T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KONYA YÖRESEL YAYLA BALİ İLE PÜREN BALININ KALİTE KRİTERLERİ YÖNÜNDEN KARŞILAŞTIRILMASI

Emine ÇİFTCİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BESİN HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

Danışman
Prof. Dr. Gürkan UÇAR

KONYA - 2014

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KONYA YÖRESEL YAYLA BALİ İLE PÜREN BALININ KALİTE KRİTERLERİ YÖNÜNDEN KARŞILAŞTIRILMASI

Emine ÇİFTCİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BESİN HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI

Danışman
Prof. Dr. Gürkan UÇAR

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 14202006 proje numarası ile desteklenmiştir.

KONYA 2014

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÇİZELGE LİSTESİ iv

SİMGELER VE KISALTMALAR v

1. GİRİŞ 1

1.1. Balın Yapısı ve Ürün Özellikleri 2

1.2. Balın Sınıflandırılması 5

1.3. Balın Kalitesini Etkileyen Faktörler 8

1.3.1.Balın Nem (Su) İçeriği 8

1.3.2. pH 8

1.3.3. HMF (Hidroksimetilfurfural) Miktarı 9

1.3.4. Diastoz Sayısı 9

1.3.5. İnvert Şekerler 10

1.3.6. Polen 11

1.3.7. Toz Partikülleri 12

1.4. Balın İnsan Sağlığı Açısından Önemi 12

1.5. Türkiye'de ve Dünyada Bal Analizleriyle İlgili Yapılan Araştırmalar 13

1.5.1. Türkiye'de Yapılan Araştırmalar 13

1.5.2. Dünyada Yapılan Araştırmalar 20

2.GEREÇ ve YÖNTEM 22

2.1. Gereç 22

2.2. Yöntem.....22

2.2.1. Kullanılan Analiz Metotları.....22

2.2.2. İstatistiksel Yöntem.....29

3.BULGULAR.....30

4. TARTIŞMA.....34

5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....41

6. ÖZET.....43

7. SUMMARY.....44

8. KAYNAKLAR.....45

9.EKLER.....48

EK.A.Etik kurul kararı.....48

9. ÖZGEÇMİŞ.....49

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 1.1 Ballara Ait Diğer Özellikler (TGK Bal Tebliği 2012/58) 7

Çizelge 2.1 Absorbans Değerine Göre Zaman Aralıkları 8

Çizelge 3.1 Püren Balı İle Yayla Çiçek Balının Analitik Özelliklerinin Karşılaştırılması 31

Çizelge 3.2 Püren Balı İle Yayla Çiçek Balının Polen Analizi 34

SİMGELER VE KISALTMALAR

AB : Avrupa Birliği

ACN : Asetonitril

HMF **:** Hidroksimetilfurfural

HPLC **:** Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi

MeOH : Methanol

NaOH **:** Sodyum hidroksit

SA **:** Serbest asit içeriği

TGK : Türk Gıda Kodeksi

TS : Türk Standartları

TSE **:** Türk Standartları Enstitüsü

1. GİRİŞ

Yaşayan canlılar içinde varlığı en eskilere hatta insanın var oluşundan 20 milyon yıl öncelerine uzanan türlerin başında yer alan tür, bal arısıdır (Doğaroğlu 2007). Bal arılarının dünyada *Apidae* familyasına bağlı dört türü bulunmaktadır. Bunlar arasında en yaygın ve ekonomik önemi bulunanı *Apis mellifera* türüdür (Korkmaz 2010). Bal arıları binlerce çiçekten topladıkları nektarı, kendi vücutlarından salgıladıkları bir takım enzimlerle karıştırıp, fiziksel ve kimyasal değişime uğratarak petek gözlerine dayanıklı, yoğun ve yüksek besin değeri içeren bir gıda maddesi olan bal olarak depo ederler (Korkmaz 2010, Altıparmak 2014).

Bal için farklı tanımlamalar mevcuttur. TGK Bal tebliğinde "Bitki nektarlarının, bitkilerin canlı kısımlarının salgılarının veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarının bal arısı tarafından toplandıktan sonra kendine özgü maddelerle birleştirerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı doğal ürünü" biçiminde ifade edilmiştir (Resmi Gazete 2012)**.** Bal Standartında da; "Bitkilerin çiçeklerinden ya da diğer canlı kısımlarından salgılanan nektarın ve bitki üzerinde yaşayan bazı böceklerin, bitkilerin canlı kısımlarından yararlanarak salgıladığı tali maddelerin, bal arıları *(Apis mellifera)* tarafından toplandıktan sonra kendine özgü maddelerle birleştirilerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırması sonucunda meydana gelen doğal ve tatlı bir ürün" tanımı ile tebliğe benzerlik göstermektedir (TS 3036 2010). White ve ark (1961) tarafından ise, bal arıları tarafından (*Apis mellifera Ligustica, Apisdorsata Fabricius)* bitkilerin nektar ve tatlı salgılarından elde edilerek, değişime uğratılan ve peteklerde depolanan, su oranı % 25'i, kül oranı % 0,25'i,sakkaroz miktarı % 8'i geçmeyen ve polarize ışığı sola çeviren bir madde olarak tanımlanmaktadır.

Türkiye'de her bölgenin kendine özgü çevre koşullarına sahip olması, bitkilerin çiçeklenme dönemlerinin farklı olması, farklı ekolojik koşullarda birçok arı ırk ve ekotipi ile yıl boyu nektar ve polen sağlayan oldukça zengin floral kaynaklar bulunması ballarda faklılığı yaratmaktadır. Bölgesel olarak değerlendirildiğinde Türkiye'nin Karadeniz Bölgesinde kestane, ıhlamur, ormangülü balları; Ege Bölgesinde çam balı; Marmara Bölgesinde ayçiçeği balı; Akdeniz Bölgesinde narenciye balı; Ege ve Güneydoğu Bölgesinde pamuk balı; İç Anadolu ve Doğu

Anadolu Bölgelerinde poliflora yayla balları üretilmektedir (Konak 2012). Türkiye'de bal üretimi 2012 yılında bir önceki yıla göre %5,4 azalarak 89 162 ton , 2013 yılında ise bir önceki yıla göre %6,2 artarak 94 694 ton olarak belirlenmiştir. (TÜİK 2013)

Yayla balı; İç, Doğu ve Güney Doğu Anadolu Bölgeleri'nin yüksek dağlarından, çiçek florası bol olan, Türkiye'nin en verimli, yüksek yayla ve meralarında karma kır çiçeklerinden elde edilir. Yayla Çiçek balı, açık kehribar renkte hoş bir rayiha ve keskin tadı olan, çok değerli ve besleyici bal çeşididir.

Püren balı; Türkiye'nin Akdeniz, Ege, Trakya ve Karadeniz bölgelerinde özellikle gürce ormanlarının bulunduğu Balıkesir - Çanakkale yolunda doğal yayılış gösteren ve ilkbahar ve sonbaharda çiçeklenen türlere sahip bal çeşididir. Bitki örtüsünün maki olduğu yerler, bu balın oluşmasında önemli rol oynar. Arının bu bitkilerden topladığı öz, bala vişne suyu tadını verir. Avrupa besin sektöründe önemli bir yer tutar. Çiçekleri pembe ve mor renkli olup arılar için zengin nektar ve polen kaynağıdır. Püren balı kendine has aromalı, hafif acımtırak, oldukça kıvamlı ve değerli bir bal çeşididir (Yayçep 2001).

1.1. Balın Yapısı ve Ürün Özellikleri

Bal, içeriğindeki maddelerin çeşitliliği nedeniyle oldukça karmaşık yapıya sahiptir. Çeşitli yörelere ve elde ediliş zamanlarına göre de oldukça farklı yapılar gösterebilmektedir. Bu nedenle balın bileşimi ile ilgili analizler oldukça geniş sayıda örnek içermektedir. Balın kimyasal ve fiziksel özellikleri arıların ziyaret ettikleri bitkinin orijinine, yöreye, iklim koşullarına, hasat zamanı ile hasat sırasında uygulanan işlemlere ve muhafaza yöntemlerine göre değişiklik göstermektedir. Tamamen doğaya bağımlı olarak elde edilen balın bileşimi yörelere ve çeşidine göre incelendiğinde farklılıklar göstermektedir. Ancak genel olarak balın % 80'i değişik şekerlerden,% 17'si sudan, geri kalan % 3'lük kısmı ise başta enzimler olmak üzere; balı bal yapan ve balı değerli kılan maddelerden oluşur (Salinas ve ark 1991, Şahinler ve ark 2004, Talu 2004).

Balın kuru maddesinin % 95 - 99'unu şekerler oluşturur. Şekerler balın viskozite, nem çekme özelliği, enerji değeri ve kristalizasyon gibi fiziksel özelliklerinden sorumludur. Balda bulunan başlıca şekerler; glukoz, izomaltoz,

fruktoz, tranoz, levüloz, melezitoz, sukroz, rafinoz, maltoz, erloz'dur. Balın yapısındaki üç önemli bileşimden fruktoz % 35 - 40, glikoz % 30 -35 ve su % 16-18 oranında bulunmaktadır. Geri kalan % 14'lük oranı ise bazı disakkaritler, trisakkaritler, oligosakkaritler, mineral maddeler, vitaminler ve enzimler oluşturmaktadır. Ballarda en çok bulunan enzimler diastaz, invertaz ve katalazdır (Tolon 1999, Korkmaz 2010). Balın % 69 - 78'lik kısmı invert şeker halindedir. İnvert şeker, nektardaki sakkarozun, asitler ve invertaz enzimi etkisiyle glikoz ve fruktoza parçalanmasıyla oluşmaktadır. Balların uzun süre depolanması, invert şeker oranının yükselmesine etki etmektedir. Ballarda depolama süresi arttıkça yapısında bulunan monosakkarit oranlarında da bir azalma görülmektedir (Tolon 1999, MEGEP 2009, Korkmaz 2010).

Genel olarak balın yapısında asetik, bütirik, sitrik, formik, glukonik, laktik, maleik, malik, oksalik, piroplutomik, süksinik, glikollik, kitoglutarik, pirüvik, tartarik, 2-3 fosfogliserik, gliserofosfat ve glukoz-6-fosfat asitleri bulunmaktadır (Tolon 1999, Korkmaz 2010). En önemli bal asidi glukoz oksidaz enziminin faaliyeti sonucu oluşan glukonik asittir. Ballardaki asit miktarı çoğunlukla pH ve formol titrasyona bağlı olarak titre edilebilen toplam asitliğin belirlenmesi ile değerlendirilir Doğal bal asidik yapıda olup, pH'sı 3.4 ile 6.1 arasında değişmekle birlikte ortalama olarak 3.9'dur. Balın asidik yapıda olması, bünyesinde barındırdığı tiamin (vitamin B_1), riboflavin (vitamin B_2), askorbik asit (vitamin C), pridoksin (vitamin B_6), pantotenik asit ve nikotinik asit gibi önemli vitaminlerin deforme olmasını geciktirmektedir (Tolon 1999). TGK Bal Tebliği (2012/58) kaliteli bir baldaki asitlik miktarının 50 meq/kg'dan fazla olmaması gerektiğini belirtmektedir.

Balda proteinlerin belirlenmesi balın doğal veya yapay olup olmadığının anlaşılması açısından önemli olduğu gibi beslenme yönünden de önemlidir. Aminoasitlerden 16 tanesinin balda bulunduğu tespit edilmiştir. Balın aminoasit miktarı yaklaşık 20 - 300 mg / 100 gr'dır (Pawlowska ve Armstrong 1994,Yılmaz 1994). Haroun (2006)'un araştırmasında, balda protein içeriğini en yüksek kestane balında en düşük de meşe balında bulmuştur. Bazı karışık çiçek ballarında da oldukça yüksek protein içeriğinin olduğu gözlenmiştir. Yapay ballarda ise protein içeriği tespit edilememiştir.

Balda bulunan toplam aminoasit miktarının % 50 - 85'ini prolin oluşturmaktadır. Balın prolin miktarı, değişik unifloral ballarda karakteristik değerler göstermekte olup enzimatik aktivite ile ilişkilidir. Prolin, nektarın bala dönüşümü sırasında bal arısı tarafından eklenen ve balın olgunluğunu gösteren bir aminoasittir. Bal arıları tarafından üretilen, sakkaroz ve glukozoksidaz gibi enzimler ile baldaki prolin miktarının, balın olgunluğunu gösterdiği düşünülmektedir (Hermosín ve ark 2003). Prolin miktarı, çiçek balı, salgı balı, çiçek ve salgı balı karışımında en az 300 mg/kg, kanola, ıhlamur, narenciye, lavanta, okaliptüs ballarında ve fırıncılık ballarında en az 180 mg/kg, biberiye, akasya ballarında 120 mg/kg düzeyinde olması gerektiği belirtilmiştir (Resmi Gazete 2012).

Baldaki kül miktarı yapısındaki mineral madde miktarı ile ölçülmektedir. Bu nedenle mineral madde miktarı yüksek olan koyu renkli balların kül miktarları da yüksek çıkmaktadır. Balın rengi ile içerdiği kül miktarı arasında pozitif bir korelasyon bulunmaktadır. Balın rengi ve kimyasal yapısı arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. Balın rengi, açık renkten koyu ambere hatta siyaha doğru çeşitlilik göstermektedir. Koyu renkli ballarda aminoasitler ve şekerler arasında yoğun bir etkileşim olduğu öne sürülmektedir. Bu durumda balın rengi kül ve amino asit/şeker oranıyla ilgilidir (Tolon 1999, Bölükbaşı 2007). Ayrıca balın rengini etkileyen karoten, ksantofil, antosiyanin gibi değişik bitki pigmentleri de bulunmaktadır. Balın renginin floral kaynak, endüstriyel işleme metotları, sıcaklık ve depolama süresine bağlı olarak değiştiğini gösteren pek çok çalışma da yapılmıştır (Bölükbaşı 2007).

Her balın kendine özgü bir tadı vardır, dikkatle tadılırsa lezzetler hissedilir. Baldaki aromanın asıl maddeleri esterler, aldehitler, ketonlar, alkoller ve serbest asitlerdir. Bu maddeler arasında en geniş yeri alkoller almaktadır. Aroma maddeleri daha çok hammadde olan nektardan gelirken, nektar hangi bitkilerden toplanmış ise o bitkinin aroması balda hissedilir (Doğan 2007).

Ballardaki akıcılık, kimyasal bileşim, şekerler, rutubet, enzimler, vitaminler, asitler, kolloidal maddeler ve bileşimi bilinmeyen maddeler orijine göre değişiklik göstermektedir (Şahinler ve ark 2004). Balın viskozitesi, kovandan çıkarılmasından başlayarak, süzülmesi, diğer ballarla karıştırılması, işlenmesi ve paketlenmesi sürecine kadar bal üretiminin her aşamasında önemlidir (Yanniotis ve ark 2006). Genellikle balın vizkositesi, su miktarı arttıkça azalmaktadır (Lazaridou ve ark

2004). Balın viskozitesi, sıcaklık, nem ve botanik orijinine bağlı olarak değişmekte ve düşük nem oranlarında sıcaklık değişimlerinden daha çok etkilenmektedir (Yanniotis ve ark 2006).

Ballarda elektriksel iletkenlik balın botanik orjininin belirlenmesinde önemli bir kriterdir. Elektriksel iletkenlik, daha çok nektarın kaynağına ve balın protein miktarına bağlı olarak değişen fiziksel bir özelliğidir. Elektriksel iletkenlik çiçek balını salgı balından ayıran en önemli parametrelerden biridir. Genellikle çiçek ballarının elektriksel iletkenliği salgı ballarından daha düşüktür (Bölükbaşı 2007).

Balın polarize ışığı çevirme yönü ve miktarı, bal çeşidine ve içerdiği şeker miktarına göre değişmektedir. Çiçek balları polarize ışığı sola, salgı balları ise sağa çevirdiğinden bu özellikten faydalanarak balın botanik kaynağı ve tağşişi anlaşılabilmektedir (Bölükbaşı 2007).

1.2. Balın Sınıflandırılması

Balın sınıflandırılması üretim ve pazarlama şekline ya da kaynağına göre yapılmaktadır. Üretim ve pazarlama şekillerine göre; petekli, süzme, pres, yapay ve zehirli bal olarak sınıflandırılabilmektedirler (Talu 2004). Petekli bal, peteği ile birlikte piyasaya arz edilen baldır. Çerçeveli petekli bal, tabii petekli bal, parça petekli bal, bölme petekli bal ve kara kovan baldır. Süzme bal, petekli balların oda sıcaklığında (20-35ºC) santrifüj yolu ile veya hiçbir işlem yapmaksızın kendiliğinden peteğinden ayrılması ile elde edilen peteksiz baldır. Pres balı, yavrusuz (larvasız) peteklerin preslenmesi ile elde edilen baldır (Gündoğan 2009).

Yapay bal, doğal bal olmadığı halde sakarozun az veya çok inversiyonu ile nişasta şekeri veya şurubu katarak veya katmaksızın yapay olarak kokulandırılmış veya boyanmış, kıvam, görünüş, koku ve tadı doğal bala benzeyen ürünler olarak tanımlanır. Arıların orman gülü ve datura gibi bitkilerden aldıkları zehirli maddelerden meydana getirdikleri bal ise “zehirli bal” ya da “deli bal” olarak adlandırılır (Doğan 2007).

Arıların yararlandığı kaynaklara göre ise; çiçek (saf nektar balı), salgı ve besleme balı olarak sınıflandırılabilmektedir. Salgı balı; çam, meşe, kayın ve ladin gibi orman ağaçları üzerinde yaşayan böceklerin salgıladığı tatlı salgıların

(*Hemiptera*) arılar tarafından toplanması ile oluşturulan baldır. Bunlar çam balı ve yaprak balıdır. Ülkemiz için en önemli salgı balı çam balıdır (Talu 2004). Bazı balcılar fazla çiçek bulunmayan yerlerde kovanların çevresine kaplar içinde şerbet gibi tatlı çözeltileri dizerek arıları bunla beslerler, bu şekilde beslenmiş arıların yaptıkları doğal olmayan ballara "besleme bal" adı verilmektedir. (Doğan 2007).

Balarısının, bitkilerin çiçeklerinden topladığı nektar veya balözü denen tatlı suları, vücutlarındaki özel bezlerden salgılanan maddelerle karıştırarak, zenginleştirmesi ve peteklerde olgunlaştırması sonucu; doğal bal veya çiçek balı (nektar balı) elde edilir. Genellikle bitkilerin nektarlarından yaptıkları baldır. Eğer balın kaynağı belirli bir çiçek veya bitki ise ve bal bu bitki veya çiçeğe ait duyusal, fiziksel, kimyasal ve mikroskopik özellikleri belirgin şekilde taşıyorsa, ürün ismi "ayçiçeği balı, ıhlamur balı, portakal çiçeği balı, kekik balı, yonca balı, narenciye balı, pamuk balı, püren balı vb." gibi orijin aldığı çiçek veya bitkinin adı verilir (Talu 2004, MEGEP 2009, Resmi Gazete 2012). Balların sınıflandırılması ve ballara ait özellikler Çizelge.1.1'de gösterilmektedir.

Türkiye'de sahip olunan zengin floraya bağlı olarak çok çeşitli ballar üretilmektedir. Bunlar arasında en önemlileri yayla, çam, kestane, narenciye, yonca, ayçiçeği, pamuk, mısır, akasya ve ıhlamur balıdır (Tolon 1999, Şahinler ve ark 2004).

Çizelge 1.1. Ballara Ait Diğer Özellikler (TGK Bal Tebliği 2012/58).

	Çiçek Balı	**Salgı Balı**	**Çiçek ve Salgı Balı Karışımı**	**Fırıncılık Balı**
Nem (en fazla)	% 20	% 20	% 20	% 23
	% 23 Püren (*Calluna)* ballarında			% 25 Püren kaynaklı
Sakaroz (en fazla)	5 g/100 g	5 g/100 g	5 g/ 100 g	5 g/100 g
	10g/100g (Yalancı akasya , Adi yonca Menzies Banksia, Tatlı yonca, Kırmızı okaliptüs, Meşin ağacı ve Narenciye bal)	10g/100g (Kızıl çam ve Fıstık çam ballarında)		
	15 g/100 g Lavanta çiçeği			
Fruktoz+Glukoz (en az)	100 g'da 60	100 g'da 45 g	100 g'da 45 g	-
Fruktoz /Glukoz	0,9 - 1 4	1,0-1,4	1,0-1,4	-
	1,0-1,85 Kestane (*Castaneasativa*)			
	1,2-1,85 Akasya (*Robiniapseudoacacia*)			
	1,0-1,65 Kekik (*Thymusspp.*)			
Suda çözünmeyen madde (en fazla)*	0,1 g/100 g	0,1 g/100 g	0,1 g/100 g	0,1 g/100 g
Serbest asitlik (en fazla)	50 meq/kg	50 meq/kg	50 meq/kg	80 meq/kg
Elektrik iletkenliği	En fazla 0,8mS/cm (Kocayemiş (*Arbutusunedo*), Çanotu (*Erica),* Okaliptus, Ihlamur (*Tiliaspp)*, Süpürgeçalı (*Callunavulgaris)*,Okyanus mersini (*leptospermum)* Çay ağacı (*Melaleucaspp)* ve Pamuk *(Gossipiumspp.* 'dan elde edilenler hariç)	En az 0,8 mS/cm	En fazla 0,8 mS/cm	En fazla 0,8 mS/cm
	En az 0,8 mS/cm (Kestane balında)		En az 0,8 mS/cm (Kestane balı ve salgı balı karışımlarında)	
Diastaz sayısı (en az)	8	8	8	-
	3 (Narenciye balı gibi yapısında doğal olarak düşük miktarda enzim bulunan ve doğal olarak HMF miktarı 15 mg/kg'dan fazla olmayan balda)			
HMF (en fazla)**	4 mg/kg	40 mg/kg	40 mg/kg	-
Balda protein ve ham bal delta Cl3 değerleri arasındaki fark	-1,0 veya daha pozitif	-1,0 veya daha pozitif	-1, veya daha pozitif	-1,0 veya daha pozitif
Balda protein ve ham bal delta Cl3 değerlerinden hesaplanan C4 şekerleri oranı (en fazla)	%7	%7	%7	%7
Prolin miktarı (en az)	300 mg/kg	300 mg/kg	300 mg/kg	180 mg/kg
	180 mg/kg (Kanola, ıhlamur, narenciye, lavanta, okaliptüs ballarında)			
	120 mg/kg (Biberiye, akasya ballarında)			
Naftalin miktarı (en fazla)***	10 ppb	10 ppb	10 ppb	10 ppb

* Pres balında suda çözünmeyen madde miktarı 0,5 g/100 g'ı geçemez.

** Üretildiği bölge etiketinde belirtilmek koşulu ile tropikal ülke kaynaklı ballarda HMF miktarı en çok 80 mg/kg olur.

*** Balmumunda naftalin miktarı 10 ppb'den fazla olamaz.

1.3. Balın Kalitesini Etkileyen Faktörler

1.3.1.Balın Nem (Su) İçeriği

Balın stabil kalabilmesi ve maya fermentasyonu sonucu bozulmaya direncini gösteren kalite kriteri balın su içeriğidir (Bogdanov 2002). Balın su yüzdesinin düşük olması olgunluk derecesini gösterir ve buna göre de uzun süre bozulmadan saklanabilir (Erdoğan ve ark 2004). Ballar normalde % 16-21 arasında nem içermektedir. Ancak nem arttıkça hem balın kalitesi düşmekte, hem de balın fermente olma riski artmaktadır. Bu nedenle üretilen ballarda nem oranın düşük olması beklenir. Bal aynı zamanda higroskopik özelliğinden dolayı dışarıdan da nem alabilmektedir. Balın su içeriği hasat dönemi, kovanda ulaşılan olgunluk derecesine ve iklimsel faktörlere bağlı olarak farklılık gösterir (Finola ve ark 2007). Yeteri kadar olgunlaşmamış balın hasat edilmesi çok su içermesine, dolayısıyla erken kristalleşmesine ve fermentasyonuna neden olmaktadır (Tolon 1999, Doğaroğlu 2009). Genel olarak dağ balları ova ballarından daha az nem içermekte olup, fazla nem balın olgunlaşmadığını ya da dışarıdan su katıldığını göstermekte bu da balın yüzey fermentasyonu tehlikesini doğurmaktadır (Yardibi 2008). Bunların yanında balların saklandığı kapların nem geçirgenliğinin ve depolandığı yerin neminin yüksek olması da balın higroskopik özelliğinden dolayı nem düzeyini artırabildiği bilinmektedir. Balda nemin yapı, şekerlenme ve kalite korunmasında önemli bir rolü vardır. Günümüzde dünyada balın nem içeriğine göre; nem oranı en fazla % 17.8 olan ballar I. sınıf; % 18.6 olanlar II. sınıf ballar; %20.0 olanlar ise III. sınıf ballar şeklinde sınıflandırılmaktadır **(**Caner 2010).

1.3.2. pH

Doğal bal asidik yapıda olup, pH'sı 3.4-6.1 arasında değişmekle birlikte ortalama olarak 3.9'dur (Korkmaz 2010). Balın asitliği içerdiği malik asit oranı ile ölçülmektedir. Malik asit oranı % 0.1-0.4 arasında değişmektedir. Malik asit oranı % 0.4'ün üzerinde olan ballar sakıncalı ballar sınıfına girmektedir. Balın asidik yapıda olması, bünyesinde barındırdığı tiamin, riboflavin, askorbik asit, pridoksin (vitamin B_6), pantotenik asit ve nikotinik asit gibi önemli vitaminlerin deforme olmasını geciktirmektedir (Caner 2010).

1.3.3. HMF (Hidroksimetilfurfural) Miktarı

HMF, pişirme ya da sterilizasyon esnasında gıdalara uygulanan ısı işlemleri sonucu, indirgenen şekerlerin aminoasitlerle oluşturduğu enzimatik olmayan esmerleşme (Maillard) reaksiyonu ya da heksozların asit katalizörlüğündeki dehidrasyonu sonucunda ortaya çıkar (Turkmen ve ark 2006, Turhan 2008, Caner 2010). İçeriğindeki yüksek orandaki basit şekerlerin (glukoz ve fruktoz) varlığı ve birçok asit nedeniyle bal, HMF oluşumu için çok uygun koşullar sağlamaktadır (MEGEP 2009, Khalil ve ark 2010). Ballarda HMF miktarının az olması istenir. Balda HMF miktarının artmasına, hasat sonrası ısıtma işleminin uygulanması, depolama süresi, depolama sıcaklığı ve balın pH'sı etki etmektedir. HMF'nin sitotoksik ve genotoksik etkileri olduğu tespit edilmiştir. HMF işlem sırasında ısıtmakla oluştuğu gibi uzun süre bekletilen ballarda da zamanla oluşabilmektedir. Balın uzun süre depolanması ve yüksek sıcaklıkta ısıtılması sonucu bu oran 30-40 mg/kg ye yükselirken bazen bu sınırları da aşabilmektedir. Bu oranın l50 mg/kg dan büyük olması bala invert şeker katıldığının bir belirtisidir. Balda HMF oluşumu pH, sıcaklık, ısıtma süresi ve şeker konsantrasyonuna bağlı olduğundan balın kalitesini belirlemede kullanılan en önemli kriterlerdendir. HMF taze ballarda az miktarda bulunur (Tosi ve ark 2002, Fallico ve ark 2004, Caner 2010, Doğan 2013).TGK Bal Tebliğine göre, kaliteli bir baldaki HMF miktarının 40 mg/kg'dan fazla olmaması gerektiğini belirtmektedir (Resmi Gazete 2012).

1.3.4. Diastaz Sayısı

Dünya bal ticaretinde balda kalite kriteri olarak uzun bir zamandan beri kullanılan en önemli iki biyokimyasal kriterin balın HMF içeriği ve diastaz sayısı olduğu bildirilmektedir (Fallico ve ark 2004).

Balın olgunlaştırılması esnasında bal arıları tarafından salgılanan diastaz enziminin varlığı, bir kimyasal tehlike değil, tam tersine istenen bir durumdur. Ancak bu enzimin aktvitesindeki düşüş, 5-HMF maddesinin miktarının artışında olduğu gibi, balın aşırı ya da yanlış ısıtılmasının bir göstergesi olarak kullanılmaktadır (Doğan 2013). Aşırı ısı işlemi uygulanmış ya da uzun süre depolanmış ballar ile taze balların ayırt edilmesinde bu ısı-zaman uygulamasını sınır değer olarak nitelendirmişlerdir. Diastaz aktivitesi, ısı işlemi sonucu inaktive olmaktadır. Bal

diastazını geri dönüşümsüz olarak inaktive eden ısının 90-100° C arasında olduğu bildirilmiştir (Tosi ve ark 2008). Balda diyastaz kaybı istenmeyen bir durumdur. Ancak balda çok yüksek düzeyde diyastaz bulunması da arzu edilmez. Balda yüksek düzeyde diyastaz bulunması, yüksek asit oluşumuna dolayısıyla fermentasyona neden olmaktadır (Tolon 1999). Kaliteli bir balın diyastaz sayısı yüksektir. TGK kaliteli bir baldaki minimum diyastaz sayısını en az 8 olarak belirlemiştir (Tolon 1999, Caner 2010). Ancak turunçgil balı gibi enzim içeriği düşük olan ballarda en az 3 olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda sıcaklık ve depolama süresinin artmasıyla baldaki HMF içeriğinin arttığı ve diyastaz sayısının azaldığı bildirilmektedir (Çınar ve Ekşi 2012). Depolamanın HMF miktarı üzerine önemli bir derecede etki ettiği ve arttırdığı, diastaz aktivitesi üzerinde daha az etki göstermekle birlikte sayısında azalmaya sebep olduğu bildirilmektedir (Yılmaz 1994).

Diastaz sayısı yapılan analizlerde balda çok kolay saptanmakta ve balın ısı işlemine tabi tutulup tutulmadığının belirlenmesinde kullanılmaktadır. Ancak diastaz sayısı balın içerdiği polenin protein miktarı ile diğer maddelere bağlı olarak da değişiklik gösterebilmektedir. Isıya maruz kalan ballarda diastaz sayısı hızla düşmekteyken, diastaz sayısı yüksek ballarda yüksek asit oluşumuna bağlı olarak daha hızlı fermantasyon gerçekleşmektedir (Tolon 1999, Doğan 2013).

1.3.5. İnvert Şekerler

İnvert şeker, herhangi bir hidroliz işlemine tabi tutulmadan hesaplanabilen, çoğunluğu fruktoz olup, fruktoz ve glikozdan oluşan monosakkaridlerdir. İdeal bir baldaki fruktoz miktarı % 27.25 - % 44.26 arasında, glikoz oranı ise % 22.03 - 40.75 arasında olmalıdır. Özellikle sakkaroz oranın artması balda hile olduğuna işaret edebilir (Caner 2010).

Balda bulunan fruktoz ve glikoz, şeker mayalarının etkisiyle parçalanır. Bunun sonucunda alkol ile karbondioksit meydana gelir. Ortamda oksijen bulunduğu için alkol de parçalanarak asetik asit ve su oluşturulur. Bu fermentasyon sonucu bal bozulur ve tadı ekşir. Kristalizasyon balın bozulmasında etkili değilken fermentasyon balın bozulması demektir. Fermentasyonu etkileyen en önemli faktörler; su oranı, maya içeriği ve depoloma koşullarıdır. Baldaki su oranı % 17.1 den düşük olması halinde balın bir yıl içerisinde fermente olmadığı ve ballarda maya üremesinin görülmediği saptanmıştır (Doğaroğlu 2009).

Balın içindeki şekerlere dayanıklı mayalar, özellikle su oranı yüksek balların fermentasyonuna neden olur. Bu nedenle saklama yerinin nemi % 60 dolayında olmalı ve bal uygun kaplarda kapalı olarak saklanmalıdır. Doyma noktası üzerindeki glikozun kristal hale dönüşümü balın şekerlenmesi olayıdır. Balın şekerlenmesi bozulma olmayıp balın elde edildiği bitkisel kaynağa göre oluşabilen fiziksel yapısı ile ilgili bir olaydır. Balın yapısı ve şekerlenmesi arasındaki ilgi ise en çok früktoz/glikoz veya glikoz/su oranlarıyla saptanabilmektedir. Eğer bitkide glikoz miktarı fruktoz miktarından fazla ise balda şekerlenme daha çabuk olmaktadır. Balın şekerlenmesi bozulma olmamasına karşın dolaylı olarak kolaylıkla fermantasyona neden olmaktadır (Doğaroğlu 2009, Korkmaz 2010). Glikoz/su oranı 1.7'den daha düşük balların şekerlenmediği, bu oranın 2.1'den daha yüksek olan balların ise kısa sürede şekerlendiği bildirilmiştir (Yayçep 2001). Fruktoz ve glukoz içerikleri, farklı bitkisel orijinli balların nitelendirilmesinde iyi parametrelerdir. Yapay ballar, çok yüksek fruktoz ve fruktoz/glukoz oranına sahip olup, doğal ballar için sınırların dışındadır (Haroun 2006). Balın fruktoz oranı düşerken glikoz oranının artması şekerlenmeyi destekler. Ancak, son yapılan çalışmalarda balın şekerlenme eğiliminin belirlenmesinde daha çok glikoz/su oranı üzerinde durulmaktadır (Yayçep 2001).

1.3.6. Polen

Polen, çiçekli bitkilerde; çiçeklerin erkek organlarının (stamen) üst kısmında bulunan anterlerin içindeki polen kesecikleri içerisinde yer alan, çiçeklerin erkek organlarınca üretilip, dişi organın döllenmesini sağlayan bitkilerin erkek cinsiyet hücreleridir. Bunlar ya erkek çiçekler tarafından ya da hermafrodit çiçeklerde erkek organlar tarafından oluşturulur (Yayçep 2001, Atayoğlu 2012, Köseoğlu 2012).

Polenin % 40'ına yakın esansiyel aminoasit içeren protein profili balın botanik orijinini belirlemede kullanılabilir (Hermosín ve ark 2003). Polenin kimyasal yapısı farklılık göstermekle birlikte, % 21 ham protein, % 32 karbonhidrat, % 5 yağ, % 3 kül ve % 11 su ve % 28 diğer maddelerden oluşmaktadır (Yayçep 2001, Korkmaz 2010). Arıların beslenmesinde protein kaynağı olarak önem taşıyan polen bileşimindeki vitamin ve mineral maddeler ile arının ağız salgılarını içermesi nedeniyle değerli bir besin maddesidir (Köseoğlu 2012).

Saf ve sahte balı birbirinden ayırt etmede K/Na oranı, prolin ve toplam polen spektrumunun ayırt edici; asitlik, sakaroz, invert şeker içeriği gibi diğer parametrelerin ise bu ayrımda yardımcı kriterler olduğu bildirilmektedir.(Başoğlu ve ark 1996).

Polenin kimyasal yapısı, rengi, tadı, kokusu ve şekli bitki türüne göre değişmektedir. Çoğunlukla sarı renkli olup siyah, mor, pembe renkli polenlere de rastlamak mümkündür. Ayrıca balın kaynağı, balda bulunan polenlerin analizi ile belirlenmektedir (Yayçep 2001, Korkmaz 2010).

1.3.7. Toz Partikülleri

Balda gözle yapılan bir muayenede toz partiküllerinin yoğunluğu balın hijyenli ve prosedürlere uygun şekilde üretilip üretilmediğini dolayısı ile güvenirliğini ifade etmektedir. Bu partiküller, balın hasattan sonra iyi süzülmediğinin göstergesidir. Aynı zamanda balın kristalizyonunu da hızlandırmaktadır (Caner 2010).

1.4. Balın İnsan Sağlığı Açısından Önemi

Bal temel olarak, besin maddesi ve enerji kaynağı olarak kullanılmakta, bunun yanısıra insan sağlığı bakımından da önem taşımakta ve çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır.

Bal kronik sindirim sistemi hastalıklarından özellikle peptik ülser ve hazımsızlığa karşı tedavi edici özelliğe sahiptir. Kronik kolit, mide ülseri, mide kanaması, kronik ishal ve kabızlıkta; anemi tedavisinde; beyin sklerozunda; kolesterol, lipid ve trigliserid kontrolünde; prostat bezi hastalıklarında; akut ve kronik hepatitte; doku ve organlarda görülen yapısal veya fizyolojik problemlerde özellikle karaciğerdeki travmatik, toksik, hepatik veya herhangi bir etki sonucu oluşan dejenerasyonda önemli faydalar sağlanmaktadır (Korkmaz 2010, Köseoğlu 2012). Ayrıca bal antibakteriyel özelliği ile ağız, boğaz ve bronş enfeksiyonlarına karşı kullanılmaktadır. Ayrıca bal, cildi besleyici ve nemlendirici krem olarak, çeşitli ülser, yara ve yanıklara karşı ilaç olarak da kullanılmaktadır (Dixon 2003, Köseoğlu 2012).

Balın antioksidatif etkisi, yapısında bulundurduğu tokoferol, askorbikasit, flavonoidler ve diğer fenolik enzim bileşenleriyle (glukozoksidaz, katalaz, peroksidaz) sağlanmaktadır (Takeshi ve ark 2001, Altıparmak 2014). Balın aynı zamanda antimikrobiyel, antiviral, antiparaziter, antiinflamatuar, antioksidan, antimutajenik ve antitümör etkileri de bilinmektedir (Karadal ve Yıldırım ark 2012, Öztürk 2012, Altıparmak 2014).

Balın besleyici değeri yanında kan şekerini yükseltici, fiziksel ve zihinsel yoğunluğu giderici, enerji verici, canlılık kazandırıcı, cilde olumlu etkileri yanında bazı yaraların iyileştirilmesi, astım, mide, dolaşım, solunum, kanser, tansiyon, damar rahatsızlıklarını giderici yararı bulunmaktadır (Yayçep 2001, Korkmaz 2010). Çocuklarda büyüme, raşitizm ve diş sağlığı ile ilgili problemlerde, yetişkinlerde ve özellikle kadınlarda kemik erimesi ile ilgili problemlerde büyük yararlar sağlar (Köseoğlu 2012).

1.5. Türkiye'de ve Dünyada Bal Analizleriyle İlgili Yapılan Araştırmalar

1.5.1. Türkiye'de Yapılan Araştırmalar

Sorkun ve ark (2001)'ları tarafından, İzmir, Hatay ve Adana bölgelerinden *Okaliptüs camaldulensis* balından alınan 9 örnek için aynı fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Numunelerin asitlik değerleri 24.34 - 32.81 meq/kg arasında; diastaz sayısını 10.90 38.50; fruktoz miktarını % 39.93 - 42.04, glikoz miktarını % 35.30 – 38.20; sakaroz oranı % 1.17 - 4.20; HMF değerini 2.30 - 38,20 mg/kg; kül miktarını 0.14 – 0.29; pH değişimi 3.70-4.20; pirolin miktarı olarak 68.85 – 116.10 mg/100 gr; nem oranının 15.20 - % 20.80 arasında olduğu tespit edilmiştir.

Sabuncu ve ark (2002)'ları, Bursa piyasasında satılan Uludağ ve Karacabey bölgelerine ait olduğu saptanan polen örnekleri, polen granülleri renk skalasına göre ayrılmış ve her renkten Wodehouse yöntemine göre preparat hazırlanmıştır. Hazırlanan 56 preparattan toplam 26 takson teşhis edilmiştir. Bu taksonların 14'ü dominant olarak saptanmıştır. *Cistaceae*'den, *Cistus* spp, *Campanulaceae*'den *Campanula* spp., *Boraginaceae*'den *Echium* spp. ile *Brassicaceae* ve *Rosaceae* familyalarına ait taksonların polenleri her iki örnekte de dominant olan taksonlar olarak belirlenmiştir.

Genç ve Dodoloğlu (2003), ısıtılan ve bekletilen ballarda enzim kaybı olduğunu, balın renginde koyulaşma görüldüğünü ve böyle ballarda HMF düzeyinin yükseldiğini belirtmişlerdir.

Şahinler ve ark. (2004)'da, Hatay yöresinden topladıkları 50 bal örneğinde yaptıkları analizlere göre; nem % 16.03, asitlik 40.41 meq/kg, HMF miktarı 10.71 mg/kg, diyastaz sayısı 10.31, invert şeker % 57.83, pH 4.12, sakaroz, elektriksel iletkenlik 0.69 mS/cm olarak bulmuşlardır. Farklı bal orijinlerinde ısı uygulamasının balın botanik orijinine bağlı olarak HMF içeriği ve diyastaz sayısını etkilediğini bildirmişlerdir.

Demircan (2005)'ın yaptığı çalışmada, 2004 - 2005 yıllarında Kartal ilçesi ve çevresinden toplanmış 5 bal örneğinde polen analizi yapılmıştır. Toplanan beş bal örneklerinde *Ericaceae* familyasının polenleri dominant diğer familyalara ait polenler eser, minör ve sekonder dağılım göstermiştir. Çalışmaya göre arıların, çeşitli bitki türlerinden nektar toplasalar da bazı bitki türlerinden daha çok yararlandığı görülmüştür. Bu bitkilerden alınan polenler dominat polenleri oluşturarak balın kalitesini etkilediği gibi sekonder hatta minör durumdaki polenler de, ait olduğu bitkiye bağlı olarak balın kalitesini etkilediği bildirilmiştir.

Özcan ve ark (2006), invert asit katılarak veya ısı uygulanarak indirgenmiş sakaroz şurubu ile beslenen arılardan elde edilen balda HMF miktarının, doğal ballardan daha yüksek, diastaz sayısının, serbest asit ve rutubet miktarının ise daha düşük olduğunu bildirmişlerdir. Yine aynı çalışmada ısı uygulanmış sakaroz şurubuyla beslenen arılardan elde edilen ballarda sakaroz miktarının yüksek çıktığı ve balların tadında da önemli bir değişiklik olmadığı bildirilmiştir.

Haroun (2006), yaptığı çalışmada, Türkiye'de üretilen bazı çiçek ve salgı ballarının karakteristik özelliklerinin belirlenmesini amaçlamıştır. Salgı ve çiçek ballarından toplam 44 bal numunesi kullanılmıştır. Salgı balları, çam ve meşe ballarıdır. Çiçek balları ise, pamuk (Gossypium barbadense), kestane (Castanea sp.), ayçiçek (Helianthus annuus), yayla, karışık çiçek ve narenciye ballarıdır. Bu ballarda bazı fiziksel ve kimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Yayla balında düşük pH değeri (3.40), yüksek früktoz (37.81 g/100g), oldukça yüksek glukoz (30.11), düşük früktoz/glukoz (1.26), yüksek glukoz/nem (1.94) oranları görülmüştür.

Polat (2007), Türkiye'nin farklı bölgelerinden (Ankara, Bingöl, Konya, Muğla, Erzurum, Şanlıurfa ve Sivas) toplanan çiçek, kestane, ayçiçeği, çam, geven, çam ve pamuk gibi bal çeşitlerinden 40 numune ile çalışmıştır. Numunelerden 26 adedi farklı yörelerden alınmış olan multifloral çiçek balı, diğerleri ise monofloral baldır. Bu çalışmayla monofloral ve multifloral ballar birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Ayçiçeği ve çiçek balları dışındaki balların elektriksel iletkenliklerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Aydın ve ark (2008)'ları tarafından yapılan çalışmada, Kars İli piyasasında perakende satışa sunulan balların TS 3036 ve TGK Bal Tebliğine uygunluğu incelenmiştir. Analize alınan balların hiçbirinin test edilen parametreler yönünden, standartlara uygun olmadığı görülmüştür.

Aksoy ve Demirtaş (2008)'ın yaptıkları çalışmada, Ege Bölgesi ve çevresinde üretilen polen çeşitleri, sayısı ve türü tespit edilmiştir. En fazla *Centaurea , Leguminosae, Compositae, Verbascum, Papaver* ve *capparis*; en az ise *Portulaca, Geranium, Pinus* ve *Cupressaceae* taksonlarına ait polenlere rastlanmıştır. Pazar ballarındaki polen oranı ve çeşitliliği market ballarına göre daha fazla olduğu bulunmuştur.

Yardibi (2008)'nin yaptığı araştırmada, Tekirdağ yöresine ait ayçiçeği ballarının kimyasal özelliklerinin belirlenerek karşılaştırılması yapılmıştır. Bunun için de kül, nem, asitlik, HMF, diastaz aktivitesi, sakaroz ve invert seker değeri ile fruktoz/glikoz oranını incelemiştir. Analizlere göre bölgedeki balların; ortalama kül değeri % 0.23, nem değeri % 18.02, asitlik değeri 30.75 meq/kg, HMF değeri 7.02 mg/kg, diastaz aktivitesi 20.06, sakaroz değeri % 2.22, invert şeker değeri % 74.90 ve fruktoz/glikoz oranı 1.14 olarak belirlenmiştir. Diastaz aktivitesi ve asitlik analizi sonuçlarının kriterlere uygun olduğu ve şekerlenmenin meydana gelmediği görülmüştür.

Gül (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, Türkiye genelinden toplanan 200 adet bal örneğinde biyokimyasal analizleri, mineral madde analizleri, veteriner ilaçları ve naftalin kalıntı analizleri ile polen analizleri yapılmıştır. Analiz sonucunda da, nem % 17.92, pH 3.30, asitlik 16.87 meq/kg, diyastaz sayısı 17.45, HMF 5.63 mg/kg, elektriksel iletkenlik 0.67 mS/cm, fruktoz %39.54, glikoz %32.19, invert

şeker % 71.67 olarak bulunmuştur. Bal örneklerinin polen analizi sonucunda tespit edilen dominant polenlerin bal örneğinin toplandığı yörenin bitki örtüsüyle uyumlu olduğu saptanmıştır.

Önalan (2009), Türkiye'nin çeşitli yörelerinden temin edilen 8 çeşit bal örneğinin 7 tanesi tek çiçek bal (monofloral), 1 tanesi karışık çiçek balıdır (polifloral). Bu ballar sırasıyla; narenciye, kestane, kekik, çam, geven, akasya, yayla balı ve pamuk balıdır. Yapılan analiz sonucunda elde edilen bileşiklerin çoğunlukla hidrokarbon, alkol, fenol, aldehit ve keton gruplarına ait oldukları tespit edilmiştir.

Ölmez (2009), Türkiye'nin farklı yerlerinden aynı koşullarda hasat edilen 2006 ve 2007 yıllarında 8 farklı balın kül, asitlik, protein, glikoz ve fruktoz, HMF, diastaz, pH, su miktarı ve viskozite değerleri incelenmiştir. Analiz sonucuna göre; kül % 0.01 - 0.12; serbest asitlik 18.2 - 47.5 meq/kg, protein % 0.60 - 0.99, glikoz ve fruktoz toplamı % 51.31 - 68.30, HMF değeri 1.34 - 31.28 mg/kg, diastaz 10.9 - 17.9, pH değeri 3.42 - 4.66, nem oranı % 17.1-20.0 ve viskozite 2.48-8.42 pas olarak tespit edilmiştir. Genellikle koyu renkli balların toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitesi diğer ballara göre daha yüksek bulunmuştur.

Gündoğan (2009)'ın yaptığı bir araştırmasında, çam balının asitliği, pH'ı, bal kırılma indisi ve rutubet tayini, toplam kül tayini, diyastaz sayısı, HMF tayinleri üzerinde durulmuştur. Analizler sonunda elde edilen asitlik, pH, nem oranı ve HMF değerleri TGK Bal Tebliği kriterleri ile genel olarak uyumlu olmakla birlikte, bazı numunelerin diyastaz sayısı düşük, kül oranları ise yüksek bulunmuştur. Numunelerde, antioksidant aktivite gösterdiği bilinen, toplam fenolik bileşik ve toplam flavonoid bileşik miktarları belirlenmiştir.

Taşkın ve İnce (2009)'nin araştırmasında, Burdur ili ve bölgesinden toplanan 20 bal örneğinde yapılan polen analizinde 33 familyadan 58 taksona ait polenler tespit edilmiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre; *Apiaceae, Pimpinella anisum*, *Anthriscus*, *Cardamine*, Compositae, *Centaurea*, Ericaceae ve *Dianthus* taksonlarına ait polenler dominant olarak bulunmuştur. *Apiaceae* familyası polenlerine bu yöre ballarında sıkça karşılaşılmıştır. Özellikle Burdur ilinin Karamanlı ilçesinde *P. anisum* kültüre edilmekte bu yörenin balı "anason balı" olarak adlandırılmaktadır. Analiz sonuçlarında dominant polen benzerliği, bitki örtüsünün farklılığından dolayı

yoktur. 20 istasyondan alınmış bal örneklerinden Burdur (Merkez) örneği sadece dominant polen *Cardamine* polenini bulundurduğundan unifloral (tek çiçek kaynaklı)'dir. Örnekteki diğer polenler (*Compositae, Centaurea, Fabaceae, Polygonum, Anthriscus, Scandix, Poaceae, Populus, Rosaceae, Laurus nobilis, Malvaceae, Liliaceae, Caryopyllaceae, Ficaria)* eser miktardadır. Diğer 19 bal örnegi multifloraldir. Yapılan analizler sonucunda multifloral ballara çok rastlanması bal arılarının çeşitli bitki türlerinden nektar aldıklarını göstermektedir.

Çapar (2010), Muğla yöresinden temin edilen 15 farklı çam balı numunesinin renk, suda çözünür kuru madde (briks), refraktif indeks, nem (%), pH, elektriksel kondüktivite, viskozite, kül, serbest asitlik, toplam fenolik madde, HMF, mineral madde, protein ve antioksidan kapasiteye göre analizi yapılmış, aynı analizler 2 yıl depolama sonrası tekrarlanarak karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Depolama sürecinde protein miktarının ve briks değerinin düştüğü buna karşılık HMF miktarının önemli seviyede arttığı gözlenmiştir.

Günbey ve ark (2010)'ları, Ordu ili ve çevresinden toplanan 30 adet yayla balı örneğini incelemişlerdir. Örnekler 500 gramlık nem, HMF, diastaz sayısı, invert şeker, sakaroz, asitlik ve ağır metal ile mineraller analiz edilmiştir. Balda en fazla bulunan asit bileşeni, glikolik asittir. Balın pH değeri ortalama olarak 3.7 ile 4.5 arasında değişmektedir. Balın asitliği, mikroorganizmalara karşı kararlılığı arttırırken arılar, bala formik asit ilave ederek balın olgunlaşmasını sağlamaktadır. Bu çalışmada otalama diastaz sayısı 8.84 olarak saptanmış ve TSE standartlarına uygun olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmaya ait örneklerin ortalama HMF içeriği, 11.62 mg/kg, nem oranı bakımından bulgular incelendiğinde ortalama % 16.12 olarak bulunmuştur.

Terzi ve ark (2010)'ları tarafında, Bilecik ili ve çevresinden 2007 - 2008 yıllarına ait 5 farklı bölgeden bal örneği toplanmış ve bu örneklerde polen analizi yapılmıştır. Örneklerde bulunan polenlerin tanımlanması ile 14 familya tespit edilmiştir. Toplanan 5 bal örneğinde *Acanthaceae* ve *Aceraceae* familyalarının polenleri dominant ve sekonder; *Asteraceae, Brassicaceae, Pinaceae* ve *Fabaceae* familyalarına ait polenler sekonder ve minor; *Moraceae* ve *Tiliaceae* familyalarının polenleri sadece sekonder; *Fagaceae, Juglandaceae* ve *Ericaceae* familyalarının polenleri sadece minor; *Cucurbitaceae* familyasının polenleri eser ve minor;

Amaranthaceae ve *Magnoliaceae* familyalarının polenleri sadece eser dağılım göstermiştir.

Çınar (2010) tarafından yapılan araştırmada, çam balının analitik özelliklerinin belirlenmesi tasarlanmıştır. Bu amaçla farklı 3 hasat yılından toplam 100 çam balı örneği toplanmıştır. Bulgulara göre başlıca analitik parametrelerden nem miktarı ortalaması % 15.62, toplam asitlik 27.55 meq/kg, lakton 2.58 meq/kg, fruktoz % 32.57, glukoz % 27.36 sakaroz % 1.19, fruktoz/glukoz 1.20, kül % 0.53, potasyum 1910 mg/kg, sodyum 49.20 mg/kg, potasyum/sodyum 43.20, prolin 612 mg/kg, elektriksel iletkenlik 1.26 mS/cm ve C_4 şeker % 2.3 olarak belirlenmiştir. Hasat yöresine göre, nem, prolin, fruktoz/glukoz, elektriksel iletkenlik, HMF ve diastaz sayısı farkları önemli bulunmuştur. Hasat yılına göre de lakton, glukoz, fruktoz/glukoz, potasyum/sodyum, elektriksel iletkenlik ve C_{13} protein açısından bal örnekleri arasındaki farkların önemli olduğunu görülmektedir.

Yardibi ve Gümüş (2010), Tekirdağ bölgesindeki balların fiziko-kimyasal özelliklerini araştırmışlardır. Tekirdağ, Malkara, Hayrabolu ve Muratli'dan bal örnekleri toplanmıştır. Buna göre bulunan değerlerin min-max değerleri; Diastaz aktivitesi 15.02 - 23.98; HMF değeri % 6.06 - 8.43; sakaroz 1.69 - 2.39; Serbest Asitlik 23.38 - 34.92 meq/kg; nem ise % 17.52 - 18.21 olarak bulunmuştur.

Küplülü ve Kahraman (2011)'ın yaptığı araştırmada, toplam 50 adet süzme bal örneğinden HMF değeri ve diastaz aktivitesi yönünden toplamda 10 örneğin TGK Bal Tebliği'ne uygun bulunmadığı görülmüştür.

Çetin ve ark (2011)'larının araştırmalarında, Türkiye'de tüketime sunulan çiçek ballarının kalitesinin belirlenmesi amacıyla 50 adet bal örneğinin nem, toplam asitlik, glikoz, fruktoz, sakaroz, suda çözünmeyen madde, diastaz sayısı ve elektrik iletkenliği incelenmiştir. Bal örneklerinde nem ortalaması % 17.56, toplam asitlik ortalaması 26.00 meq/kg, glikoz ortalaması % 27.61, fruktoz ortalaması % 33.43, sakaroz ortalaması % 5.53, suda çözünmeyen madde ortalaması % 0.03 olarak tespit edilmiştir. Glikoz ve fruktoz toplamı ortalaması 61.04, fruktoz/glikoz oranı ise ortalama 1.22, diastaz sayısı ortalaması 8.93 ve elektrik iletkenliği değeri ortalaması da 0.46 mS/cm olarak bulunmuştur.

Çınar ve Ekşi (2012) tarafından, 100 çam balı örneğinin kimyasal bileşimi ve elektriksel iletkenliği araştırılmıştır. Bulgulara göre çam balı örnekleri % 14.40 - 16.80 arası nem, % 25.97 - 36.38 arası fruktoz ve % 18.97 - 35.10 arası glukoz oranı olarak bulunmuştur. Fruktoz/glukoz oranı 1.01 - 1.44 arasında değişmektedir. Elektriksel iletkenlik ise 0.82 - 1.82 mS/cm arasında değişmektedir. Çam balının toplam asitliği 17.98-35.59 meq/kg, prolin miktarı ise 301 - 977 mg/kg arasında bulunmuştur. Hasat yılına göre bal örneklerindeki glukoz, sakkaroz ve maltoz miktarı ile elektriksel iletkenliği arasındaki farkın istatistik olarak önemli olduğu görülmüştür.

Batu ve ark (2013)'ının araştırmalarında, Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz bölgesinden toplanan bazı balların fizikokimyasal ve biyokimyasal özellikleri araştırılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, nem içeriği ortalaması % 15.34, asitlik değerleri için 32.49 meq/kg, pH için 4.10 olarak belirlenmiştir. Ayrıca diastaz sayısı 13.09 olarak tespit edilmiştir. HMF miktarı ise 5.50 mg/kg değerlerinde bulunmuştur. Fruktoz % 34.0 - 43.12 (min-max); glikoz % 28.37 - 37.46 (min-max) ve sakaroz değerleri % 2.19 - 5.25 (min-max), invert şeker değerlerinin de % 62.38 - 79.97 arasında bulunduğu ve TGK Bal Tebliğine göre oldukları görülmüştür.

Has (2013)'ın yaptığı çalışmada, Van piyasasında büyük marketler ve yerel pazarlarda satışa sunulan ballardan alınan örneklerde, HMF, diastaz, kül ve asitlik bakımından farklı değerler gösterdikleri, buna karşılık invert şeker, su ve pH değerleri bakımından ise benzer oldukları anlaşılmıştır. Cavrar ve ark (2013)'nın yaptıkları araştırmada, prolin içeriği, doğal ve sakaroz ile beslenen arılardan üretilen ballarındaki toplam fenolik maddelerin miktarını ayırmak için kullanılan önemli bir parametre olduğu belirtilmiştir.

Akdeniz ve ark (2013)'ları çalışmalarında, Edirne ili Karaçalı ve Ayçiçeği ballarının mikroskobik yapılarının incelenmesi ve biyokimyasal özelliklerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Çalışmanın materyalini 15 adet Karaçalı ve 15 adet Ayçiçeği olmak üzere toplam 30 adet bal numunesi oluşturmuştur. Biyokimyasal analizler sonucunda; Karaçalı balında ortalama HMF değeri 6.3 mg/kg; Nem % 16.26, İnvert Şeker % 62.18, Sakaroz % 1.35, Kül % 0.3214, Diastaz sayısı 13.9, Serbest asitlik 14.7 meq/kg, Elektriksel iletkenlik 0.718 mS/cm ve pH değerleri 5.9 olarak bulunmuştur. Ayçiçeği balında ise; HMF değeri 11.34 mg/kg; Nem %17.60;

İnvert Şeker % 61.27; Sakaroz % 1.67; Kül % 0.3400; Diastaz sayısı 8.30; Serbest asitlik 39.70 meq/ kg; Elektriksel iletkenlik 0.429 mS/cm, pH değerleri 4.3 olarak tespit edilmiştir. Karaçalı ve Ayçiçeği ballarının polenleri mikroskop altında tespit edilip sayımları yapılmış ve toplam polen sayısına oranlanarak polen yoğunluğu değerleri hesaplanmıştır. Polen yoğunluğu Karaçalı balında ortalama % 49.14; Ayçiçeği balında ise % 76.50 olarak bulunmuştur. Elde edilen veriler iki balında polen yoğunluğunun dominant yapıda olduğunu göstermiştir.

Derebaşı ve ark (2014)'larının yaptığı çalışmada, Karadeniz bölgesinin 18 ilinde üretilen 209 petekli bal örneğinin biyokimyasal analiz sonuçları göre; ortalama kül 0.20 ± 0.01, nem % 16.66 ± 0.12, pH 5.42 ± 0.02, asitlik 24.97 ± 0.27 meq /kg), diyastaz 10.45 ± 0.26, HMF 8.86 ± 0.38 mg/ kg, elektriksel iletkenlik 0.48 ± 0.03 mS/cm, invert şeker % 67.54 ± 0.49 ve sakkaroz % 3.62 ± 0.13 değerleri tespit edilmiştir. Bölgenin ortalama biyokimyasal değerleri standartlara uygun olmasına rağmen, bal örneklerinin yaklaşık %24'ünün diastazı, % 8'nin invert şekeri ve % 12'sinin sakarozu standartlara uygun bulunmamıştır. Ayrıca, HMF, asitlik ve sakkaroz dışında diğer parametrelerlerin illere göre ortalamaları arasındaki fark istastiki olarak önemli çıkmıştır.

1.5.2. Dünyada Yapılan Araştırmalar

Geronimo ve Fritz (2001) tarafından yapılan çalışmada, Arjantin bal örneklerinde, balların kalitesinin bir göstergesi olarak kullanılan ver serbest amino asit olan prolin tespit edilmiştir.

Zappala ve ark (2005)'ları, monofloral ballardaki HMF değerinin ölçümünde kullanılan metodların karşılaştırılmasını gerçekleştirmişlerdir. Ökaliptus balı dışında Winkler metodu ile ölçülen HMF değeri, HPLC ve White metodlarına göre yüksek bulunmuştur.

Muli ve ark (2007) tarafından, Afrika'daki tüketilen geleneksel yöntemlerle hasat edilen kovandan 72 adet bal örneklerinin kalite özellikleri incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre; nem ortalaması % 16.00; HMF 3.70-389.36 mg/kg; invert şeker düzeyleri % 57.03-102.66, prolin 20,83-300,6 mg/kg; diastaz sayısı 8.03-56.98; serbest asitlik 18.00-71.8550 mg/kg olarak belirlenmiştir.

Saric ve ark (2008)'larının yaptıkları monofloral ve multifloral tipteki bal örnekleri ile çalışılmıştır. Analiz edilen fizikokimyasal parametreler; nem, sükroz, kül, elektriksel iletkenlik, asitlik, diastaz, HMF, prolin olarak belirlenmiştir. Bal örneklerinde, iklim ve bölgesel şartlar ile bitki orijini gibi birçok faktörün etkili olduğu görülmüştür.

Agbagwa ve ark (2011)'ları tarafından yapılan çalışmada, balların pH, nem, kül, asit, elektriksel iletkenlik, sukroz, fruktoz, glikoz ve 7 mineral madde (K, Ca, Cu, Fe, Zn, Cr, Pb) yönünden analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, pH 2.90-4.26, nem içeriği % 16.12 - 34.67, kül % 0.357- 4.187, elektrik iletkenliği 10.0 - 47.97 μs /g, glikoz % 39.97 – 44.42, sukroz %1.33 - 1.94 ve fruktoz % 35.00 – 42.50 arasında tespit edilmiştir. Araştırmanın sonucunda ticari ballarda bazı parametrelerin yüksek olduğu görülmüştür.

2.GEREÇ ve YÖNTEM

2.1. Gereç

Konya Arı Yetiştiriciliği Birliği tarafından hasat dönemlerinde temin edilen yöresel Yayla Çiçek ve Püren ballarından, 500'er gramlık 20'şer adet, toplam 40 adet bal numunesi cam kavanozlara alınarak, biyokimyasal analizleri (prolin, rutubet tayini, polen, elektriksel iletkenlik, HMF, C_4, diastaz sayısı, asitlik (serbest), fruktoz, glukoz ile balda suda çözünmeyen katı madde tayini), Konya Gıda Kontrol Laboratuvarı, Selçuk Üniversitesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi'ne ait laboratuvar ile Altıparmak A.Ş firmasına ait akredite laboratuarında yapılmıştır.

2.2. Yöntem

Yöresel Yayla Çiçek ve Püren bal numune analizlerinden; prolin, rutubet tayini, polen, elektriksel iletkenlik, balda suda çözünmeyen katı madde tayini akredite Konya Gıda Kontrol Laboratuvarında, diğer analizler (HMF, C_4, diastaz sayısı, serbest asitlik, fruktoz, glukoz) ise Selçuk Üniversitesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi laboratuarı ile Altıparmak A.Ş firmasına ait akredite laboratuvarda analiz edilmiştir. Analizler 2 paralelli olarak yürütülmüştür.

2.2.1. Kullanılan Analiz Metotları

Rutubet tayini

Numune ballar homojenize edilmiştir. Refraktometrenin prizma yüzeyleri arasına konularak 20 ^{0}C'de balın kırılma indisi okunmuştur. Balın 20 ºC sıcaklıktaki kırılma indisi ile rutubet oranları arasındaki ilişkiye göre sonuç (%) olarak hesaplanmıştır (TS 3036 2002).

Elektriksel iletkenlik

TS 13365'de belirtilen işlem ile tayin edilen 20 g kuru bala eş değer olan bal kütlesi damıtık suda çözdürülerek, çözelti 100 mL'lik ölçülü balona aktarılıp, damıtık su ile işaret çizgisine kadar doldurulmuştur. Hazırlanan 40 mL analiz çözeltisi bir erlene aktarılıp ve su banyosunda referans sıcaklık olan 20 ºC'a

getirilmiştir. Geri kalan analiz numunesi dikkatli bir şekilde bal çözeltisi iletkenliğinin ölçülmesinde kullanılan iletkenlik hücresinin yıkanması için kullanılmıştır. Elektrot, iletkenlik ölçerine bağlanarak, çözelti içine daldırılmış ve sıcaklığı kararlı hale gelinceye kadar bekletilmiştir. Daha sonra çözeltinin iletkenliği (mS) cinsinden okunarak, 20g kuru bal ihtiva eden bal çözeltisinin öz iletkenliği, $B\,\gamma$, (mS/cm olarak) aşağıdaki bağıntı ile hesaplanmıştır (Acquarone ve ark 2007, TS 13366).

$$B\,\gamma = K.G \quad (3)$$

K : Hücre sabiti, (cm^{-1}) G : Numune çözeltisinin elektrik iletkenliği, mS

Suda çözünmeyen katı madde tayini

Bal numunelerinden 20 g tartılarak 250 m'lik kuru bir behere konulup, üzerine 50 mL 80°C'ye ısıtılmış su eklenerek, homojenize edilene kadar karıştırılmıştır. Cam kroze, 135± 2°C'ye ayarlanmış kurutma dolabında sabit tartıma getirildikten sonra bir desikatörde soğutulmuştur. Krozenin darası analitik bir terazide ölçülmüştür. Hazırlanan bal çözeltisi (80°C) iken, cam krozeden süzülüp, krozede kalan katı, yine 80 °C'ye ısıtılmış su ile 5–6 defa yıkanmıştır. Yıkanarak şekerlerden arındırılmış katı maddelerin bulunduğu kroze, sıcaklığı 135± 2°C ye ayarlanmış kurutma dolabında en az 1 saat tutulmuş ve soğutulduktan sonra yine analitik bir terazi ile tartılmıştır. Krozenin bilinen darası çıkarılarak suda çözünmeyen katı madde kütlesi (m) bulunmuştur. Suda çözünmeyen maddelerin baldaki yüzde oranı aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (TS 3036 2002).

$$\%\,KM = \frac{M \times 100}{M_0}$$

% KM = Suda çözünmeyen katı madde yüzdesi,

M = Bulunan katı madde, g

M_0 = Deney numunesi, g

HMF (Hidroksimetilfurfural)

Bal numunelerinden 10g deney numunesi tartılmıştır. 25 mL su konularak üzerine 1'er mL Carrez-1 ve 2 konularak, balon jojede hacim 50 mL'ye tamamlanmıştır. Numune karıştırılarak, yaklaşık 10mL'si filtreden lavaboya, kalanı da bir behere süzülmüştür. Süzüntüden 2 deney tüpünün (A ve B) her birine 2 mL bal çözeltisi pipet ile aktarılmıştır. 5 mL p-toluidin çözeltisi ilave edilerek, kapak kapatılıp çalkalanmıştır. 1-2 dak bekletildikten sonra A tüpünün içeriğine 1 mL su ilave edilip çalkalanmıştır. Bu çözelti ile spektrometrede sıfırlama yapılmıştır. B tüpünün içeriğine de 1 mL barbitürik asit çözeltisi ilave edilip, çalkalanıp, küvete konarak, 3-4 dak içerisinde kör numuneye karşı 550 nm'deki absorbansı ölçülmüştür. Ölçülen absorbans en yüksek değere ulaşıncaya kadar okuma yapılmış ve okunan en yüksek absorbans değeri alınmıştır. 5-HMF içeriği mg/kg olarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Aydın ve Özel 2014 ve TS 3036 2002).

HMF (mg/kg) = Okunan Absorbans X 192

Prolin

Balon jojeye konulan 5g bal, bir miktar distile su ile çözüldükten sonra 100 mL'ye tamamLanmıştır. Reaksiyon tüplerine sırasıyla 0,5 mL bal çözeltisi, 0,5 mL distile su (kör numune), 0,5 mL prolin standart çözeltisi konulmuş ve her tüpe 1'er mL'lik formik asit ve ninhidrin çözeltisi ilave edilip, 15 dak karıştırılmıştır. 70 ^{o}C'lik su banyosunda 15 dak bekletildikten sonra her tüpe 5 mL 2 propanol-su çözeltisinden ilave edilmiştir. 70 ^{o}C'lik su banyosundan çıkardıktan 45 dak sonra 510 nm (max) dalga boyunda 1cm küvetler kullanılarak absorbans ölçümü yapılmıştır. Baldaki prolin mg/kg olarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (TS 13357 2008).

Prolin (mg/kg) = E_s/E_a x E_1/E_2 x80

E_s=Örnek çözeltisinin absorbansı

E_a= Prolin standart çözeltisinin absorbansı (iki okumanın ortalaması)

E_1= Standart çözeltideki mg olarak prolin miktarı (40mg)

E_2= Bal çözeltisi (g)

80= Seyreltme faktörü

Serbest asitlik

Bal numunesi homojenize edildikten sonra, 10 g tartılarak 250 mL'lik erlene konulup üzerine 75 mL su eklenerek iyice karıştırılmıştır. Elektrotlar çözelti içerisine daldırıldıktan sonra süspansiyon karıştırılırken, NaOH çözeltisi (0,1N'lik NaOH) ile pH değeri 8,3'e erişinceye kadar 60 s boyunca titre edilmiştir. Kullanılan NaOH çözeltisi miktarı not edilmiştir. SA NaOH cinsinden mmol/kg olarak aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (TS 13360 2008).

$$SA = \frac{100 \times a}{M}$$

a = Deneyde harcanan sodyum hidroksit çözeltisi hacmi (mL)

m = deneyde kullanılan bal numunesinin kütlesi (g)

Fruktoz ve glukoz tayini

Bal numunesinden 5 g cam beherde tartılıp 40mL damıtık suda ısıtılmadan çözülmüştür. Çözelti, içine daha önceden 25 mL MeOH konulmuş olan 100 mL'lik ölçülü balona pipetle aktarılarak ölçülü balon işaret çizgisine kadar su ile doldurulmuş ve membran filtreden süzülerek deney tüpüne aktarılmıştır. HPLC cihazında analizleri gerçekleştirilmiştir. HPLC Cihaz Şartları; akış hızı: 1,3 mL/min, hareketli faz: ACN/H_2O (80/20), kolon sıcaklığı: 30ºC ± 1ºC, enjeksiyon hacmi: 50µL'dir. Cihazda okunan fruktoz, glukoz miktarları, ayrı ayrı g/100 g baldaki kütlesi (ω), aşağıdaki bağıntıya göre hesaplanmıştır (TS 13359 2008).

$$\omega = \frac{A_1.V_1.m_1.100}{A_2.\ V_2.\ m_o.}$$

A_1 : Numune çözeltisindeki her bir şekere ait pik alanı veya pik yüksekliği,

A_2 : Standart çözeltideki her bir şekere ait pik alanı veya pik yüksekliği,

V_1 : Numune çözeltisinin toplam hacmi (mL),

V_2 : Standart çözeltinin toplam hacmi (mL),

m_o : Numunenin kütlesi (g),

m_1 : V_2 (Standart çözelti) hacmindeki şekerlerin kütlesi (g)

Diastaz sayısı

Homojenize edilmiş analiz numunelerinden 10 g bal tartılarak, 15 mL saf su ile seyreltilmiştir. Üzerine 5 mL asetat tampon çözeltisi eklenip, ısı uygulamadan tamamen çözünmesi sağlanmıştır. Çözünen bal numunesi, içersinde 3 mL sodyum klorür çözeltisi bulunan 50 mL'lik balona aktarılarak, balonun çizgisine kadar saf su ile tamamlanmıştır. 50 mL'lik 10 mL'lik 2 erlenden birine bal solüsyonu, diğerine de nişasta solüsyonu konmuş, 40 ^oC'lik su banyosuna bırakılmıştır. 15 dak sonra nişasta solüsyonundan 5 mL alınarak bal solüsyonunun üzerine eklenerek, hemen kronometre başlatılmıştır. Periyodik aralıklarla, bu karışımdan 0.5 mL alınarak 5 mL seyreltilmiş iyot çözeltisinin içerisine eklenmiş ve üzerlerine de önceden standart dilusyon miktarı belirlenmiş saf su eklenerek iyice karıştırılmış ve hemen 660 nm'deki absorbansı okunarak kaydedilmiştir.

İlk absorbans okumasının 5. dak'da olmasına dikkat edilmiştir. Daha sonra ilk okunan absorbans değerine göre zaman aralıkları belirlenmiştir (Çizelge.2.2.1). En son olarak, 0.235 absorbansa denk gelen reaksiyon süresi, 300 rakamına bölünerek diastaz sayısı tespit edilmiştir (TS 13364 2008, IHC Methods 2009).

Çizelge 2.1. Absorbans Değerine Göre Zaman Aralıkları.

5. Dakikada Okunan Absorbans	Zaman Aralığı
A > 0.658	10 dakika veya daha fazla
0.658 > A > 0.523	5–10 dakika arası
0.523 >A > 0.456	2–5 dakika arası

C_4 Şeker

Bu analiz, dışarıdan C_4 şekeri katılarak üretilen veya C_4 şekeri ile beslenen arılardan elde edilen balların tespit edilmesinde kullanılmaktadır. Ham bal ve bu baldan elde edilen protein çökeltisi, tam olarak yakıldıktan sonra ortaya çıkan CO_2 gazının bünyesindeki C atomunun C_{13}/C_{12} oranının kütle spektrometresi ile tespit edilmesi ve bu değerlerden % C_4 şeker oranının hesaplanması esasına dayanmaktadır.

Yapılan çalışmada, protein çökeltisi hazırlanması işleminde 10 - 12 gr'lık ham bal numuneleri 50 mL'lik santrifüj tüpüne alınarak, 4 mL saf su içinde çözündürülmüştür. 2 mL $Na_2CO_4.2H_2O$ çözeltisi eklenmiştir. 80 °C'deki su banyosunda bulutlanma ve sonrasında çökelti olana kadar beklenmiştir. Çökelti oluşumundan sonra santrifüj tüpündeki numune 50 mL'ye tamamlanmıştır. 1500 rpm kurutularak, bu protein çökeltisinden yaklaşık 1 mg tin kapsüle konarak tin kapsül katlanmıştır. Bu işlem 3 paralel yapılmalıdır. İşlem sonunda da EA-IRMS cihazında analizi gerçekleştirilmiştir. EA-IRMS'ın cihaz şartları; sol furnace: 1020 ºC, sağ furnace: 650 ºC, Fırın: 40 ºC, Akış Hızı: 120 mL/dak, Referans akış hızı: 250 mL/dak'dır (TS 13262 2007).

$$\%C4\ Şeker = \frac{[(\delta^{13}C_{protein} - \delta^{13}C_{bal})] \times 100}{[(\delta^{13}C\ protein - (-9{,}7)]}$$

$\%C_4$ Şeker : Bal içerisindeki C_4 şeker yüzdesi

$\delta^{13}C_{protein}$: Protein çökeltilerinin düzeltilmiş C_{13}/C_{12} oranlarının ortalaması

$\delta^{13} C_{bal}$: Bal numunelerinin düzeltilmiş C_{13}/C_{12} oranlarının ortalaması

(- 9,7) : Mısır şurubunun ortalama C_{13}/C_{12} değeri

Polen

Çalışmada kullanılan metota göre, kavanozlara konulan süzme bal örnekleri bagetle iyice karıştırılarak homojen hale gelmeleri sağlanmıştır. İyice karıştırılarak homojen hale gelmiş bal örneklerinden 50'şer g tartılarak deney tüpüne alınmıştır. Ardından 4 mL bal örneğinin üzerine 8 mL distile su ilave edilmiştir.

Balın su içinde çözünmesini sağlamak için deney tüpleri su banyosunda 45 °C sıcaklıkta 15 dakika bekletilmiştir. 6000 rpm/15 dk santrifuj edildikten sonra 2 faz oluşmuştur. Açık fazlar alınarak, dipteki koyu fazlardan preparatlar hazırlanmıştır. Steril iğne ucuna alınan 1-2 mm^3 safraninli gliserin-jelatinin dipteki çözeltiye bulaştırılmasıyla alınan materyal lam üzerine aktarılmıştır. 40 °C'de ısıtılarak safraninli gliserin-jelatinin erimesi sağlanmıştır. İğne ile lam üzerinde karışım sağlanarak 18x18 mm^2'lik lamelle kapatılmıştır.

Preparata etiket yapıştırılmış ve ters çevrilerek kuruması için bir süre bekletilmiştir. Preparatlar mikroskopta incelenecek duruma getirilmiştir. Ardından da Konya Gıda Kontrol Laboratuvarında Wodehouse (1965) yöntemine göre hazırlanmış olan polen referans preparatlarından yararlanılmıştır. Polenlerin mikroskobik incelenmesi ışık mikroskobuyla yapılmıştır. Polen sayımları için X16 objektif ve X16 büyütmeli oküler kullanılmıştır. Tanımlama işlemlerinde ise aynı okülerde X40 ve X100 apokromat immersiyon objektifleri kullanılmıştır. **(**Aksoy ve Demirtaş 2008, Akdeniz ve ark 2013).

Taşkın ve İnce (2009)'nin yaptıkları çalışmalarında kullandığı yönteme göre, bal örnekleri içerisinde bulunan polenler, oranlarına göre dominant, sekonder, minör ve eser polen olmak üzere 4 grupta değerlendirilmiştir.

% 45 ve daha fazlası: dominant polen

% 16 – 44: sekonder polen

% 3 – 15: minör polen

% 3 ten daha az: eser polen

2.2.2. İstatistiksel Yöntem

Verilerin İstatistiksel değerlendirilmesi student t testi ile SPSS paket programı kullanılarak yapılmıştır (Petrie ve Watson 1999).

3.BULGULAR

Bu araştırmada 20'şer adet Konya Yayla Çiçek Balı ile Püren Balı numunelerinden toplam 40 adet temin edilmiştir. Her bir bal numunesinden 2'şer tekrarlı olmak üzere toplam 80 adet numune analiz edilmiştir. Laboratuvarlarda prolin, nem tayini, polen, elektriksel iletkenlik, HMF, C4, diastaz sayısı, serbest asitlik değeri, fruktoz, glukoz ile balda suda çözünmeyen katı madde tayini yapılarak, balların toplam 12 analitik özelliği değerlendirilmiştir. Analiz sonuçları Çizelge 3.1'de gösterilmiştir.

Yapılan araştırmada nem yüzdesi, Püren Balında ortalama % 20.4 ± 0.78 iken, Yayla Çiçek Balında % 17.5 ± 0.65 olarak bulunmuştur. Balların nem %'si Püren Balında % 21.84 ile çalışmalar içinde en fazla değeri alırken, % 16.06 ile Yayla Çiçek Balında en düşük değerde nem görülmüştür. İstatistikî olarak ise her iki bal arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

Çizelge 3.1. Püren Balı İle Yayla Çiçek Balının Analitik Özelliklerinin Karşılaştırılması.

ANALİTİK ÖZELLİKLER	PÜREN BALI (n=20)			YAYLA ÇİÇEK BALI (n=20)			
	min	max	Ortalama±SH	min	max	Ortalama±SH	P*
Nem %	19.41	21.84	20.4 ±0.78[a]	16.06	18.22	17.5±0.65[b]	++
Elektriksel iletkenlik (µs/cm)	0.04	0.39	0.38±0.01[a]	0.38	0.39[a]	0.38±0.01[a]	-
Suda Çözünmeyen Katı	0.06	0.09	0.07±0,01[a]	0.04	0.09	0.07±0.01[a]	-
Madde	15.04	28.42	21.30±3.50[a]	17.71	25.41	22.31±4.46[b]	+
HMF (mg/kg)	558.04	886.42	731±143[a]	373.7	632.3	488±105[b]	++
Prolin (mg/kg)	12.29	16.35	15.48±3.35[a]	6	2	24.62±4.02[b]	++
Serbest Asitlik(meq /kg)	37.00	38.92	38.87±0.65[a]	20.45	26.22	40.61±0.28[b]	++
Fruktoz %	30.14	32.00	31.21±0.63[a]	40.12	40.98	31.34±0.42[a]	-
Glukoz %	32.70	46.70	37.81±1,56[a]	30.58	31.77	12.54±0.56[b]	++
Diastaz Sayısı	5.30	6.10	5.7±0.08[a]	10.20	13.10	5.58±0.14[a]	-
C4 %				5.29	5.93		

a,b: Aynı sırada farklı harf taşıyan ortalama değerler arasındaki fark istatistik bakımdan önemlidir.
***:** İstatistiksel açıdan P<0.05 ise + P< 0.01 ise ++ P>0.05 ise - olarak değerlendirilmiştir.

Elektriksel İletkenlik, Püren Balında ortalama 0.38 ± 0.01 µs/cm iken Yayla Çiçek Balında 0.38 ± 0.01 µs/cm bulunmuştur. Aralarındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (P>0.05).

Suda çözünmeyen katı madde tayininde de bal örneklerindeki fark, istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur (P>0.05). Analiz sonucuna göre Püren Balında ortalama suda çözünmeyen katı madde miktarı 0.07 ± 0.01 iken, Yayla Çiçek balında 0.07 ± 0.01 olarak bulunmuştur.

Yapılan analizde, Püren Balında HMF değeri ortalaması 21.3 ± 3.5, Yayla Çiçek Balında ise 22.31 ± 4.46 olarak bulunmuştur. Her iki balda en düşük ve en yüksek HMF değeri Püren Balına ait olup sırasıyla 15.04 ve 28.42 olarak belirlenmiştir. Bal örneklerindeki HMF değerleri arasındaki fark istatistiki yönden önemlidir (P<0,05).

Prolin, Püren Balında ortalama değer olarak 731 ± 143, Konya Yayla Çiçek Balında ise 488 ± 105 olarak bulunmuştur. En düşük prolin düzeyi 373.76 ile Konya Yayla Çiçek Balında görülürken, en yüksek prolin düzeyi 886.42 ile Püren Balında görülmüştür. Her iki bal arasındaki fark istatistiksel yönden önemli bulunmuştur (P<0,05).

Serbest asitlik yönünden yapılan analiz sonucuna göre, Püren Balında ortalama 15.48±3.35 meq /kg, Konya Yayla Çiçek Balında ise 24.62 ± 4.02 meq/kg olarak bulunmuştur. Her iki bal örneklerinden elde edilen verilere göre aralarındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0,05).

Yapılan araştırmada fruktoz oranı ortalaması, Püren Balında % 38.87 ± 0.65, Yayla Çiçek Balında da % 40.61 ± 0.28 olarak bulunmuştur. Her iki baldaki fruktoz oranındaki farklılık istatistiksel olarak önemlidir (P<0,05).

Glukoz oranı ortalaması ise Püren Balında % 31.21 ± 0.63, Konya Yayla Çiçek Balında % 31.34 ± 0.42 bulunmuştur. Ballar arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemsizdir (P>0,05). Fruktoz / glukoz oranı; Püren Balında 1.25 iken Konya Yayla Çiçek Balında 1.3 olarak bulunmuştur.

Diastaz sayısı ortalamaları, Püren Balında 37.81 ± 1.56, Konya Yayla Çiçek Balında 12.54 ± 0.56 belirlenmiştir. Bal örneklerinde yapılan analiz sonuçları arasındaki fark istatistikî açıdan önemlidir (P<0,05).

Balda protein ve ham bal C_{13} değerlerinden hesaplanan C_4 şekerleri oranı ortalama değerleri Püren Balında % 5.7 ± 0.084, Konya Yayla Çiçek Balında ise % 5.5 ± 0.140 olarak bulunmuştur. Her iki bal arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur (P>0,05).

Yapılan araştırmada, 20'şer adet Konya Yayla Çiçek Balı ve Püren balından toplam 40 adet bal numunesinde 47 polen analizi gerçekleştirilerek, orijin

tanımlaması yapılmıştır. Çizelge 3.2'de Taşkın ve İnce (2009)'nin çalışmalarında kullandıkları metoda göre, polenlerin bulunma düzeyleri değerlendirilerek; dominant polen için 4, sekonder polen için 3, minör polen için 2 ve eser polen için ise de 1 rakamları kullanılmıştır. Püren bal numunelerinde dominant poleni, Süpürge çalısı - Püren (*Calluna vulgaris*) bitki poleni oluşturmaktadır. Diğer bitkilerin balın oluşumuna katkısının daha düşük oranda olduğu görülmektedir. Oysa Konya Yayla Çiçek Balında dominant polen analiz edilmemiştir. Ancak sekonder polenler olarak tırfıl (*Hedysarum)* başta olmak üzere Gülgiller (*Rosaceae*) ve Korunga (*Onabrychis vicifolia*) bitki polenlerinin Konya Yayla Çiçek Balının geneline katkıda bulunduğu görülmüştür. Çizelge 3.2'ye bakıldığında, her iki balda da tanımlanamayan eser polenler bulunmuştur. Ayrıca Püren Balında (*Çan Çiçeğigiller familyası- Campanula L. Fiğ - Viciasativa, Hodangiller Boraginaceae, İğdegiller Eleagnaceae, Kökboyasıgiller - Rubiaceae, Söğüt- Salix spp, Tatlı yonca-Melilotus officinalis, Yaban sarmaşığı- Convolvulus spp.) bitki polenlerine rastlanmazken,* Konya Yayla Çiçek balında (*Ayçiçeği- Helianthus annus, Fundagiller- Ericacae, Karanfilgiller - Caryophyllaceae, Keçiboynuzu- Ceratonia L., Kestane- Castanea L., Meşe - Quercus spp.,Orman Sarmaşığı- Hedera helix, Pitrax- Xanthıum spinosum, Saparnagiller - Smilacaceae, Sinirotugiller - Plantago spp Süpürge Çalısı (Püren)- Calluna vulgaris, Turunçgiller- Rutaceae, Yaban sarmaşığı - Convolvulus spp., Palmiyegiller - Palmae, Gelincikgiller- Papveraceae) bitki polenlerine rastlanmamıştır.*

Çizelge 3.2. Püren Balı İle Yayla Çiçek Balının Polen Analizi.

	ORİJİN	Püren Balı % n=20	Yayla Çiçek Balı% n=20
1	Ayçiçeği- Helianthus annus	**1**	**-**
2	Papatyagiller- Composititae	**3**	**1**
3	Diken- Cirsium	**2**	**1**
4	Baklagiller-Leguminosea	**2**	**1**
5	Ballıbabagiller-Labiatae	**1**	**2**
6	Beyaz Üçgül- Trifolium	**1**	**1**
7	Ladengiller-Cistus spp	**2**	**1**
8	Çan Çiçeğigiller familyası-Campanula L.	**-**	**1**
9	Engerk Otu-Echium vulgare	**1**	**1**
10	Fiğ-Vicia sativa	**-**	**1**
11	Fundagiller-Ericacae	**1**	**-**
12	Geven-Astragalus spp	**1**	**1**
13	Gülgiller-Rosaceae	**2**	**3**
14	Hodangiller-Boraginaceae	**-**	**1**
15	Hububat-Poaceae	**1**	**1**
16	İğdegiller-Eleagnaceae	**-**	**1**
17	Karanfilgiller-Caryophyllaceae	**1**	**-**
18	Keçiboynuzu-Ceratonia L.	**1**	**-**
19	Kestane- Castanea L.	**1**	**-**
20	Kırmızı Üçgül-Trifolium pratense	**1**	**1**
21	Korunga-Onabrychis vicifolia	**1**	**3**
22	Kökboyasıgiller-Rubiaceae	**-**	**1**
23	Kurtbağrı-Ligustrum spp.	**1**	**-**
24	Lahanagiller- Cruciferae	**2**	**1**
25	Lüfer Otu-Lotus comiculatus	**1**	**1**
26	Maydanozgiller-Umbeliferae	**1**	**1**
27	Meşe-Quercus spp.	**1**	**-**
28	Mısır-Zea mays	**1**	**1**
29	Orman Sarmaşığı-Hedera helix	**1**	**-**
30	Pancargiller-Chenepodiacae	**1**	**1**
31	Peygamberçiçeği-Centaurea cyanus	**2**	**1**
32	Pitrax-Xanthıum spinosum	**1**	**-**
33	Saparnagiller-Smilacaceae	**1**	**-**
34	Sığır kuyruğu-Verbascum spp.	**2**	**2**
35	Sinirotugiller-Plantago spp	**1**	**-**
36	Söğüt-Salix spp	**-**	**1**
37	Süpürge Çalısı (Püren)-Calluna vulgaris	**4**	**-**
38	Tatlı yonca-Melilotus officinalis	**-**	**1**
39	Tırfil-Hedysarum	**1**	**3**
40	Turunçgiller-Rutaceae	**1**	**-**
41	Yaban sarmaşığı-Convolvulus spp.	**-**	**-**
42	Yonca- Medicano spp.	**1**	**1**
43	Zambakgiller-Liliaceae	**1**	**1**
44	Tanımlanmayan	**1**	**1**
45	Palmiyegiller-Palmae	**1**	**-**
46	Gelincikgiller-Papveraceae	**1**	**-**
47	Keçi Sakalı-Filipendula ulmeria	**1**	**1**

* 4:dominant polen (% 45 ve daha fazla) 3:sekonder polen(%16-44) 2:minör polen (% 3-15)
1:eser polen (%3'den az)

4. TARTIŞMA

Bu araştırmada Konya Yayla Çiçek Balı ile Püren Balının nem %'si, elektriksel iletkenliği, balda suda çözünmeyen katı madde, HMF, prolin, serbest asitlik değeri, fruktoz ve glukoz oranı, diastaz sayısı, C_4 ile polen analizi yapılmıştır.

TGK Bal tebliği (2012/58)'ne göre, çiçek ballarında nem en fazla % 20, Püren (*Calluna)* ballarında ise % 23'e kadar izin verilmektedir. Çiçek balı sınıfına giren Konya Yayla Çiçek Balı nem ortalaması % 17.5 ± 0.65 ve Püren ballarında % 20.4 ± 0.78 olarak bulunmuştur. Yapılan araştırmada her iki balın da nem yüzdelerinin tebliğe uygun olduğu görülmektedir.

Çınar (2010), farklı yöreden toplam 100 çam balı örneği ile çalışmıştır. Çam ballarının nem miktarı ortalaması % 15.62 olarak bulmuştur. Sorkun ve ark (2001), yaptığı araştırmada balda nemin en düşük ve en yüksek oranını % 15.20 - 20.80; Gündoğan (2009)'da % 15,3 - 20,6; Gül (2008) % 17.92; Aydın ve ark (2008) % 13.2 - 19.2; Yardibi (2008) % 14,88 – 20,13; Çapar (2010) bal örneklerine ait % nem değerini % 14.84 - % 16.87; Saric (2003)'in adaçayı, kestane, dağ merası, çayır, çiçek, akasya bitkilerine ait bal örneklerinden % 15,4 - 16,9; Batu ve ark (2013) Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz bölgesinde toplanan ballarla yapılan araştırmada nemi % 14.01 - 17.12 olarak bulmuşlardır. Farklı araştırmacıların salgı ve çiçek ballarıyla yaptıkları araştırmada elde ettikleri nem oranları, Püren ve Yayla Çiçek Balı ile yapılan araştırmadakine benzerlik göstermektedir.

Konya Yayla Çiçek Balının Püren balına oranla nem oranının düşük olduğu görülmektedir. Balın nem oranının düşük olması onun olgunluğunu gösterir ve buna göre de uzun süre bozulmadan saklanabileceğini göstermektedir (Erdoğan ve ark 2004). Balda nem arttıkça balın kalitesi düşmektedir (Finola ve ark 2007). Ayrıca nem, balın stabil kalabilmesi ve maya fermentasyonu sonucu bozulmaya direncini gösteren kalite kriteri olduğuna göre (Bogdanov 2002), Konya Yayla Çiçek Balının Püren balına göre % nem oranı dikkate alındığında daha dayanıklı ve kaliteli bir bal olduğunu olduğu söylenebilir.

TGK Bal tebliği (2012/58)'ne göre, en fazla 0,8 mS/cm olması istenilen elektrik iletkenliği, araştırmada kullanılan Püren Balı ortalamasında 0.38 ± 0.01

µS/cm ve Yayla Çiçek Balında da 0.38 ± 0.01 µS/cm bulunarak tebliğe uygunluk göstermektedir.

Saric ve ark (2008), 4 farklı gruptaki bitkilere ait bal örnekleriyle yaptıkları araştırmada elektriksel iletkenliği 0,20 - 1,27 mS/cm; Çınar (2010) 1.26 mS/cm; Çapar (2010) 0,878 – 1,463 mS/cm; Batu ve ark (2013)'ları, 0.182 - 0.467 mS/cm; Gül (2008), 0.67 mS/cm; Güney ve ark (2011) 1.04mS/cm ve Sorkun ve ark (2001) 4.19 - 5.50 mS/cm olarak belirtmişlerdir.Yapılan araştırma ile yukardaki sonuçların farklılık göstermesi farklı bal çeşitleriyle çalışılmasından kaynaklanabilmektedir. Konya Yayla Çiçek Balı ile Püren Balının elektriksel iletkenlikleri arasındaki farkın önemsiz oluşu ise, her iki balın da çiçek balı olmasından ileri gelmektedir. Polat (2007)'ın, ayçiçeği ve çiçek balları dışındaki ballarla yaptığı araştırmada, elektriksel iletkenliklerinin yüksek olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmada ise elektriksel iletkenliğin düşük olması kullanılan balların çiçek balı olmasından kaynaklanmaktadır.

Püren Balında ve Yayla Çiçek Balında suda çözünmeyen katı maddenin ortalama değeri % 0.07 ± 0,01 bulunmuştur. Bu değer TGK Bal tebliği (2012/58)'nde en fazla % 0,1 olarak belirlenmiş olup, araştırmada kullanılan balların suda çözünmeyen katı madde oranının uygun olduğu görülmektedir.

TGK Bal tebliği (2012/58), HMF için en fazla 40 mg/kg'a izin vermektedir. Yapılan araştırmada Püren balında HMF değeri ortalaması 21.3 ± 3.5mg/kg, Yayla Çiçek Balında 22.31 ± 4.46mg/kg ile tebliğe uygundur.

Farklı araştırmacıların farklı bal çeşitleriyle yaptıkları araştırmalarda HMF miktarı 2,880 - 37,248 mg/kg (Gündoğan 2009); 5.63 mg/kg (Gül 2008); 3.70 - 389.36 mg/kg (Muli ve ark 2007); 1,14–19,98 mg/kg (Yardibi 2008); 2.30-38.20 mg/kg (Sorkun ve Başoğlu 2001); 3,5-8,2 mg/kg (Saric ve ark.2003); 0,14-24,39 mg/kg (Batu ve ark 2013) ile yapılan araştırmadaki analiz sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Çapar (2010)'un yaptığı araştırmada, 2008 yılında elde ettiği HMF 1.84 – 28.17mg/kg değerleri arasında iken, 2010 yılında 27.12 – 116.83 mg/kg'a kadar yükselmiştir. Aynı şekilde Aydın ve ark (2008)'nın yaptıkları araştırmada da 2.496-205.152 mg/kg arasında HMF değeri değişkenlik göstererek, yaptığımız araştırmadan farklılık göstermektedir. HMF değerinin 40 mg/kg'dan yüksek olması

da, diğer araştırmalarda balın işlem sırasında yüksek sıcaklıkta ısıtıldığı, uzun süre bekletildiği, depolandığını düşündürmektedir. Yapılan araştırmadan farklılık gösterenlerde HMF oranın l50 mg/kg dan büyük olması bala invert şeker katıldığının de bir belirtisi olabilir (Caner 2010). Araştırmada bulunan HMF değerinin 40 mg/kg'dan düşük olması, Püren Balı ve Yayla Çiçek Balının ısıl işleme tabi tutulmadığını, taze olduğunu ve invert şeker katılmadığını göstermektedir. HMF miktarının düşük olması istenilmektedir. Ancak gerek bala uygulanan yada maruz kalınan ısıl işlemler gerek depolama koşulları gerekse invert şeker katılması gibi etkenlere bağlı olarak HMF miktarında değişiklikler oluşmaktadır. Araştırmada Konya Yayla Çiçek Balının HMF miktarı Püren Balına göre daha yüksektir. Ancak HMF miktarının yasal sınırlar içinde de olması, her iki bal arasındaki farkın depolama koşullarından kaynaklı olabileceğini düşündürmektedir.

Prolin miktarı,TGK Bal tebliği (2012/58)'ne göre en az 300 mg/kg olmalıdır. Araştırmada kullanılan püren balında ortalama değer olarak 731 ± 143 mg/kg ile yayla çiçek balında 488 ± 105 mg/kg olarak bulunmuş olup, tebliğde izin verilen değerlere uygunluk göstermektedir.

Bazı araştırmacıların yaptıkları araştırmalarda buldukları prolin miktarı 612 mg/kg (Çınar 2010), 20.83 - 300.6 mg/kg (Muli ve ark 2007), 356.1 ppm (Gerónimo ve Fritz 2001), 254.9-688.5 mg/kg (Saric ve ark 2008) olarak bulunmuş olup, yapılan araştırma ile uyumludur. Güney ve ark (2011)'nın yaptıkları araştırmada 15 adet yayla balında prolin içeriğini ortalama 134 mg/kg olarak bulmuşlardır. Bu değer TGK Bal tebliğine uygunluk göstermemekte dolayısıyla Konya Yayla Çiçek Balındaki prolin ile de farklılık göstermektedir. Çınar ve Ekşi (2012)'in çam balıyla yaptığı araştırmada, prolin miktarı 301'den 977 mg/kg'lara kadar çıkmaktadır. Araştırmadaki Püren balı prolin miktarları ile uyumluluk göstermektedir.

Prolin, nektarın bala dönüşümü sırasında bal arısı tarafından eklenen ve balın olgunluğunu gösteren bir aminoasit olup, miktarı değişik unifloral ballarda karakteristik değerler göstermektedir (Hermosín ve ark 2003). Araştırmada analiz edilen Püren Balındaki prolin miktarı Konya Yayla Çiçek Balından fazla bulunmuştur. Püren balında dominant polen tek bir bitki olup, Yayla Çiçek Balında ise birden fazla sekonder polen tespit edilmiştir. Pirolin miktarındaki farklılığın Püren balındaki unifloral karakterinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yapılan araştırmada serbest asitlik püren balında 15.48 ± 3.35 meq/kg, Yayla Çiçek Balında da 24.62 ± 4.02 meq/kg bulunarak, en fazla 50 meq/kg olmasına izin veren TGK Bal Tebliği (2012/58)'ne uygun olduğu görülmektedir.

Balda yapılan analizlerde serbest asitlik değeri 10,71 - 32,29 meq/kg (Gündoğan 2009); 17.5 - 62.5 meq/kg (Ölmez 2009); 6 - 24 meq/kg (Aydın ve ark 2008); 24.34 - 32.81 meq/kg (Sorkun ve Başoğlu 2001); 17,82 – 41,77 meq/kg (Yardibi 2008); 6.73 - 47.07 meq/kg (Batu ve ark 2013) olarak bulunmuştur. Yapılan araştırmamızla diğer araştırmalardaki balların serbest asitlik değerleri paralellik göstermektedir. Muli ve ark (2007)'nın çalışmalarında serbest asitlik değerleri 18.00 - 71.85 mg/kg olarak tespit edilmiş olup, yasal mevzuat sınırları aşmaktadır. Bu nedenle yapılan çalışma ile farklılık göstermektedir.

Serbest asitlik değeri Konya Yayla Çiçek Balında Püren Balına göre yüksek bulunmuştur. Balda yüksek asit değerlerinin tespit edilmesi, balın zamanla fermentasyona uğradığını, sonuçta alkolün bakteriyel etkilerle asetik asite dönüştüğünün göstergesidir. Araştırmadaki her iki balın serbest asitlik değerlerinin 50 meq/kg'dan düşük olması balların fermentasyona uğramadığını ve balların taze olduğunu düşündürmektedir. Ancak püren balının daha düşük değerde olması araştırmada kullanılan Püren Balının, Konya Yayla Çiçek Balına göre daha taze olduğunu göstermektedir.

Yapılan araştırmada fruktoz, Püren Balında % 38.87 ± 0.65, Yayla Çiçek Balında da % 40.61 ± 0.28 olarak bulunmuştur. Glukoz analizinde ise Püren balında % 31.21 ± 0.63, Yayla Çiçek Balında ise % 31.34 ± 0.42 bulunmuştur. TGK Bal tebliğine (2012/58) göre Fruktoz+Glukoz en az % 60 olmalıdır. Araştırmada ballara ait fruktoz + glukoz değeri, Püren Balında % 70,08 ± 1,28; Yayla Çiçek Balında % 71,95 ± 0,7 ile tebliğe uygunluk göstermektedirler. Fruktoz/glukoz oranı; Püren Balında 1,25 iken Yayla Çiçek Balında 1,3 olarak bulunmuştur.

Balın yapısı ve şekerlenmesi arasındaki ilişki en çok fruktoz/glikoz veya glikoz/su oranlarıyla saptanabilmektedir. Bu kriterler balın kalitesini belirlemede çok önemlidir. Özellikle yayla balları zamanla kristalize olmaktadır. Kristalizasyon balın su içeriği ile bünyesindeki fruktoz ve glikoz şekerleri arasındaki oranla ilgilidir. Fruktoz/Glikoz oranı büyüdükçe balın şekerlenme eğilimi azalmaktadır. Balın tadı

yapısındaki şekerlerin miktarı, türü ve birbirlerine oranı ile ilgilidir (Günbey 2009). Yardibi (2008)'in yaptığı araştırmada fruktoz/glikoz değer aralıkları 0,91–1,42 ile yaptığımız araştırmaya benzerlik göstermektedir. Aynı şekilde diğer araştırmacıların farklı ballarda yaptıkları araştırmalarda fruktoz % 32.57, glukoz % 27.36, fruktoz/glukoz 1.20 (Çınar 2010); fruktoz % 39.54, glukoz % 32.19, fruktoz/glukoz 1.23 (Gül 2008); glukoz % 39.97- 44.42, fruktoz % 35.00- 42.50, fruktoz/glukoz 0,88-0,96 (Agbagwa ve ark 2011); fruktoz % 57.03, glukoz % 102.66 fruktoz/glukoz 0,56 (Muli ve ark 2007); fruktoz % 39.93 - 42.04, glukoz % 35.30 -38.20 (Sorkun ve Başoğlu 2001); fruktoz % 23,0 - 42.6, glukoz % 22.0 - 35.0 (Cavrar ve ark 2013); fruktoz % 34.0 - 43.12, glukoz % 28.37 - 37.46 (Batu ve ark 2013) ile yapılan araştırmayla paralellik oluşturmaktadır.

Saric ve ark (2008)'nın yaptıkları araştırmada, farklı bitki çeşitlerinde (adaçayı, kestane, dağ merası, çayır, çiçek, akasya) elde edilen toplam şeker % 70,5 - 73,1 olup, Yayla Çiçek balı ve Püren balı araştırmasıyla uyumluluk göstermektedir. Güney ve ark (2011)'nın çalışmasında yayla balındaki invert şeker oranı % 52.45 - 77.58, Uçkun (2011) 'un çalışmasında da toplam şeker miktarları narenciye balında 83.6 g/100 g ve geven balında 84.4 g/100 g olarak belirlenmiştir. Yapılan araştırmalarla Konya Yayla Çiçek Balı paralellik göstermektedir.

Konya Yayla Çiçek Balı ile Püren Balı fruktoz oranı farklılık göstermekte, glukoz oranlarında ise farklılık bulunmamaktadır. Balın yapısı ve şekerlenmesi arasındaki ilgi ise en çok fruktoz/glikoz veya glikoz/su oranlarıyla saptanabilmektedir. Eğer bitkide glikoz miktarı fruktoz miktarından fazla ise balda şekerlenme daha çabuk olmaktadır. (Doğaroğlu 2009, Korkmaz 2010). Glukoz oranı her iki balda da fruktoz oranından daha düşük olması balda şekerlemenin olmadığını düşündürmektedir. Früktoz ve glukoz içerikleri, farklı bitkisel orijinli balların nitelendirilmesinde iyi parametrelerdir (Haroun 2006). Fruktozun her iki balda farklılık oluşturması farklı bitkisel orjinli ballara ait olmalarından kaynaklandığını düşündürmektedir.

Diastaz sayısının, TGK Bal tebliği (2012/58)'nde en az 8 olması istenmektedir. Araştırmada analiz edilen Yayla Çiçek Balında 12.54 ± 0.56 iken, Püren Balında 37.81 ± 1,56 bulunarak tebliğe uygunluk göstermektedir.

Diğer araştırmalarda kullanılan ballardaki diyastaz sayısı 8.30 - 17.9 (Batu ve ark 2013); 10.90 - 38.50 (Sorkun ve Başoğlu 2001); 12,2 - 29,9 (Saric ve ark 2008); 2,5 - 17,9 (Gündoğan 2009); 17.45 (Gül 2008); 8.03 - 56.98 (Muli ve ark 2007); 15,02 - 23,98 (Yardibi 2008) olarak bulunmuştur. Yapılan araştırma ile sonuçların paralel olduğu görülmektedir.

Yapılan araştırmada Püren Balının diastaz sayısı, Konya Yayla Çiçek Balına göre daha yüksek bulunmuştur. Yapılan çalışmalarda sıcaklık ve depolama süresinin artmasıyla baldaki HMF içeriğinin arttığı ve diastaz sayısının azaldığı bildirilmektedir (Çınar ve Ekşi 2012). Balda diastaz sayısının düşük olması istenmeyen bir durumdur. Yasal sınırları aşması durumunda balın fermentasyona uğradığını düşündürmektedir. Bu durumda Püren balının Konya Yayla Çiçek balına göre daha taze olduğunu göstermektedir.

Balda protein ve ham bal C_{13} değerlerinden hesaplanan C_4 şekerleri oranı ortalama değerleri Püren balında % 5,7 ± 0.08, Yayla Çiçek Balında ise %5,58 ± 0.14 olarak bulunmuştur. TGK Bal tebliğine (2012/58) göre C_4 şekerleri oranının en fazla % 7 olması istenmektedir. Araştırmada kullanılan balların tebliğe uygun olduğu görülmektedir. Çınar (2010), 100 adet çam balı ile yaptığı araştırmada % 2.3 C_4 şeker bularak, araştırmamızla uyumluluk göstermektedir.

Yapılan araştırmada Konya Çiçek Balı ve Püren Balı C_4 şekeri analiz sonuçlarında farklılık bulunmamıştır. Balda C_4 şekeri analizi, bala sonradan C_4 şekeri katılarak üretilen veya C_4 şekeri ile beslenen arılardan elde edilen balların tespit edilmesi amacıyla yapılmaktadır. Araştırmada C_4 şekerinin % 7 den düşük olması Püren Balı ve Yayla Çiçek Balına dışarıdan C_4 şekerinin katılmadığını göstermektedir.

Konya Yayla Çiçek Balı ile Püren balında yapılan polen analizi sonucunda, orijin tanımlaması gerçekleştirilerek 46 bitki türüne ait polen tespit edilmiştir. TGK Bal tebliği (2012/58)'ne göre, botanik orijini belirtilen balların bu özelliklerinin polen analizi ile uyumlu olması gerektiği belirtilmiş olup, püren balında yapılan polen analizi sonucunda dominant polen olarak Süpürge çalısı - Püren (*Calluna vulgaris*) bitkisi bulunarak tebliğe uyumluluk göstermektedir.

Balın kaynağı, balda bulunan polenlerin analizi ile belirlenmektedir (Korkmaz 2010, Yayçep 2001). Yapılan çalışmada, Konya Yayla Çiçek Balında dominant polen tespit edilmemekle birlikte, sekonder polen olarak tırfil (*Hedysarum*), Gülgiller (*Rosaceae*) ve Korunga (*Onabrychis vicifolia*) tespit edilmiştir. Buna göre polen analizindeki farklılıkların, multifloral bal niteliğinde olan Konya Yayla Çiçek balı ile monofloral bal olan Püren Balının bitkisel orijinlerinden kaynaklı olduğu görülmektedir.

Araştırmacılardan Sabuncu ve ark (2002) Bursa bölgelerine ait olduğu saptanan polen örnekleri, *Cistaceae*'den, *Cistus* spp, *Campanulaceae*'den *Campanula* spp., *Boraginaceae*'den *Echium* spp. ile *Brassicaceae* ve *Rosaceae* familyalarına ait taksonların polenleri dominant; Demircan (2005)'ın yaptığı çalışmada, Kartal ilçesine ait bal örneklerinde *Ericaceae* familyasının polenleri dominant; Aksoy ve Demirtaş (2008)'ın yaptıkları çalışmada, Ege Bölgesi ve çevresinde *Centaurea , Leguminosae, Compositae, Verbascum, Papaver* ve *capparis* polenleri dominant; Taşkın ve İnce (2009)'nin araştırmasında, Burdur ili ve bölgesinden *Apiaceae, Pimpinella anisum*, *Anthriscus*, *Cardamine*, Compositae, *Centaurea*, Ericaceae ve *Dianthus* taksonlarına ait polenleri; Terzi ve ark (2010)'ları tarafında, Bilecik ili ve çevresinden *Acanthaceae* ve *Aceraceae* familyalarının polenleri dominant ve sekonder; *Asteraceae, Brassicaceae, Pinaceae* ve *Fabaceae* familyalarına ait polenler sekonder ve minor; *Moraceae* ve *Tiliaceae* familyalarının polenleri sadece sekonder polenler olarak dağılım göstermiştir. Yapılan araştırmalarda farklı bölgelerde farklı çiçek ballarının kullanılmasından kaynaklı olarak polen analizlerinde farklılıklar görülmektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu araştırma kapsamında, Konya Arı Yetiştiriciliği Birliği tarafından hasat dönemlerinde temin edilen yöresel yayla çiçek ve püren ballarından, 20'şer adet olmak üzere toplam 40 adet bal numunesi kullanılmıştır. Her bir bal numunesi, bal üreticilerinden 500 gr'lık kavanozlara alınıp, analizler için laboratuvarlara getirilerek incelendi.

Bu araştırmadaki sonuçlar değerlendirildiğinde, Konya Yöresel Yayla Çiçek ve Püren bal numuneleri arasında % nem, HMF, prolin, serbest asitlik, früktoz, diastaz sayısı açısından ($p<0.05$) düzeyinde fark olduğu belirlendi. Bal numuneleri arasında elektriksel iletkenlik, suda çözünmeyen katı madde, % glikoz ve C4 değerleri bakımından ise fark olmadığı tespit edildi.

Konya Yöresel Yayla Çiçek ve Püren ballarında incelenen toplam 40 adet numune ile yapılan polen analizi sonucunda, orijin tanımlaması gerçekleştirildi ve 46 çeşit bitki türü tespit edilerek ballarda bulunma yüzdesi belirlendi. Analiz edilen tüm bal numunelerinin TGK Bal tebliğine uygun olduğu gözlemlendi.

Konya bölgesinde üretilmeye devam eden yöresel yayla ve püren çiçek ballarının kalite kriterlerinin belirlenmesi ve birbirleriyle karşılaştırılması sonucunda, ballara ait somut veriler elde edildi.

Konya yayla balının püren balına nazaran nem oranının daha düşük olduğu, dolayısıyla düşük nem oranı olgunluğun göstergesi olduğundan yayla balının bozulmadan daha uzun süre saklanabileceği ve daha dayanıklı olduğu kanaatine varıldı.

Bal numunelerinin elektriksel iletkenliklerinin çok düşük çıkması botanik orijininin çiçeklerden sağlandığının bir göstergesidir.

Bu araştırmada HMF değerinin (40 mg/kg) dan düşük olması bal numunelerinin taze olduğunu ve invert şeker katılmadığını göstermektedir.

Püren balının prolin miktarı yayla balından daha yüksektir. Dolayısıyla aminoasit miktarının daha fazla olduğu ve doğal çiçekten elde edildiği söylenebilir.

Bal numunelerinin asitlik değerlerinin düşük çıkması balın fermente olmadığı yani taze olduğunu göstermektedir.

Püren balının diastaz sayısı yayla balından daha yüksek bulunmuştur. Ballarda diastaz sayısının yüksek olması istenir, düşük olması sıcaklık ve depolama süresinin uzunluğunu gösterir.

Bal numunelerindeki früktoz ve glikoz oranları normal değerlerdedir. Bütün bal örnekleri bu parametre yönünden güvenilir ve kristalleşmeye karşı dayanıklı olduğu söylenebilir.

Bal örneklerinde yapılan polen analizi sonucunda 46 çeşit bitki tespit edilmiştir. Püren balında yapılan polen analizi sonucu dominant polen olarak;Püren (Calluna vulgaris) bitkisine rastlanmıştır. Yayla balında ise tırfil, gülgiller ve korunga bitki türlerinden oluşan sekonder polenler belirlenmiştir. Dolayısıyla bu durum her iki bal çeşidinin kendi özelliklerini yansıtan ve ismini alan çiçeklerden elde edildiğinin göstergesidir. Balların doğal olduğu söylemek oldukça gerçekçidir.

Yapılan bu araştırmada elde edilen sonuçlar ışığında; Yayla ve Püren ballarının üretiminin arttırılması ve kalitenin standartlaştırılması konusunda üreticiler bilgilendirilmelidir. Ortaya çıkabilecek olumsuz durumlar hakkında gerekli bilgiler verilmeli, alınacak tedbirler belirlenerek üreticilere aktarılmalıdır.

Püren ve Yayla Çiçek ballarının çalışmaları yapılmalı, ekonomiye daha fazla katkı yapacak adımlar atılmalıdır. Tüketicilere yönelik tanıtım faaliyetleri yapılmalıdır.

Üretimin daha hijyenik şartlarda yapılması hususunda gerekli önlemler alınmalı, eğitim faaliyetleri düzenlenmeli, üreticilerin sürekli ve etkili kontrollerle denetlenmesi gerektiği düşünülmektedir.

6. ÖZET

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Konya Yöresel Yayla Balı ile Püren Balının Kalite Kriterleri Yönünden Karşılaştırılması

Emine ÇİFTCİ

Besin Hijyeni ve Teknolojisi (Vet) Anabilim Dalı

YÜKSEK LİSANS TEZİ / KONYA-2014

Bu çalışmada Konya Arı Yetiştiriciliği Birliği tarafından hasat dönemlerinde temin edilecek olan yöresel yayla çiçek ve püren ballarından, 20'şer adet olmak üzere toplam 40 adet bal numunesi kullanılmıştır. Her bir bal numunesi, bal üreticilerinden 500 gr'lık kavanozlara alınıp, analizler için laboratuvarlara getirilmiştir. Konya Yöresel Yayla Çiçek ve Püren ballarında prolin, rutubet tayini, polen, elektriksel iletkenlik, balda suda çözünmeyen katı madde tayini, diastaz sayısı, balda asitlik (serbest), fruktoz, glukoz ve sakaroz düzeyleri belirlenmiştir. Bal numunelerinin analizlerinde TGK Bal tebliğinde belirtildiği üzere uluslararası kabul görmüş Türk Standartları Enstitüsü analiz metotları kullanılmıştır. Analiz bulguları sonucunda incelenen örneklerin ortalama değerleri alınmış, Konya Yöresel Yayla Çiçek ve Püren balları arasındaki istatistiksel analizler yapılmış ve TSE standartları ve TGK Bal Tebliği açısından değerlendirilmiştir.

Bu araştırmadaki Konya Yayla Çiçek balından elde edilen sonuçların ortalama değerleri nem % 17.5 ± 0.65, elektriksel iletkenlik 0.38 ± 0.01 µs/cm, suda çözünmeyen katı madde miktarı 0.07 ± 0.01, HMF değeri 22.31 ± 4.46, prolin 488 ± 105, serbest asitlik 24.62 ± 4.02 meq /kg, fruktoz oranı % 40.61 ± 0.28, glukoz oranı % 31.34 ± 0.42, diastaz sayısı 12.54 ± 0.56, C_4 şekerleri oranı % 5,5 ± 0.14 olarak bulunmuştur. Bu araştırmadaki Konya Püren Balından elde edilen sonuçların ortalama değerleri nem % 20.4 ± 0.78, elektriksel iletkenlik 0.38 ± 0.01 µs/cm, suda çözünmeyen katı madde miktarı 0.07 ± 0,01, HMF değeri 21.3 ± 3.5, prolin 731 ± 143, serbest asitlik 15.48±3.35 meq /kg, fruktoz oranı % 38.87 ± 0.65, glukoz oranı % 31.21 ± 0.63, diastaz sayısı 37.81 ± 1,56, C_4 şekerleri oranı % 5,7 ± 0.08 olarak bulunmuştur. Konya Yöresel Yayla Çiçek ve Püren bal numunelerinde % nem, HMF, prolin, serbest asitlik, früktoz, diastaz sayısı açısından ($p<0.05$) düzeyinde önemli bulunmuştur. Bal numuneleri arasında elektriksel iletkenlik, suda çözünmeyen katı madde, % glikoz ve C_4 bakımından fark olmadığı tespit edilmiştir. Konya Yöresel Yayla Çiçek ve Püren ballarında incelenen toplam 40 adet numune ile yapılan polen analizi sonucunda, orijin tanımlaması gerçekleştirilmiş ve 46 çeşit bitki türü tespit edilerek ballarda dominant ve sekonder polenler belirtilmiştir.

Sonuç olarak Konya Yöresel Yayla Çiçek ve Püren ballarında bazı kriterler yönünden aralarında farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Analiz edilen tüm bal numunelerinin TGK bal tebliğine uygun olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Bal; Kalite Kriterleri; Püren; Yayla.

7. SUMMARY

Comprasion from the Quality Criteria Terms of Konya Highlands Regional Honey and Puren Honey

İn this study 20 regional highlands flowers and heather has a total 40 pieces honey is used which will be provided by the harvest period from beekeepers association Konya. Each sample of honey taken 500 g jars by manufactures , were brought to the laboratory for analysis. Proline, determination of moisture, polen, electrical conductivity, determination of water insoluble matter, number of diastase, the acidity of honey, fructose, glucose and sucrose levels were examined from Konya regional highlands flowers and heather honey. For analysis of honey samples is used international accepted analysis methods of TSE as indicated in the TGK notification of honey.

İn this study Konya regional highlands flowers honey's analysis result's of average numbers were found: moisture %17,5 ± 0,65, electrical conductivity 0,382 ±0,0026 µs/em, water insoluble matter 0,071 ± 0,0137, HMF 22,31 ±4,46, Proline 488 ± 105, the acidity of honey 24,62 ± 4,02 meq/kg, fructose %40,612 ±0,283, glucose %31,336 ±0,417 number of diastase 12,54 ±0,78, and C_4 sucrose %5,5 ±0,140. And Konya heather honey's analysis result's of average numbers were found: moisture %20,4 ± 0,78, electrical conductivity 0,378 ±0,0058 µs/em, water insoluble matter 0,073 ± 0,0106, HMF 21,3 ±3,5, Proline 731 ± 143, the acidity of honey 15,48 ± 3,35 meq/kg, fructose %38,867 ±0,648, glucose %31,209 ±0,628 number of diastase 37,81 ±1,56, and C_4 sucrose %5,7 ±0,84. Honey samples of Konya regional highlands flowers and heather honey %moisture, HMF, Proline, the acidity of honey, fructose and number of diastase were found important in $p<0,05$ signifance level. Among samples of honey's electrical conductivity, water insoluble matter, % glucose and C_4 sucrose was found no differences.

As a result of the polen analysis by examinig of total 40 samples of Konya regional highlands flowers and heather honey'were performed origin identification and 46 variety of plant species honey were identified honey dominant and sekonder pollens. And Konya Konya regional highlands flowers and heather honey's were determined differences about some kriteria .All honey samples of analized samples were found appropriate for TGK honey notification.

Key Words: Honey; Quality Critera; Püren; Yayla.

8. KAYNAKLAR

1. Acquarone C, Buera P, Elizalde B. Pattern of pH and electrical conductivity upon honey dilution as a complementary tool for discriminating geographical origin of honeys. Food Chemistry. 2007;101: 695–703.
2. Agbagwa OE, Otokunefor TV, Nnenna FPJ. Quality assessment of Nigeria honey and manuka honey.Microbiol,Biotech,Res. 2011;1(3):20-31.
3. Akdeniz G, Şahin S, Yılmaz Ö, Karataş Ü, Karmaz E, Kabakçı D, Yaşar N. Karaçalı *(Paliurus spina-christi* Miller*)* ve Ayçiçeği *(Helianthus annuus* L.*)* Ballarının Mikroskobik Yapısı ve Biyokimyasal Özelliklerinin Karşılaştırılması. Arıcılık Araştırma Dergisi. 2013;5(9):22-25.
4. Aksoy E, Demirtaş C. İzmir İli Piyasasında Satılan Bazı Baların Polen İçerikleri ve Antimikrobiyal Özellikleri. Özel Ege Lisesi. İzmir. 2008.
5. Altıparmak Gıda. http://www.altiparmak.com.tr/bal. Erişim tarihi 29/08/2014.
6. Atayoğlu T. Apiterapi Açısından Arı Ürünlerinin Kalite Kriterleri ve Standardizasyonu. TSE Standart Ekonomik ve Teknik Dergi. 2012;51(601):68-73.
7. Aydın BD, Sezer Ç, Oral NB. Satışa Sunulan Süzme Balların Kalite Niteliklerinin Araştırılması. Kafkas Üniv Vet Fak Derg. 2008; 14(1): 89-94.
8. Aydın Ç, Özel F. Gıda Analizleri (TS Standartları Kaynaklı). Pars Eğitim Danışmanlık ve Mühendislik Hizmetleri. Erişim Tarihi: 03.09.2014. http://firatozel.wordpress.com.
9. Başoğlu FN, Sorkun K, Löker M, Doğan C, Wetherilt H. Saf ve Sahte Balların Ayırt Edilmesinde Fiziksel, Kimyasal ve Palinolojik Kriterlerin Saptanması. Gıda.1996;21(2):67-73.
10. Batu A, Küçük E, Çimen M. Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz Bölgeleri Çiçek Ballarının Fizikokimyasal ve Biyokimyasal Değerlerinin Belirlenmesi. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi. 2013;8(1):52-62.
11. Bogdanov S. Harmonised Methods of The International Honey Commission. 2002;1–62.
12. Bölükbaşı DN. Ambalajlı Balların Melitopalinolojik, Kimyasal ve Organoleptik Analizleri. Hacettepe Üniversitesi. H.Ü. Biyoloji ABD. Yüksek Lisans Tezi. 2007.
13. Caner C. Bazı Özel Gıdalar İle Fermente Gıdaların Kalite Kontrolü. AÜ. Açık. Öğretim Fak. 2010;2069:1103(4).
14. Cavrar S, Yıldız O, Şahin H, Karahalil F, Kolaylı S. Comparison Of Physical And Biochemical Characteristics Of Different Quality Of Turkish Honey. Uludag Bee Journal November. 2013; 13(2): 55-62 55.
15. Çapar DD. Türkiye'de Üretilen Çam Ballarının Fizikokimyasal Özellikleri ve Mineral İçeriklerinin Belirlenmesi ve Depolamadaki Değişimleri. S.Ü.Fen Bil. Ens. Gıda Muh. ABD. Yüksek Lisans Tezi. 2010.
16. Çetin K, Alkın E, Uçurum HÖ. Piyasada Satılan Çiçek Ballarının Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi. Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi. 2011;11:49-56.
17. Çınar SB. Türk Çam Balının Analitik Özellikleri. A.Ü.Fen Bil. Ens. Gıda Müh. ABD. Doktora Tezi. 2010.
18. Çınar SB, Ekşi A. Türkiye'de Üretilen Çam Balının Kimyasal Profili. Gıda. 2012; 37(3): 149-156.
19. Demircan, AD. Kartal İlçesi (İstanbul) Balların Palinolojik Analizi. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. 2005.
20. Derebaşı E, Bulut G, Col M, Güney F, Yaşar N, Ertürk Ö.Physicochemical and Residue Analysis of Honey From Black Sea Region of Turkey. Fresenius Environmental Bulleti. 2014;23(1).
21. Dixon B. Bacteria can't Resist Honey. The Lancet Infectious Deseases. 2003;3:116.
22. Doğan M. Marketlerde ve Aktarlarda Satılan Balların Antioksidan ve Oksidan Kapasitelerinin Araştırılması. Harran Üniv. Biyoloji ABD. Yüksek Lisans Tezi. 2007.
23. Doğan M. Ege Bölgesinde Üretilen Hayıt ve Çam Ballarında Isıtmanın ve Depolama Süresinin Hidroksimetilfurfural Miktarı ve Diastaz Sayısı Üzerine Etkileri. AMÜ. Fen Bil. Ens. Zootekni ABD. Yüsek Lisans Tezi. Aydın. 2013.
24. Doğaroğlu M. Çiçekten Sofraya Balın Öyküsü. YKY Basımevi.1. Baskı.2007.
25. Doğaroğlu M. Modern Arıcılık Teknikleri. Doğa Arıcılık Tic. Ltd. Şti. 4.baskı. 2009;219-220.
26. Erdoğan Y, Dodoloğlu A, Zengin H. Farklı Çevre Koşullarının Bal Kalitesi Üzerine Etkileri. 4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi. Konya. 2004: 223–227.
27. Fallico B, Zappala, M, Arena E. Verzea A. Effect of conditioning on hmf content in unifloral honeys. Food Chemistry. 2004; 85: 305-313.
28. Finola MS, Lasagno MC, Marioli JM. Microbiological and chemical characterization of honeys from central argentina. Food Chem. 2007;100:1649–1653.
29. Genç F, Dadoloğlu A. Arıcılığın Temel Esasları, Erzurum, Atatürk Ü. Ziraat Ofset Tesisi, 2002;233.

30. Gerónimo JD, Fritz R. Prolıne In Argentıne Honeys. Proceedings of the 37th International Apicultural Congress. 28 October – 1 November 2001. Durban. South Africa Apımondıa.
31. Gül A. Türkiye'de Üretilen Bazı Balların Yapısal Özelliklerinin Gıda Güvenliği Bakımından Araştırılması. MKÜ Fen Bil. Ens. Zootekni ABD. Doktora Tezi. 2008.
32. Günbey B. Yayla Balı İle Salgı Balının Yapısal Özellikleri. Arıcılık Araştırma Dergisi. 2009;1(2):26-30.
33. Günbey VS, Günbey B, Güney F, Yılmaz Ö. Ordu İli Bal Üreticilerinden Elde Edilen Balların Biyokimyasal Yapısının İncelenmesi. Arıcılık Araştırma Dergisi. 2010;2(4):20-24.
34. Gündoğan M. Muğla Yöresi Çam Ballarının Kimyasal Analizleri. Muğla Üniversitesi. Yüksek Lisans Tezi. 2009; 7.
35. Güney F, Yılmaz O, Demir T, Yılmaz M. Çam Balı ve Yayla Ballarının Bazı Biyokimyasal Özelliklerinin Karşılaştırılması. Arıcılık Araştırma Dergisi. 2011;3(6):7-10.
36. Haroun MI. Türkiye'de Üretilen Bazı Çiçek ve Salgı Ballarının Fenolik Asit ve Flavonoid Profilinin Belirlenmesi. AÜ Fen Bil. Ens. Ankara. Doktora Tezi.2006.
37. Has A. Van Piyasasında Satışa Sunulan Balların Kalite Üzerine Etkili Olan Bazı Fiziksel Ve Kimyasal Özellikler Bakımından Karşılaştırılması. YYÜ Fen Bil. Ens. Zootekni ABD.Yüksek Lisans Tezi. 2013.
38. Hermosín I, Chicon RM, Dolores Cabezudo M. Free Aminocid Composition and Botanical Origin of Honey. Food Chemistry. 2003;83: 263–268.
39. IHC Metods.Harmonised Methods of The International Honey Commission. Schade Diastase Determination Method. 2009:35-42. Erişim tarihi: 26.06.2014. http://www.bee-hexagon.net/en/network.htm.
40. Karadal F, Yıldırım Y. Balın Kalite Nitelikleri, Beslenme ve Sağlık Açısından Önemi. Erciyes Üniv Vet Fak Derg; 2012: 9(3) 197-209.
41. Khalil MI, Sulaiman SA, Gan SH. High 5-Hydroxymethylfurfural Concentrations are Found in Malaysian Honey Samples Stored for More Than One Year. Food Chem Toxicol. 2010;48: 2388–2392.
42. Konak F. Türkiye'de Arıcılığın Gelişimi ve Verimlilik Çalışmaları. TSE Standart Ekonomik ve Teknik Dergi. 2012;51(601);34-39.
43. Korkmaz A. Arıcılık. Samsun Valiliği. TİM Çiftçi Eğitim ve Yayım Şb. Yayını. 2010.
44. Köseoğlu M, Doğaroğlu M. Arı Ürünleri. TSE Standart Ekonomik ve Teknik Dergi. 2012;51(601);94-98.
45. Küplülü Ö, Kahraman SD. Süzme Ballarda Muhafaza Sıcaklığının HMF Değeri ve Diastaz Aktivitesi Üzerine Etkisi. AÜ Bilimsel Araştırma Projesi. 2011.
46. Lazaridou A, Biliaderis C, Bacandritsos N, Sabatini AG. Composition, Thermal and Rheological Behaviour of Selected Greek Honeys. Journal of Food Engineering. 2004;64, 9–21.
47. MEGEP. Bal Analizleri-1.Gıda Teknolojileri. Ankara.2009.
48. Muli E, Munguti A, Raina SK. Quality of Honey Harvested and Processed Using Traditional Methods in Rural Areas of Kenya. Acta Vet. Brno. 2007; 76: 315-320.
49. Ölmez Ç. Türkiye'de Üretilen Farklı Çiçek ve Salgı Bal Çeşitlerinin Bazı Kalitatif ve Besinsel Özellikleri. S.Ü.Fen Bil. Ens.Gıda Müh.A.B.D.Yuksek Lisans Tezi. 2009.
50. Önalan ES. Bazı Bal Çeşitlerinde Uçucu (Aroma) Bileşiklerinin Belirlenmesi. İÜ Fen bil. Ens. Kimya ABD. Yüksek Lisans Tezi.2009.
51. Özcan M, Arslan D, Ceylan DA. Effect of İnverted Saccharose on Some Properties of Honey. Food Chem. 2006; 99, 24–29.
52. Öztürk O. Arı Ürünlerinin Sağlık Üzerine Etkileri. Bal ve Diğer Arı Ürünleri ile Sağlıklı Yaşam Platformu. 2012. www.ariplatformu.org. Erişim tarihi.10.09.2014.
53. Pawlowska M, Armstrong DW. Evaluation of Enantiomericpurity of Selected Aminoacid in Honey. Chirality. 1994;6: 270-276.
54. Petrie A, Watson P. Statisticsfor Veterinaryand Animal Science. Alden Pres. Oxford and Northampton. 1999.
55. Polat G. Farklı Lokasyon ve Orijinlere Sahip Balların Reolojik, Fizikokimyasal Karakteristikleri ve Mineral İçeriklerinin Belirlenmesi. S.Ü.Fen Bil. Ens.Yüksek Lisans Tezi.2007.
56. Resmi Gazete. 28366 sayılı "Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği (2012/58)". 27.7.2012.
57. Sabuncu İ, Bıçakçı A, Tatlıdil S, Malyer H. Bursa Piyasasında Satılan ve Uludağ İle Karacabey Yörelerine Ait Olduğu Belirtilen Polenlerin Mikroskobik Analizi. Uludağ Arıcılık Dergisi. Ağustos. 2002:3-9.
58. Salinas F, Espinosa AM, Nevado J.J.B. Flow Injection Determination of HMF in Honey by the Winker Method. Fresenius Journal of Analytical Chemistry.1991;340:250-252.

59. Saric G, Matkovic D, Hruskar M, Vahcic N. Characterisation and Classification of Croatian Honey by Physicochemical Parameters. Characterisation of Croatian Honey. Food Technol. Biotechnol. 2008; 46 (4) 355–367.
60. Sorkun K, Başoğlu ON. Physıcochemıcal Characterıstıcs and Composıtıon Of Eucalyptus Camaldulensıs Dehnh. Honey Produced In Turkey. 2001.
61. Şahinler N, Şahinler S, Gül A. Biochemical Composition of Honeys Produced in Turkey. J. of Apic. Res. 2004; 43 (2):53-56.
62. Takeshi N, Mizuho S, Reiji I, Hachiro I, Nobutaka S. Antioxidative Activities of Some Commercially Honeys, Royal Jelly and Propolis. Food Chemistry. 2001;237-240.
63. Talu Ş. Arıcılık Sektör Profili. İstanbul Ticaret Odası. Bilgi ve Doküman Yönetimi Şubesi.2004:21.
64. Taşkın D, İnce A. Burdur Yöresi Ballarının Polen Analizi. Süleyman Demirel Üniv. Fen Bilimleri Ens. Dergisi. 2009;13(1):10-19.
65. Terzi E, Yılmaz H, Sakar V. Bilecik ve Çevresinde Üretilen Ballarda Bulunan Polenlerin Araştırılması. Ulusal Meslek Yüksekokulları Öğrenci Sempozyumu. Düzce. 21-22 Ekim 2010.
66. Tolon B. Muğla ve Yöresi Çam Ballarının Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniv. Fen Bil. Enst. Doktora Tezi. 1999.
67. Tosi E, Ciappini M, Re E, Lucero H. Honey Thermal Treatment Effects On Hydroxymethylfurfural Content. Food Chem.2002;77, 71–74.
68. Tosi E, Martinet R, Ortega M, Lucero H, R'e E. Honey diastase activity modified by heating. Food Chem 2008; 106: 883–887.
69. TSE. Türk Standardı. TS 13262.Balda Bitki Şekerleri (C4) Tayini-Sürekli Akış Metodu. Şubat 2007.
70. TSE. Türk Standardı. TS 13357.Balda Prolin Muhtevasının Tayini. Mart 2008.
71. TSE. Türk Standardı. TS 13359. Bal-Fruktoz, Glukoz, Sakaroz, Turanoz ve Maltoz Muhtevası Tayini - Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) Metodu. Mart 2008.
72. TSE. Türk Standardı. TS 13360.Bal- Serbest Asit Muhtevasının Tayini. Mart 2008.
73. TSE. Türk Standardı. TS 13365.Bal Su Muhtevası Tayini- Refraktometrik Metot. Mart 2008.
74. TSE. Türk Standardı. TS 13366.Bal Elektrik İletkenliği Tayini. Nisan 2008.
75. TSE. Türk Standardı. TS 3036 ve 3036/T1. Bal. 2002/ Ocak 2010/ Eylül 2013.
76. TUİK. Türkiye İstatistik Kurumu 2013.
77. Turhan I, Tetik N, Karhan M, Gurel F, Tavukcuoglu HR. Quality of Honeys İnfluenced By Thermal Treatment. Lebensm Wiss Technol. 2008; 41: 1396–1399.
78. Turkmen N, Sari F, Poyrazoglu ES, Velioglu YS. Effects Of Prolonged Heating On Antioxidant Activity And Colour Of Honey. Food Chem. 2006; 95: 653–657.
79. Uçkun O. Narenciye ve Geven Ballarının Aroma ve Aroma Aktif Bileşiklerinin Belirlenmesi. ÇÜ Fen Bil. Ens. Gıda Müh. ABD. Yüksek Lisans Tezi. 2011.
80. White JWJR, Riethof ML, Kushnir L. The Effect of Storage on Carbohydrates, Acidity and Diastase Content. Composition of Honey. VI. Journal of Food Science. 1961;26: 63–66.
81. Wodehouse, R.P. Pollen Grains. M.C. Graw. Hill N.Y. 1935.
82. Yanniotis S, Skaltsi S, Karaburnioti S. Effect of Moisturecontent on The Viscosity of Honey At Different Temperatures. Journal Food Engineering. 2006;72, 372- 377.
83. Yardibi MF, Gümüş T. Some physico-chemical characteristics of honeys produced from sunflower plant (*Helianthus annuus* L.). International Journal of Food Science & Technology.2010:45(4);707-712.
84. Yardibi MF. Teki**r**dağ Yöresinde Üretilen Ayçiçeği Ballarının Bazı Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Namık Kemal Üniversitesi. Yüksek Lisans Tezi. 2008.
85. Yayçep. Arıcılık. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Teşkilatlanma ve Destekleme Genel Müdürlüğü Çiftçi Eğitimi ve Yayım Serisi. Yayın No: 33. 2001.
86. Yılmaz H. Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi Ballarının Kimyasal Bileşimlerinin Araştırılması. Atatürk Üniv. Fen Bil. Ens. Kimya ABD. Doktora Tezi. 1994.
87. Zappalà M, Fallico B, Arena E, Verzera A. Methods for the determination of HMF in honey: a comparison. Food Control. 2005:16(3);273–277.

9. ÖZGEÇMİŞ

1975 yılında Konya'nın Ilgın İlçesi'nde memur bir ailenin çocuğu olarak doğdu. İlk ve Orta öğrenimini Konya'nın Seydişehir, Ereğli ve Meram ilçelerinde başarıyla tamamladı. 1999 yılında Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi'nden mezun oldu.

Çeşitli özel kuruluşlarda sorumlu müdür olarak görev yaptı. 2006 yılında Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığına bağlı Konya Veteriner Kontrol Enstitüsü'nde göreve başladı. Enstitü'nün Patoloji ve Toksikoloji laboratuvarlarında veteriner hekim olarak görev yaptı. 2013 yılında Enstitü Müdürlüğü'ne Müdür Vekili olarak atandı. Halen aynı görevi devam ettirmektedir.