarak diken ve meşe sporlarını içeren bal örneğinde bulunmuştur.

Tez kapsamında analiz edilen 25 adet bal örneğinde mangan minerali için elde edilen sonuçlar, Conti'nin (2000) Lazio bölgesi balları, Lachman ve ark.'nın (2007) Çek Cumhuriyeti balları ve Vanhanen ve ark.'nın (2011) Yeni Zellanda balları için yapmış oldukları çalışmaların sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Kırklareli İzole Bölgeden alınan bal örneklerinde çinko minerali 0.01-4.25 mg kg⁻¹, Tekirdağ İlindeki örneklerde 0.5-1.1 mg kg⁻¹ arasında bulunmuş olup, NKÜ 22 kodlu dominant olarak meşe sporlarını içeren balda tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır. NKÜ 7 kod numaralı dominant olarak meşe sporlarını içeren bal örneğinin en çok (4.25 mg kg⁻¹) çinko mineralini içerdiği belirlenmiştir.

Tez kapsamında analiz edilen 25 adet bal örneğinde çinko minerali için elde edilen sonuçlar, Conti'nin (2000) Lazio bölgesi balları, Leblebici'nin (2006) Kayseri yöresi balları, Lachman ve ark.'nın (2007) Çek Cumhuriyeti balları, Protano ve ark.'nın (2008) Siena bölgesi balları, Leblebici ve Aksoy'un (2008) İç Anadolu Bölgesi balları, Vanhanen ve

ark.'nın (2011) Yeni Zellanda balları için yapmış oldukları analiz sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Ayrıca Dünya Sağlık Örgütü tarafından nektarlar ve meyve suları gibi gıdalarda bulunabilecek maksimum element düzeyleri için belirlenen Zn limitine uygunluk göstermektedir (Çizelge 4.10).

Kırklareli İzole Bölgeden alınan bal örneklerinde bakır minerali 0.23-1.25 mg kg⁻¹, Tekirdağ İli örneklerinde 0.18-0.43 mg kg⁻¹ arasında bulunmuş olup, en düşük (0.18 mg kg⁻¹) NKÜ 24 kodlu ayçiçeği balında, en yüksek (1.25 mg kg⁻¹) NKÜ 4 kod numarasına sahip meşe salgı balında bulunmuştur.

Bal örneklerinin bakır minerali analiz sonuçları, Conti'nin (2000) Lazio bölgesi balları, Lelebici'nin (2006) Kayseri yöresi balları, Lachman ve ark.'nın (2007) Çek Cumhuriyeti balları, Soylak ve ark.'nın (2008) Karadeniz Bölgesi balları, Lelebici ve Aksoy'un (2008) İç Anadolu Bölgesi balları, Vanhanen ve ark.'nın (2011) Yeni Zellanda balları için saptadığı sonuçlar ile benzerlik göstermektedir. Ayrıca Dünya Sağlık Örgütü tarafından nektarlar ve meyve suları gibi gıdalarda bulunabilecek maksimum element düzeyleri için belirlenen Cu limitine uygunluk göstermektedir (Çizelge 4.10).

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Tez kapsamında elde edilen verilere göre; Kırklareli İzole Bölgeden alınan bal örneklerinde dominant polen sınıflarını cehriler familyasından karaçalı, meşe sporları ve kestane oluşturmaktadır. Bu çeşitlilik, bölgenin geniş ormanlık alanlara sahip olmasından ve bitki florasının zenginliğinden kaynaklanmaktadır. Tekirdağ İli bal örneklerinde ise dominant ve sekonder polen olarak ayçiçeği bulunmuştur.

İzole Bölge bal örnekleri ile Tekirdağ İlinden alınan bal örnekleri arasında nem, sakkaroz, fruktoz+glukoz, fruktoz/glukoz, serbest asitlik, diastaz sayısı, HMF ve prolin sonuçları benzerlik göstermektedir. Ancak, İzole Bölge ballarının toplam fenolik madde içerikleri, antioksidan aktiviteleri ve mineral madde içeriklerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Söz konusu sonuçlar, İzole Bölge ballarının besin değerinin daha yüksek olduğunu göstermektedir.

İzole Bölgeden alınan karaçalı, kestane ve meşe salgı ballarının elektrik iletkenlikleri değerlerinin, Tekirdağ İlinden alınan ayçiçeği ve heterofloral bal örneklerinden fazla oldukları görülmüştür. Elektrik iletkenliği değerinin balların flora kaynağını belirlemede kullanılan önemli bir parametre olduğu bu çalışma ile de saptanmıştır.

Nişasta/polen analizi sonucunda elde edilen verilere göre bazı bal örneklerinde nişasta oranının kabul edilebilir limitlerin üzerinde olduğu görülmüş olup, örneklerin alındığı Kırklareli İzole Bölge ve Tekirdağ İli arıcılarının yanlış koloni yönetim teknikleri uyguladıkları tespit edilmiştir.

Elde edilen veriler, balların antioksidan aktivitelerinin bal rengi ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Rengi daha koyu olan meşe salgı ballarının ve kestane balının antioksidan aktivitelerinin, açık renkli karaçalı ve ayçiçeği ballarına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Gerek izole bölge gerekse Tekirdağ İli bal örneklerinin tamamında nem, sakkaroz, fruktoz+glukoz, fruktoz/glukoz, serbest asitlik, elektrik iletkenliği, diastaz sayısı, HMF,

prolin, değerlerinin Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği, CODEX Alimentarius ve Avrupa Birliği Komisyonunun ballar için belirlediği limit değerlere uygun olduğu tespit edilmiştir.

Bal örneklerinde analizi yapılan ağır metallerden Cd, Co, Pb tespit edilebilir düzeylerde bulunamamış olup; Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Zn elementlerine rastlanmıştır.

Balların kimyasal bileşimlerinin balın orijinine göre farlılık gösterdiği bu çalışma ile de saptanmıştır. Bu bakımdan, balların kalite özelliklerine ait limit değerlerin ilgili kodeks ve tebliğlerde balın botanik/coğrafi orijinine göre belirlenmesi daha doğru olacaktır.

İzole bölgede bulunan çok zel Trakya arı arkı, yaklaşık 10000 civarındaki koloni sayısı, geniş orman alanı ve bitki florası zenginliği nitelikli bal üretimi açısından büyük bir potansiyel taşımaktadır. Bu nedenle, öncelikle izole bölgedeki korumanın sürdürülmesi gerekir. Diğer taraftan; hatalı arıcılık uygulamalarının önüne geçmek, bilimsel yöntemlerle üretim yapmak, bal kalitesi ve verimini en üst düzeye çıkarabilmek için bölgedeki arıcıların eğitilmeleri ve kredi de dahil her türlü desteğin sağlanması son derece önemlidir.

6. KAYNAKLAR

- Ajlouni S, Sujirapinyokul P (2010). Hydroxymethylfurfuraldehyde and amylase contents in Australian honey. Food Chemistry, 119: 1000-1005.
- Al-Habori M, Al-Meerri A, Al-Mamary M (2002). Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. Nutrition Research, 22: 1041-1047.
- Andrada AC, Telleria MC (2002). Botanical origin of honey from South of Calde'n district (Argentina). Grana, 41: 58-62.
- Andrade PB, Silva LR, Videira R, Monteiro AP, Valentao P (2009). Honey from Luso region (Portugal): Pysicochemical characteristics and mineral contents. Microchemical Journal, 93: 73-77.
- Anonim (2001).Official journal of the European Communities. Council Directive 2001/110/EC. 20 December 2001 (relating to honey).
- Anonim (2001a.) Revised codex standard for honey. Codex Stan. 12-1981, Rev.1(1987), Rev.2 (2001).
- Anonim (2002). Arıcılık Ürünleri. Arıcılık. <http://www.turkiyearicilik.com/aricilik-bal-arisi-arilar-aricilar-dosyalar/50.pdf> (erişim tarihi, 03.09.2012)
- Anonim (2005a). Bal Tebliği. Türk Gıda Kodeksi. 27.07.2012. Tebliğ No: 2012/58, Resmi Gazete.
- Anonim (2005b). FAO, Stastical Databases / Agriculture. (<http://www.fao.org>).
- Anonim (2005c). Codex Alimentarius Commission Joint FAO/WHO, Food Standarts Programme Recommended European Standart for Honey, 2005.
- Anonim (2009). TÜİK, Hayvansal Üretim İstatistikleri. (<http://www.tuik.gov.tr>)
- Anonim (2010). TS 3036 Bal Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anupama D, Bhat KK, Sapna VK (2002). Sensory and physico-chemical properties of commercial samples of honey. Food Research International 36: 183-191.

- Bakier S (2007). Influence of Temperature and Water Content on the Rheological Properties of Polish Honeys. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, Vol. 57, No. 2(A), 17-23.
- Başoğlu FN, Sorkun K, Löker M, Doğan C, Wetherilt H (1996). Saf ve sahte balların ayırt edilmesinde fiziksel, kimyasal ve palinolojik kriterlerin saptanması. GIDA 21 (2): 67-73.
- Baydar H, Gürel F (1998). Antalya Doğal Florasında Bal Arısı (*Apis mellifera*)'nın Polen Toplama Aktivitesi, Polen Tercihi ve Farklı Polen Tiplerinin Morfolojik ve Kalite Özellikleri. Tr.J. of Agriculture and Forestry 22: 475-482.
- Benzie IFF, Strain JJ (1999). Ferric Reducing/Antioxidant Power Assay: Direct Measure of Total Antioxidant Activity of Biological Fluids and Modified Version for Simultaneous Measurement of Total Antioxidant Power and Ascorbic Acid Concentration. Methods in Enzymology, 299: 15–27.
- Bertoncelj J, Dobersek U, Jamnik M, Golob T (2007). Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. Food Chemistry, 105: 822-828
- Chepulis LM (2007). The Effect of Honey Compared to Sucrose, Mixed Sugars, and a Sugar-Free Diet on Weight Gain in Young Rats. Journal of Food Science, 72-3: 224-229.
- Conti ME (2000). Lazio region (central Italy) honeys: a survey of mineral content and typical quality parameters. Food Control, 11: 459-463.
- Çam B (2006). Ankara Piyasasında Bulunan Bazı Ballarda Polen Analizleri ve Bu Balların Antimikrobiyal Özellikleri. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- DIN 1992. Deutsches Institut für Normung. Analysis of honey. Determination of water content; refractometric method. DIN 10752. Beuth Verlag, Berlin, Germany.
- DIN 1997. Deutsches Institut für Normung. Analysis of honey. Determination of the content of saccharides fructose, glucose, saccharose, turanose and maltose – HPLC method. DIN 10758. Beuth Verlag, Berlin, Germany.
- DIN 2000. Deutsches Institut für Normung. Analysis of honey. Determination of electrical conductivity. DIN 10753. Beuth Verlag, Berlin, Germany.

- DIN 2002a. Deutsches Institut für Normung. Analysis of honey. Determination of the content of hydroxymethylfurfural – Part 3: High performance liquid chromatographic method. DIN 10751-3. Beuth Verlag, Berlin, Germany.
- DIN 2002b. Deutsches Institut für Normung. Analysis of honey. Determination of proline content. DIN 10754. Beuth Verlag, Berlin, Germany.
- DIN 2002c. Deutsches Institut für Normung. Analysis of honey. Determination of the relative frequency of pollen. DIN 10760. Beuth Verlag, Berlin, Germany.
- DIN 2009a. Deutsches Institut für Normung. Analysis of honey. Determination of diastase activity. DIN 10750. Beuth Verlag, Berlin, Germany.
- DIN 2009b. Deutsches Institut für Normung. Analysis of honey. Determination of free acidity. DIN 10756. Beuth Verlag, Berlin, Germany.
- Doğaroğlu M (2008). Modern Arıcılık Teknikleri 3. Baskı. Doğa Arıcılık Tic. Ltd. Şti. Tekirdağ.
- Estevinho ML, Iglesias A, Pires J, Feas X (2010a). Characterization of artisanal honey produced on the Northwest of Portugal by melissopalynological and physico-chemical data. *Food and Chemical Toxicology*, 48: 3462-3470.
- Estevinho ML, Rodrigues P, Moreira LL, Dias LG, Gomes S (2010b). Physicochemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from Portugal. *Food and Chemical Toxicology*, 48: 544-548.
- Ezz El-Arab AM, Girgis SM, Hegazy EM, El-Khalek ABA (2006). Effect of dietary honey on intestinal microflora and toxicity of mycotoxins in mice. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 6:6.
- Facino RB, Beretta G, Granata P, Ferrero M, Orioli M (2005). Standardization of antioxidant properties of honey by a combination of spectrophotometric/fluorimetric assays and chemometrics. *Analytica Chimica Acta*, 533: 185-191.
- Fallico B, Arena E, Zappala M (2008). Degradation of 5-Hydroxymethylfurfural in Honey. *Food Chemistry*, 73 (9): 625 – 631.
- Fallico B, Arena E, Zappala M, Verzera A (2005). Methods for the determination of HMF in honey: a comparison. *Food Control*, 16: 273-277.

- Forcone A, Aloisi PV, Munoz M (2009). Palynological and physico-chemical characterisation of honeys from the north-west of Santa Cruz (Argentinean Patagonia). *Grana*, 48:1, 67-76.
- Gül A (2008). Türkiye’de Üretilen Bazı Balların Yapısal Özelliklerinin Gıda Güvenliği Bakımından Araştırılması. Doktora Tezi. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Günbey B (2009). Yayla Balı ile Salgı Balının Yapısal Özellikleri. Arıcılık Araştırma Enstitüsü, http://www.aricilik.gov.tr/UserFiles/download/Aricilik_Arastirma_Dergisi/2.Sayi.pdf (erişim tarihi, 03.09.2012).
- Gürel F, Gösterit A (2004). Arıcılığın etik açıdan değerlendirilmesi. 4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi. 228-233, Türkiye.
- Halim AS, Kishore RK, Syazana MSN, Sirajudeen KNS (2011). Tualang honey has higher phenolic content and greater radical scavenging activity compared with other honey sources. *Nutrition Research*, 31: 322-325.
- Haroun MI (2006). Türkiye’de Üretilen Bazı Çiçek ve Salgı Ballarının Fenolik Asit ve Flavonoid Profillerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Heredia FJ, Terrab A, Diez MJ (2003). Palynological, physio-chemical and colour characterization of Moroccan honeys: I. River red gum (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh) honey. *International Journal of Food Science and Technology*, 38: 379-386.
- İnce A, Taşkın D (2009). Burdur Yöresi Ballarının Polen Analizi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 13-1: 10-19.
- Jiang Y, Yao L, Singanusong R, Datta N, Raymont K (2004). Phenolic acids and abscisic acid in Australian *Eucalyptus* honeys and their potential for floral authentication. *Food Chemistry*, 86: 169-177
- Kandemir İ, Kence M and Kence A (2000). Genetic and morphometric variation in honey bee (*Apis mellifera* L.) populations in Turkey. *Apidologie*, 31:343-356.
- Kujawski MW, Namiesnik J (2008). Challenges in prepraing honey samples for chromatographic determination of contaminants and trace residues. *Trends in Analytical Chemistry*, Vol. 27, No. 9: 785-793.

- Küçük M, Kolaylı S, Karaoğlu Ş, Ulusoy E, Baltacı C, Candan F (2007). Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia. *Food Chemistry*, 100: 526-534.
- Lachman J, Kolihova D, Miholova D, Kosata J, Titera D, Kult K (2007). Analysis of minority honey components: Possible use for the evaluation of honey quality. *Food Chemistry*, 101: 973-979.
- Lachman J, Orsák M, Hejtmánková A, Kovářová E (2010). Evaluation of antioxidant activity and total phenolics of selected Czech honeys. *LWT-Food Science and Technology*, 43: 52-58.
- Leblebici Z (2006). Kayseri Yöresinde Bulunan Bazı Bal Örneklerinden Ağır Metal Kirliliğinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Leblebici Z, Aksoy A (2008). Determination of Heavy Metals in Honey Samples from Central Anatolia Using Plasma Optical Emission Spectroscopy (ICP-OES). *Polish J. of Environ. Stud.* Vol.17, No.4: 549-555.
- Malyer H, Sabuncu İ, Bıçakçı A, Tatlıdil S (2002). Bursa Piyasasında Satılan ve Uludağ ile Karacabey Yörelerine Ait Olduğu Belirtilen Polenlerin Mikroskopik Analizi. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, <http://www.uludagaricilik.org.tr/dergi/2002/2002-3/dergi%202002.3.1.pdf> (erişim tarihi, 22.05.2011).
- Maurizio A (1951). Pollen analysis of honey. *Bee world*, 32: 1-5.
- Meda A, Lamien CE, Romito M, Millogo J, Nacoulma OG (2005). Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Faso honey, as well as their radical scavenging activity. *Food Chemistry*, 91: 571-577.
- Mendes E, Proença EB, Ferreira IMPLVO, Ferreira MA (1998). Quality evaluation of Portuguese honey. *Carbohydrate Polymers*, 37: 219-223.
- Miotto D (2010). Elucidation of the components involved in the antioxidant activity of honey. Yüksek Lisans Tezi. Brock University, Biyoloji Bilimi Fakültesi, Kanada.
- Moar NT (1985). Pollen analysis of New Zealand honey. *New Zealand Journal of Apicultural Research* 28: 39-70.

- Oskay D (2012). Kırklareli İzole Bölge ve Trakya Arısı hakkında sözlü görüşme. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölüm Başkan Yardımcısı, Tekirdağ (görüşme tarihi 03.10.2012).
- Ouchemoukh S, Louaileche H, Schweitzer P, Bey MB, Djoudad-Kadji H (2010). HPLC sugar profiles of Algerian honeys. *Food Chemistry*, 121: 561-568.
- Ölmez Ç (2009). Türkiye’de Üretilen Farklı Çiçek ve Salgı Bal Çeşitlerinin Bazı Kalitatif ve Besinsel Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Özmen ve Alkın (2006). Balın Antimikrobiyel Özellikleri ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. *Uludağ Arıcılık Dergisi*. 4: 155-160.
- Potterat O, Cuendet M, Hostettmann K (1997). Iridoid Glucosides with Free Radical Scavenging Properties from *Fagraea blumei*. *Helvetica Chimica Acta*, 80: 1144-1152.
- Protano G, Pisani A, Riccobono F (2008). Minor and trace elements in different honey types produced in Siena County (Italy). *Food Chemistry*, 107: 1553-1560.
- Pyrzynska K, Biesaga M (2009). Analysis of phenolic acids and flavonoids in honey. *Trends in Analytical Chemistry*, 28:7 893-902.
- Sangsrichan S, Wanson W (2008). The Antioxidant Capacity of Honey Samples Collected in the North Pat of Thailand in Relationship with it’s Total Polyphenol. *KMITL Sci. J. Vol.8 No.2 (Section B)*: 68-73.
- Sharma A, Saxena S, Gautam S (2010). Physical, biochemical and antioxidant properties of some Indian honeys. *Food Chemistry*, 118: 391-397.
- Silici S, Gökceoglu M (2007). Pollen analysis of honeys from Mediterranean region of Anatolia. *Grana*, 46:1, 57-64.
- Silici S, Tüzen M, Mendil D, Soylak M (2007). Trace element levels in honeys from different regions of Turkey. *Food Chemistry*, 103: 325-330.
- Slinkard K, Singleton VL (1977). Total phenol analyses: Automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28: 49–55.

- Snowdon JA, Cliver DO (1996). Microorganisms in honey. *International Journal of Food Microbiology*, 31: 1-26.
- Sorkun K, Sahin A (2000). The Source of Starch Grains from Turkish Pine Honey. *Journal of Apicultural Research*, 39 (1-2): 85-86.
- Soylak M, Silici S, Uluözölü ÖD, Tüzen M (2008). Assessment of trace element levels in *Rhododendron* honeys of Black Sea Region, Turkey. *Journal of Hazardous Materials*, 156: 612-618.
- Sunay AE (2006). Balda Antibiyotik Kalıntısı Sorunu. *Uludağ Arıcılık Dergisi*. 4: 143-148.
- Şahinler N (2000). Arı Ürünleri ve İnsan Sağlığı Açısından Önemi. *MKÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5 (1-2): 139-148.
- Tonks AJ, Cooper RA, Jones KP, Blair S, Parton J, Tonks A (2003). Honey stimulates inflammatory cytokine production from monocytes. *Cytokine*, 21: 242-247.
- Tosi E, Martinet R, Ortega M, Lucero H, Re E (2008). Honey diastase activity modified by heating. *Food Chemistry*, 106: 883-887.
- Turan H, Turan F (2010). Appraisal of the biochemical features of Trakya honey. 1st International Symposium on "Traditional Foods From Adriatic to Caucasus". 792-794, Turkey.
- Vanhanen LP, Emmertz A, Savage GP (2011). Mineral analysis of mono-floral New Zealand honey. *Food Chemistry*, 128: 236-240.
- Vural A, Altunatmaz SS, Büyükcünal SK, Kahraman T (2010). Physico-chemical properties in honey from different regions of Turkey. *Food Chemistry*, 123: 41-44.
- Yardibi MF (2008). Tekirdağ Yöresinde Üretilen Ayçiçeği Ballarının Bazı Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Yılmaz H, Küfrevioğlu İ (2001). Composition of Honeys Collected from Eastern and South-Eastern Anatolia and Effect of Storage on Hydroxymethylfurfural Content and Diastase Activity. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 25: 347-349.

TEŞEKKÜR

Çalışmalarımın her aşamasında desteğini esirgemeyen ve gerekli tüm kolaylıkları sağlayan tez danışmanlarım başta Prof. Dr. Orhan DAĞLIOĞLU'na ve Yrd. Doç. Dr. Devrim OSKAY'a,

Bal örneklerinin analizlerinde laboratuvar olanaklarını seferber ederek bizlere her türlü kolaylığı gösteren Altıparmak Gıda Sanayi ve Tic. Koll. Şti. Yönetim Kurulu Başkanı Sayın Özen ALTIPARMAK, Ar-Ge ve Kalite Direktörü Gıda Yüksek Mühendisi Aslı Elif SUNAY ve ekibine,

Bal örneklerinde yapılan besinsel analizlerde yardımlarını esirgemeyip laboratuvarlarını açan ve büyük misafırperverlik gösteren Karadeniz Teknik Üniversitesi Kimya Bölümü öğretim üyesi Sayın Prof. Dr. Sevgi KOLAYLI'ya, Öğr. Gör. Oktay YILDIZ'a ve Arş. Gör. Hüseyin ŞAHİN'e,

Bal örneklerinin mineral madde analizleri konusunda yardımlarını esirgemeyen Kırklareli Toprak Su Araştırma Enstitüsü Müdürü Dr. Fatih BAKANOGULLARI'na, Müdür Yardımcısı Dr. Mehmet Ali GÜRBÜZ'e ve ekibine,

Örnek toplama ve üreticilere ulaşma konusunda her türlü yardımı yapan Kırklareli Arı Yetiştiricileri Birliği başkanı Rıdvan ULUS'a,

Kırklareli İzole bölge ilan edilen alanın haritalandırılmasında ve bal örneği toplama sürecinde yardımcı olan Trakya Üniversitesi Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü Harita Kadastro Programı akademisyenlerinden Öğr. Gör. Doğan SAVRAN'a

Çalışmalarım boyunca her türlü desteği esirgemeyip, gerekli sabır ve anlayışı gösteren ailem Uzman Biyoloji Öğretmeni Mithat TURAN ve Uzman Sınıf Öğretmeni Gülcan TURAN'a, ayrıca arıcılık konusunda değerli bilgilerini paylaşan kuzenim Ziraat Yüksek Mühendisi Hakan TURAN'a teşekkür ederim.

ÖZGEÇMİŞ

03.07.1986 tarihinde Bandırma’da doğmuştur. Liseyi 2000-2004 yılları arasında Keşan Anadolu Lisesinde tamamlamış, 2005-2010 arasında Trakya Üniversitesi Gıda Mühendisliği bölümünden mezun olmuştur. Aynı zamanda 2006-2010 yılları arasında Anadolu Üniversitesi İşletme fakültesini bitirmiştir. 2010 yılında Namık Kemal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisansa başlamıştır.